

МИНИСТЕРСТВО ВЫСШЕГО И СРЕДНЕГО
СПЕЦИАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ СССР

ИЗВЕСТИЯ
ВЫСШИХ УЧЕБНЫХ
ЗАВЕДЕНИЙ

Лесной журнал

6

1986

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

Акад. ВАСХНИЛ И. С. Мелехов (гл. редактор), доц. 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. Войчаль, 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. Э. Н. Фалалеев, 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.

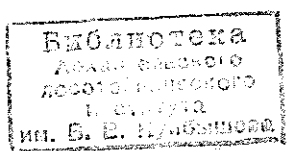
ИЗВЕСТИЯ ВЫСШИХ УЧЕБНЫХ ЗАВЕДЕНИЙ
«ЛЕСНОЙ ЖУРНАЛ» № 6

Ст. редактор Н. П. Бойкова. Редактор З. Ф. Кекишева. Корректор Э. Н. Власова.

Слано в набор 18.9.86. Подписано в печать 8.12.86. Ст. 00040.
Форм. бум. 70 × 108/16. Гарнитура литературная. Печать высокая.
Усл. печ. л. 12,95. Уч.-изд. л. 15,35. Тираж 1690 экз. Заказ 7207. 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.



© ИВУЗ, «Лесной журнал», 1986

СОВЕРШЕНСТВОВАТЬ ХОЗЯЙСТВЕННЫЙ МЕХАНИЗМ

20 ноября 1986 года Верховный Совет СССР принял законы о государственном плане экономического и социального развития и о государственном бюджете нашей страны на 1987 год.

Политбюро ЦК КПСС на заседании 30 октября 1986 года рассмотрело и в основном одобрило проект плана на второй год двенадцатой пятилетки, отметив, что цель его — закрепить и развить успехи в экономике, достигнутые в 1986 году. Темпы роста национального дохода, объема промышленной продукции, производительности труда в 1986 году ожидаются существенно выше плана и приближаются к средне-годовым заданиям пятилетки.

«Предстоящий год будет иметь важнейшее значение в развитии народного хозяйства, выполнении пятилетнего плана в целом,— говорится в докладе первого заместителя Председателя Совета Министров СССР, председателя Госплана СССР Н. В. Талызина на сессии Верховного Совета.— Это — год широкого применения новых методов социалистического хозяйствования... Важнейшей задачей становится переход от отдельных крупных преобразований к целостной новой системе хозяйствования и управления, охватывающей все уровни и звенья общественного производства».

Новый подход основан на последовательном проведении в жизнь ленинского принципа демократического централизма. В государственном плане сохранены важнейшие показатели и лимиты, обеспечивающие действенное централизованное руководство экономикой. В то же время большое количество плановых показателей, ранее выступавших в качестве централизованно утверждаемых, директивных, передано для планирования союзным республикам, министерствам и непосредственно производственным объединениям, предприятиям.

Новым важнейшим средством централизованного планового руководства становятся долговременные стабильные экономические нормативы.

Замыкает эту систему полный хозрасчет, в котором, наряду с самоокупаемостью, должно обеспечиваться и самофинансирование. Он является экономической основой дальнейшего расширения хозяйственной самостоятельности и инициативы объединений и предприятий. На условия полного хозрасчета в 1987 году переводятся: в промышленности — пять союзных министерств и ряд крупных объединений, торговля, морской флот.

С 1987 года в промышленности и строительстве основным «объемным» показателем станет 100-процентное выполнение договорных обязательств. Это повысит требования к каждому предприятию, так как невыполнение плана по этому показателю в одних предприятиях трудно, а порой невозможно перекрыть перевыполнением в других.

В понятие выполнения обязательств входят и требования к качеству продукции. Генеральный секретарь ЦК КПСС М. С. Горбачев в Политическом докладе ЦК партии XXVII съезду и в своих выступлениях после съезда подчеркивал, что вопрос о качестве выдвинулся в число главнейших. На практическое его решение направлено введение с 1987 года государственной приемки качества продукции.

Новые подходы к планированию позволяют вплотную подойти к решению давно поставленной задачи — сделать пятилетку основной формой плана на всех уровнях. Большая роль, отведенная в планах стабильным долгосрочным экономическим нормативам, придает уверенность предприятиям, объединениям, и они смелее вскрывают свои резервы, принимают встречные планы. В числе отраслей, проявивших такую инициативу, в докладе председателя Госплана СССР названа и лесная, целлюлозно-бумажная и деревообрабатывающая промышленность.

Еще одна особенность народнохозяйственного плана на 1987 год заключается в том, что в нем, в соответствии с установками XXVII съезда КПСС, впервые в полном объеме разработан комплексный социальный раздел.

Основой плана и его выполнения является научно-технический прогресс. Здесь особенно велика роль машиностроения; от его успехов зависит судьба научно-технического прогресса во всех отраслях народного хозяйства. Намечается ускоренное развитие производства вычислительной техники. Установлены задания по освоению

новых прогрессивных технологий. На этой основе необходимо добиться рационального использования и экономии материальных ресурсов. Так, дополнительную потребность в лесоматериалах предстоит полностью удовлетворить за счет более полного и эффективного их использования. Научно-технический прогресс в сочетании с новыми методами хозяйствования должны обеспечить рост производительности труда, снижение себестоимости продукции, повышение рентабельности.

План 1987 года ставит сложные задачи перед лесным комплексом. Выступая на сессии Верховного Совета, министр лесной, целлюлозно-бумажной и деревообрабатывающей промышленности СССР депутат М. И. Бусыгин сообщил, что в отрасли завершается подготовка к переходу на новые условия хозяйствования. Главную задачу министерство видит в повышении качества продукции, преимущественном росте прогрессивных ее видов. В 1987 году на 60 предприятиях отрасли будет введена государственная приемка качества продукции.

Справиться с новыми задачами и подготовиться к переходу на полный хозрасчет лесной промышленности будет нелегко. В отрасли много убыточных и малорентабельных предприятий, т. е. не всегда выполняется даже первоочередное, непременное требование хозрасчета — самокупаемость. А для полного хозрасчета, когда предполагается и самофинансирование, нужна высокая рентабельность. Технический прогресс в отрасли происходит в основном в его фондоемкой форме, когда рост стоимости нового оборудования, по сравнению с заменяемым, больше роста его производительности. Поэтому так важно скорее осуществить всюду, где это возможно и целесообразно, переход на многосменную работу.

В лесозаготовительной промышленности действует ряд удорожающих факторов, отрицательно влияющих на рентабельность. Их, по-видимому, надо учитывать в дальнейшем, при совершенствовании цен. Но главным должно быть их преодоление путем улучшения работы, распространения внутризаводского хозрасчета, бригадного подряда и других форм.

Насколько более жесткой будет оценка деятельности предприятий и объединений по реализации с учетом выполнения обязательств по поставкам, видно из такого примера. За 10 месяцев 1986 года предприятия Всесоюзного объединения Архангельсклеспром выполнили план по выпуску круглых лесоматериалов на 99,0 %, а по поставкам только на 88,8 %. Известно, что показатель выработки круглых лесоматериалов — один из самых трудных для лесозаготовителей. Но он тоже «валового» характера: выполнение и перевыполнение по одним сортам суммируется с невыполнением по другим. В данном случае возникло недовыполнение задания по многим спецсортам. Конечно, оно не компенсируется перевыполнением плана по выпуску балансов хвойных IV сорта и лиственных и т. п. Новый показатель четко зафиксировал это. Необходимость перестройки очевидна.

«Успех выполнения плана, — отмечалось на сессии Верховного Совета, — определяется тем, насколько быстро переключится верхний уровень управления — министерства, ведомства — на экономические методы работы, насколько решительно двинется хозрасчет вниз — в цехи, бригады, на производство».

В лесной промышленности и лесном хозяйстве многое в этих вопросах неясно, недоработано. Тут была бы весьма кстати помощь вузовской экономической науки — помощь и квалифицированная, и скорая.

Совершенствование хозяйственного механизма — большая ответственная задача, общая для производства и науки, для лесного комплекса и лесотехнических вузов!

ЛЕСНОЕ ХОЗЯЙСТВО

УДК 581.132

К ВОПРОСУ ОБ ИНТЕНСИВНОСТИ ФОТОСИНТЕЗА
РАЗЛИЧНЫХ ЧАСТЕЙ ВСХОДОВ ДРЕВЕСНЫХ РАСТЕНИЙ

А. В. ВЕРЕТЕННИКОВ

Воронежский лесотехнический институт

Лист зеленого растения, в котором располагаются хлоропласты с хорошо развитой ламеллярно-гранулярной структурой и пластидными пигментами, является основным местом фотосинтеза.

Вместе с тем хлоропласты и пластидные пигменты к настоящему времени найдены не только в листьях, но и в почках, черешках листьев, зеленых плодах, семенах, цветках и соцветиях, семядолях, коре, первичной и вторичной древесине молодых побегов древесных растений и даже в освещенных участках корней ([1, 2, 7—10] и др.).

Фотосинтез внелистных органов и частей древесных растений изучен гораздо слабее листового и поэтому еще довольно мало известно о его роли на различных этапах жизни дерева.

Очень важно было, например, изучить интенсивность фотосинтеза различных органов и частей всходов древесных растений, особенно на фазе перехода их с гетеротрофного питания на автотрофное. Можно полагать, что это одна из наиболее ответственных фаз роста и развития нового молодого растения. Даже неглубокие стрессы на этом отрезке их жизни могут вызвать существенные изменения в скорости и направленности процессов метаболизма и нередко необратимые сдвиги. Так, в природных условиях всходы древесных растений могут испытывать на себе воздействие недостатка света, воды, элементов минерального питания, корневой аноксии, газообразных и других токсикантов.

Опубликованных работ в этом научном направлении немного [1, 5, 6, 11, 12], поэтому в физиологии всходов древесных растений еще многое неясно. Среди физиологов растений сравнительно недавно еще существовало мнение о хлорофилле внелистных частей растений как о запасном веществе, не играющем существенной роли в процессах улавливания энергии солнечного света, а хлоропласты таких мест называли «неассимилирующими» [3].

С учетом изложенного одной из основных задач нашего исследования явилась сравнительная оценка интенсивности фотосинтеза зеленеющего на свету стебля (гипокотыля, эпикотыля), семядолей, первичных и переходных листьев всходов древесных растений и его роли в жизни молодых растений*.

Объектами настоящего исследования явились проростки и всходы акации белой, ясеня зеленого и лиственницы сибирской. Растения выращивали в лабораторных условиях при температуре $+22 \dots 24$ °С и освещенности 2,2...2,5 тыс. лк. Интенсивность фотосинтеза определяли радиометрическим методом с получением так называемой потенциальной интенсивности фотосинтеза [4]. Экспозиция в смеси обычной и меченой по углероду углекислоты равнялась 10 мин, освещенность в момент определения фотосинтеза 16,2 клк, температура воздуха $+25$ °С. Радиоактивность порошков различных частей всходов древесных растений подсчитывали на радиометрической установке малого фона УМФ-1500. Интенсивность фотосинтеза выражали в миллиграммах CO_2 , ассимилированной за 1 ч 1 г сухой массы.

* В экспериментальной работе принял участие аспирант Пак Ен Ги.

Таблица 1

Возраст всходов, сут.	Потенциальная интенсивность фотосинтеза всходов акации белой, мг CO ₂ /(г · ч)				
	листьев		семядолей	эпикотилия	гипокотилия
	переходных	первичных			
2	—	—	—	—	1,7 ± 0,1
7	—	—	103,7 ± 3,9	—	12,3 ± 2,1
14	—	—	143,0 ± 10,2	—	3,9 ± 0,4
21	—	55,5 ± 3,6	51,8 ± 7,3	—	2,2 ± 0,3
28	57,6 ± 1,8	102,7 ± 7,1	43,2 ± 1,9	—	1,9 ± 0,1
35	142,7 ± 3,4	184,2 ± 17,7	88,6 ± 8,0	1,5 ± 0,2	1,2 ± 0,1
42	113,2 ± 11,0	150,9 ± 13,6	136,9 ± 6,2	2,8 ± 0,2	0,8 ± 0,1
49	114,0 ± 2,7	125,6 ± 7,6	91,9 ± 8,7	3,3 ± 0,5	1,3 ± 0,1

Результаты исследований потенциальной интенсивности фотосинтеза различных частей всходов акации белой приведены в табл. 1. Видно, что положительный фотосинтез обнаруживается даже у зеленящего гипокотилия в возрасте всего лишь двух дней, довольно заметно повышается у недельных растений и затем снижается у двухнедельных. В последующем интенсивность фотосинтеза гипокотилия остается низкой до семинедельного возраста всходов. Потенциальная интенсивность фотосинтеза эпикотильной части зеленящего стебля, возникшей позже гипокотилия, держится на более высоком уровне. Это, очевидно, связано с некоторыми структурными особенностями тканей эпикотилия.

Весьма высокой потенциальной интенсивностью фотосинтеза отличаются зеленящие на свету семядоли, особенно на самых первых этапах роста всходов. В возрасте одной-двух недель интенсивность рассматриваемого процесса достигает 104...143 мг CO₂. Начиная с возраста трех недель, фотосинтетическая активность семядолей всходов акации белой снижается, но держится еще на довольно высоком уровне вплоть до семинедельного возраста.

Наиболее высокие показатели интенсивности процесса в расчете на единицу сухой массы отмечены для первичных листьев всходов (151...184 мг CO₂). Ассимиляция углекислоты первыми переходными листьями несколько ниже, чем у первичных листьев, но выше, чем у семядолей всходов.

Данные об интенсивности фотосинтеза всходов ясеня зеленого подтверждают общие закономерности, отмеченные для различных частей всходов акации белой: наибольшая интенсивность рассматриваемого процесса у первичных листьев, затем у переходных и, наконец, у семядолей (табл. 2). Почти на целый порядок ниже показатели для стебля, особенно гипокотилия.

Вместе с тем, интенсивность фотосинтеза зеленящего стебля всходов ясеня зеленого несколько выше, чем стебля всходов акации

Таблица 2

Возраст всходов, сут.	Потенциальная интенсивность фотосинтеза всходов ясеня зеленого, мг CO ₂ /(г · ч)				
	листьев		семядолей	эпикотилия	гипокотилия
	переходных	первичных			
2	—	—	0,3 ± 0,2	—	—
10	—	—	107,1 ± 5,3	—	9,9 ± 0,4
14	—	—	69,0 ± 8,0	—	6,3 ± 0,7
21	—	118,2 ± 3,2	76,2 ± 7,6	18,1 ± 0,4	7,1 ± 0,9
28	—	116,7 ± 3,6	69,2 ± 8,7	8,5 ± 0,5	6,5 ± 0,2
35	128,1 ± 22,5	162,7 ± 6,2	81,2 ± 5,4	7,6 ± 0,7	5,5 ± 0,4
42	145,9 ± 9,1	156,8 ± 9,0	71,0 ± 1,1	4,9 ± 0,1	3,2 ± 0,4
49	155,9 ± 9,3	162,2 ± 0,3	81,3 ± 3,6	4,0 ± 0,4	2,0 ± 0,2

белой. Кроме того, фотосинтетическая активность всех частей, за исключением стебля, держалась на высоком уровне в течение всего опыта. В отличие от всходов акации, интенсивность фотосинтеза первичных листьев всходов ясеня зеленого выше, чем у семядолей.

Для всходов лиственницы сибирской характерно повышение потенциальной интенсивности фотосинтеза семядолей на протяжении всех шести недель опыта (табл. 3). Возможно, что это одна из специфических особенностей фотосинтеза семядолей всходов хвойных древесных растений вообще. Положительный же фотосинтез у них обнаружен уже в возрасте 4 дн.

Таблица 3

Возраст всходов, сут	Потенциальная интенсивность фотосинтеза всходов лиственницы сибирской, мг CO ₂ /(г · ч)		Возраст всходов, сут	Потенциальная интенсивность фотосинтеза всходов лиственницы сибирской, мг CO ₂ /(г · ч)	
	семядолей	гипокотыля		семядолей	гипокотыля
4	1,2 ± 0,2	—	28	129,7 ± 5,2	13,3 ± 1,5
7	57,4 ± 3,9	5,1 ± 0,3	35	149,0 ± 11,6	9,3 ± 0,7
14	81,5 ± 5,7	8,6 ± 0,5	42	159,3 ± 0,1	3,4 ± 1,4
21	86,3 ± 5,7	9,2 ± 0,1			

Достаточно высока и потенциальная интенсивность фотосинтеза зеленеющего стебля всходов лиственницы. Все это свидетельствует о том, что фотосинтез внелистовых частей всходов играет существенную роль в жизни молодых древесных растений: легкоподвижные продукты фотосинтеза способствуют ускоренному росту корней и стеблей, формированию фотосинтетического аппарата и, как следствие, повышению устойчивости всходов к неблагоприятным внешним воздействиям на самых ранних этапах их жизни.

Вклад семядолей и других зеленеющих на свету частей в рост всходов в начале их жизни трудно переоценить. Период существования всходов древесных растений с активно фотосинтезирующими семядолями представляет особую страничку их жизни, которую с полным правом можно назвать семядольным этапом.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Веретенников А. В. Фотосинтез древесных растений.— Воронеж: ВГУ, 1980.— 77 с. [2]. Веретенников А. В., Тужилкина В. В. О содержании пластидных пигментов и фотосинтезе побегов сосны и ели.— В кн.: Лесная геоботаника и биология древесных растений. Брянск: БрТИ, 1982, вып. 8, с. 19—21. [3]. Гюбенет Е. Новое о хлорофилле.— М.: Акад. пед. наук, 1951.— 49 с. [4]. Заленский О. В., Семихатова О. А., Вознесенский В. Л. Методы применения радиоактивного углерода ¹⁴C для изучения фотосинтеза.— М.— Л.: Наука, 1955.— 91 с. [5]. Крамер П., Козловский Т. Физиология древесных растений.— М.: Лесн. пром-сть, 1963.— 627 с. [6]. Крамер П., Козловский Т. Физиология древесных растений.— М.: Лесн. пром-сть, 1983.— 464 с. [7]. Попова Н. М. Динамика содержания хлорофилла в коре осины.— В кн.: Лесная геоботаника и биология древесных растений. Брянск: БрТИ, 1972, вып. 1, с. 116—120. [8]. Соколов С. Я. Хлорофилл в древесине ветвей.— Бот. журн., 1953, т. 33, № 5, с. 661—668. [9]. Харук В. И., Терсков И. А. Внелистовые пигменты древесных растений.— Новосибирск: Наука, 1982.— 88 с. [10]. Kriedemann P. E., Buttrose M. S. Chlorophyll content and photosynthetic activity within woody shoots of *Vitis vinifera* L.— *Photosynthetica*, 1971, N 5, p. 22—27. [11]. Marshall P. E., Kozlowski T. T. Importance of photosynthetic cotyledons for early growth of woody angiosperms.— *Physiol. plant.*, 1976, 37, p. 336—340. [12]. Sasaki S., Kozlowski T. Utilization of seed reserves and currently produced photosynthesis by embryonic tissues pine seedlings.— *Ann. Bot.*, 1969, v. 33, N 1, p. 473—481.

Поступила 18 ноября 1985 г.

УДК 581.821.2 : 674.031.632.122

АНАТОМИЯ КОРЫ *Carpinus betulus* L. И ЕЕ ТАКСОНОМИЧЕСКОЕ ЗНАЧЕНИЕ

Л. И. ЛОТОВА

Московский государственный университет

Анатомическое изучение коры, как и древесины, необходимо не только для выяснения структурной организации проводящего аппарата растений, обеспечивающего их жизнедеятельность. Важное значение оно имеет также для уточнения систематики древесных растений, что составляет одну из задач современной дендрологии.

Из лиственных пород в нашей стране большие площади занимают представители семейства березовых (*Betulaceae*): береза, ольха, лещина. В широколиственных и буковых лесах западных и юго-западных регионов европейской части СССР, в Крыму и на Кавказе встречается граб обыкновенный, или европейский (*Carpinus betulus* L.). Из-за хороших почвозащитных свойств он используется в лесостепном лесоразведении, а также в качестве декоративного растения — в парковом строительстве [1, 3, 5].

Граб обычно относят к семейству *Betulaceae* [1, 4, 8]; по морфологическим особенностям репродуктивных органов граб вместе с *Corylus*, *Ostrya*, *Ostryopsis* некоторые авторы выделяют в самостоятельное семейство лещиновых (*Corylaceae*), оставляя в семействе *Betulaceae sensu stricto* роды *Betula* и *Alnus* [6]. Предлагают также разделить семейство *Betulaceae* на три семейства: *Betulaceae*, *Corylaceae* и *Carpiniaceae* с тремя родами — *Carpinus*, *Ostrya*, *Ostryopsis*; И. А. Корчагина [5] рассматривает *Carpinus* как один из родов подсемейства *Coryloideae*; роды *Betula* и *Alnus* отнесены ею к подсемейству *Betuloideae*.

Проведенные нами [7] исследования показали, что по микроструктуре коры *Corylus* отличается от родов *Betula* и *Alnus*, но не настолько, чтобы можно было подтвердить целесообразность его выделения в самостоятельное семейство. Кора *Carpinus* анатомически мало изучена, в литературе отмечены лишь некоторые ее признаки, не дающие полного представления о строении этого сложного тканевого комплекса [11, 12].

В настоящей работе мы попытались выяснить, какие признаки коры граба могут иметь таксономическое значение.

Приведенное ниже описание составлено по результатам изучения образцов коры однолетних стеблей, многолетних ветвей и стволов граба, собранных в Закарпатье.

Однолетние стебли в очертании округлые. Эпидерма состоит из уплощенных клеток, многие из которых образуют шиловидные волоски длиной 0,1...0,15 мм, не отделенные перегородками от материнских клеток. Феллоген закладывается субэпидермально и к концу вегетационного периода откладывает 5...10 слоев клеток пробки (рис. 1, А, Б) с зеленоватыми оболочками. Клетки внутренних слоев обычно с красновато-бурым содержимым, клетки наружных слоев пустые, прозрачные.

Первичная кора состоит из колленхимы и паренхимы. Колленхима 3—4-слойная, в очень тонких стеблях она уголкообразная, в более толстых — уголково-пластинчатая или пластинчатая со слегка закругленными углами клеток.

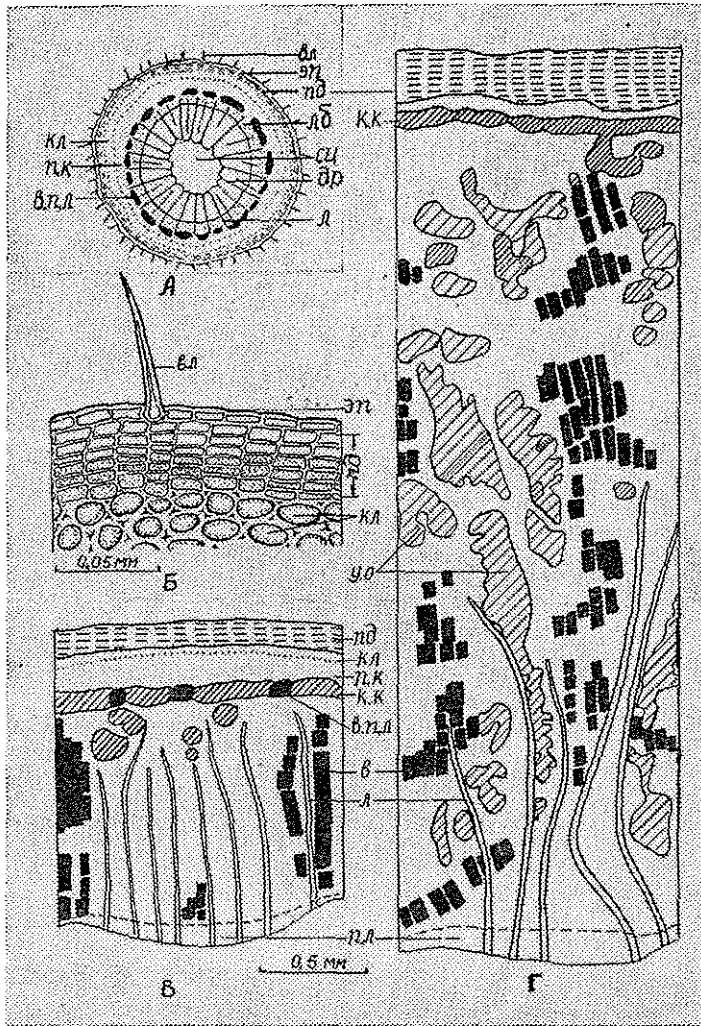


Рис. 1. Строение коры граба на поперечных срезах.

А — схема строения однолетнего стебля; Б — наружная часть однолетнего стебля; В — схема строения коры многолетней ветки; Г — схема строения ствольной коры. Обозначения: в — волокна вторичного луба; вл — волоски; в. п. л. — волокна первичного луба; др — древесина; к. к. — каменистые клетки; кл — колленхима; л — лучи; лб — луб; пд — перидерма; п. к. — первичная кора; п. л. — проводящий луб; сц — сердцевина; у. о. — участки с одревесневшими, облитерированными и склерифицированными клетками; эл — эпидерма.

Паренхима также 3—4-слойная, состоящая из клеток более крупных, чем клетки колленхимы, и имеющих утолщенные оболочки.

К внутреннему слою паренхимы примыкают волокна первичного луба. Они собраны по 20—30 в группы, которых на поперечных срезах может быть до 25. В поперечном сечении волокна округло-многоугольные с точечными полостями. Оболочки волокон толстые, беловатые, блестящие. Интенсивность флороглюциновой реакции свидетельствует об их сильном одревеснении. Паренхимные клетки, расположенные в промежутках между волокнами, рано склерифицируются, превращаясь в каменистые клетки, с ними обычно ассоциированы клетки с кристаллами щавелевокислого кальция.

Вторичный луб в однолетних стеблях узкий, мелкоклеточный, не обнаруживающий какой-либо закономерности в расположении слагающих его элементов.

В стеблях толщиной 2,5...3 мм во вторичном лубе образуются редкие группы волокон, имеющие таблитчатые очертания поперечных сечений.

Внутренняя граница луба извилистая. В вогнутых местах камбий образует наружу преимущественно проводящие элементы и паренхимные клетки, в выпуклых — волокна и небольшое число клеток мягкого луба. В многолетних ветках, имеющих кору толщиной более 1,5 мм, луб оказывается разделенным на радиальные участки, состоящие только из тонкостенных клеток, и участки с лубяными волокнами (рис. 1, В). Волокна собраны в рыхлые или компактные группы, имеющие на поперечных срезах более или менее прямоугольные очертания, наиболее крупные скопления волокон нередко ориентированы радиально. Группы волокон разделены участками, состоящими из ситовидных трубок и мелкоклеточной лубяной паренхимы. С возрастом волокна появляются и в зонах, сложенных тонкостенными клетками, в их наружных слоях склерифицируются отдельные группы паренхимных клеток (рис. 1, В).

В стволах, как и в ветвях, луб состоит из ситовидных трубок с сопровождающими клетками, тяжевой, лучевой паренхимы, волокон и склереид.

Проводящая зона луба неравномерной толщины: наиболее широкая она в местах, прилегающих к вогнутым внутрь ствола участкам камбия. Производные этого камбия, отложенные наружу, дифференцируются главным образом в ситовидные элементы и лубяную паренхимы, а отложенные внутрь — в многочисленные сосуды древесины [9]. Поэтому в древесине и в лубе радиальные участки, богатые проводящими элементами, чередуются с участками, в которых преобладают древесинные или лубяные волокна. Однако из-за дилатации паренхимы, смещения клеток, происходящих с возрастом, их частичной или полной облитерации четкие границы между этими участками в старом лубе провести не удастся (рис. 1, Г). Группы волокон, сближенные во внутренней части луба, к его периферии нередко веерообразно расходятся.

В проводящей зоне луба ситовидные трубки в поперечном сечении угловатые (рис. 2, А). Их членики длиной 0,3...0,5 мм имеют сложные, обычно радиально ориентированные ситовидные пластинки с 8...23 ситовидными полями, чаще всего их 10...12 (рис. 2, Г). На продольных стенках некоторых ситовидных трубок хорошо развиты боковые ситовидные поля. Сопровождающие клетки заметны только на поперечных срезах.

На второй год многие ситовидные трубки сильно деформируются, оболочки их сдавливаются, в лубе появляются участки рогового луба.

Тяжевая паренхима, окружающая проводящие элементы, состоит из удлиненных клеток с узелковыми утолщениями оболочек между порами. Функционально паренхима может быть запасующей и кристаллоносной. Последняя представлена довольно крупными короткими клетками с утолщенными и слегка одревесневшими пористыми оболочками. В продольном тяже кристаллоносные клетки могут чередоваться с более длинными клетками без кристаллов (рис. 1, Г).

Кристаллы обычно многогранные с размерами граней от 16 до 36 мкм. Как и в молодых стеблях, кристаллоносные клетки ассоциированы с элементами твердого луба — волокнами и склереидами.

Волокна длиной 0,7...1,5 мм, острые или на концах зазубренные, с толстыми гладкими одревесневшими оболочками. Как и в ветвях,

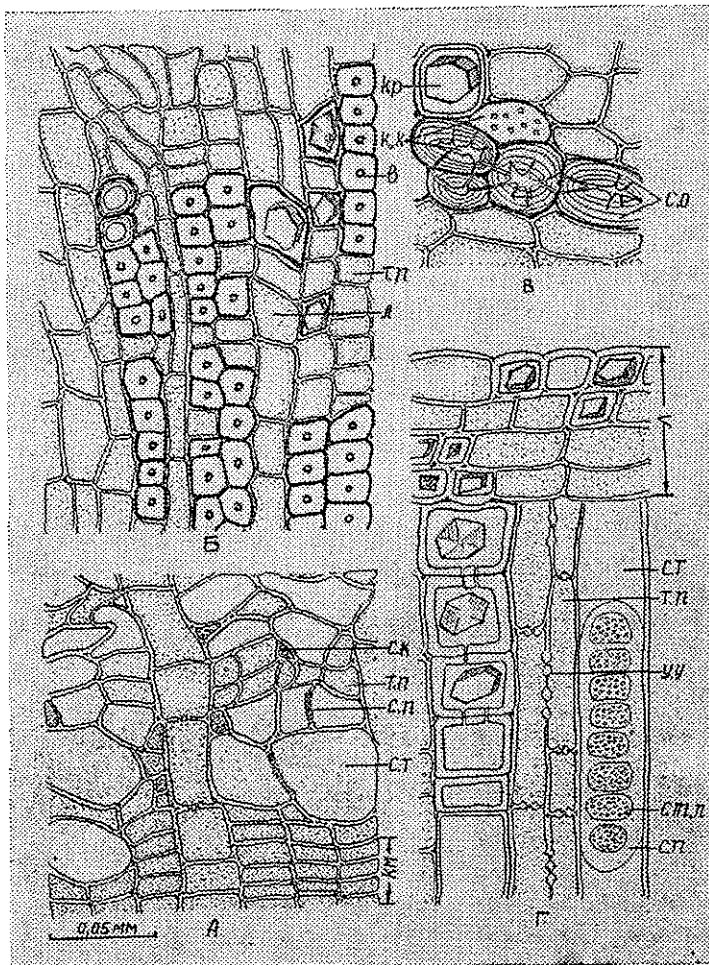


Рис. 2. Гистологические особенности луба граба.

А — В — поперечные срезы вторичного луба в области: А — проводящей зоны; В — внутренней части непроводящей зоны; В — наружной части непроводящей зоны; Г — строение луба на радиальном срезе. Обозначения: в — волокна; к.к. — каменные клетки; км — камбиальная зона; кр — кристалл щавелевокислого кальция; а — лучи; с.к. — сопровождающая клетка; с.о. — слонящая оболочка; с.п. — ситовидные пластинки; с.т. — ситовидные трубки; ст.п. — ситовидное поле; г.п. — тяжелая паренхима; у.у. — узелковые утолщения оболочек.

волокна расположены группами прямоугольных очертаний и радиальной ориентации (рис. 1, Г, 2, Б).

Лучи четко выражены только во внутренней зоне луба. Они строго радиальные или слегка извилистые, 1—5-рядные, чаще всего 18—25-слойные (0,3...0,5 мм). Веретеновидные, 4—5-рядные лучи нередко соединяются концами, составляя очень многослойные лучи неравномерной ширины. Число лучей на 1 мм² тангентального среза варьирует от 60 до 90. В тангентальном сечении клетки лучей округлые, в поперечном и радиальном — удлинненные. Многие клетки имеют кристаллы с размерами граней 10...20 мкм. Оболочки кристаллоносных клеток обычно утолщены (рис. 2, Г).

Возрастные изменения коры сопровождаются процессами дилатации, облитерации и склерификации. Дилатируют только клетки тяжелой па-

ренхимы. Такой тип дилатации называют диффузной [10]. Облитерации подвергаются преимущественно ситовидные трубки, расположенные в участках, разделяющих скопления волокон. Оболочки паренхимных клеток частично или полностью одревесневают, некоторые клетки склерифицируются. Диффузно-очаговая склерификация начинается уже во внутренних слоях луба, к периферии она усиливается. В наружной части коры нередко образуются сплошные или прерывистые тангентальные тяжи каменных клеток. В отличие от волокон они имеют многослойные оболочки, пересеченные поровыми каналами. Склерифицируются клетки не только тяжелой, но и лучевой паренхимы.

Крупночешуйчатая корка формируется лишь на очень старых стволах. При наличии 2...3 внутренних перидерм на стволах сохраняется также очень мощная (до 60 слоев) первая наружная перидерма. Внутренние перидермы, разделяющие чешуи корки, включают 10...20 слоев красновато-бурых клеток пробки. Красновато-бурым содержимым заполнены также клетки отмершего луба. Чешуи корки сильно паренхиматизированы, из структурных элементов в них хорошо различимы волокна и кристаллоносные клетки.

Анатомическое сходство коры граба с корой других представителей семейства *Betulaceae sensu amplo* состоит в субэпидермальном заложении феллогена, образующего первую перидерму, позднем формировании корки, наличии сложных ситовидных пластинок и боковых ситовидных полей в стенках проводящих элементов, склерификации клеток тяжелой паренхимы, диффузной дилатации, многогранной форме кристаллов щавелевокислого кальция [7].

К особенностям коры граба, отличающим его от других родов березовых, можно отнести развитие 4—5-рядных, а не только 1—2-рядных лубяных лучей, наличие в них кристаллоносных клеток и отсутствие друз, обычных для ольхи и лещины.

Наибольшее сходство коры граба обнаруживает с корой лещины, луб которой также имеет волокна, неравномерно распределенные по поперечному срезу: в одних местах разновеликие группы волокон составляют короткие тангентальные тяжи, в других местах волокон нет или они расположены поодиночке. У березы и ольхи волокна отсутствуют, во вторичном лубе с возрастом возникают каменные клетки.

Таким образом, из всех рассмотренных признаков только особенности твердого луба имеют таксономическое значение, подтверждая целесообразность объединения родов *Corylus* и *Carpinus* в один таксон, конкретный ранг которого (подсемейство или семейство) зависит от других морфолого-биологических особенностей его представителей. Наличие в лубе лещины и граба волокон несомненно свидетельствует об их эволюционной продвинутости [2] по сравнению с березой и ольхой. Это согласуется и с точкой зрения Н. И. Кузнецова [6], полагавшего, что лещиновые (*Corylaceae*) филогенетически связаны с березовыми, но по строению репродуктивных органов стоят на более высокой ступени эволюционного развития.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Деревья и кустарники СССР. Т. 2.— М.— Л.: АН СССР, 1951. [2]. Имс А. Морфология цветковых растений.— М.: Мир, 1964. [3]. Качалов А. А. Деревья и кустарники.— М.: Лесн. пром-сть, 1970. [4]. Комарницкий Н. А., Кудряшов Л. В., Уранов А. А. Ботаника. Систематика растений.— М.: Просвещение, 1975. [5]. Корчагина И. А. Семейство березовые (*Betulaceae*).— В кн.: Жизнь растений. Т. 5/1. М.: Просвещение, 1980. [6]. Кузнецов Н. И. Введение в систематику цветковых растений.— Л.: ОГИЗ Биомедгиз, 1936. [7]. Логова Л. И. Анатомия коры некоторых представителей порядка *Fagales*.— М., 1984. Деп. в ВИНТИ, № 2643—84. [8]. Тахтаджян А. Л. Система и филогения цветковых растений.— М.— Л.: Наука, 1966. [9]. Greguss P. Holz-anatomie der europäischen Laubbölzer und Sträucher.—

Budapest, 1959. [10]. Huber B. Grundzüge der Pflanzenanatomie.— Berlin, 1961. [11]. Metcalfe C. R., Chalk L. Anatomy of the dicotyledons. V. 2.— Oxford, 1950. [12]. Moeller J. Anatomie der Baumrinden.— Berlin, 1882.

Поступила 21 октября 1985 г.

УДК 630*614

ВЫБОР ПОРОД И ОБОСНОВАНИЕ ВОЗРАСТА ГЛАВНОЙ РУБКИ В ПЛАНТАЦИОННЫХ ЛЕСАХ

А. Г. МОШКАЛЕВ, Р. И. ПОЮРОВСКАЯ

Ленинградская лесотехническая академия

Изложенная ниже методика выбора пород предназначена для лесов европейской части СССР, где перечень пород ограничен.

В соответствии с организационными и технологическими основами плантационного лесовыращивания смежные таксационные участки объединяют в дендрополя. Главная порода должна выбираться единой для дендрополя, по преобладающему в нем типу условий местопроизрастания (ТУМ). Однако, если площадь или другие параметры совокупности смежных участков будут меньше принятых нормативов для дендрополя, то они должны относиться к неплантационному фонду.

В плантационном фонде выбор главных пород производят с учетом лесорастительных условий (соответствия породы ТУМ, реакции его на плантационную технологию), таксационной характеристики древостоев (товарных запасов на 1 га, процента деловой древесины, в том числе по категориям крупности), физических, химических и других свойств древесины, устойчивости древостоев к неблагоприятным воздействиям окружающей среды и требований к ее охране (резистентности к энтомофитовредителям и болезням, влияния древостоев на среду). Принимают во внимание также экономические условия района и потребление древесины (структура потребности по сортиментам в перспективе, соответствие пород сортиментным требованиям, затраты и эффект от плантационного лесовыращивания древостоев разных пород).

Реакцию ТУМ на плантационную технологию и соответствие пород требованиям сортиментной структуры необходимо учитывать при разделении участков на плантационные и неплантационные. В отношении других факторов следует сделать некоторые пояснения.

Выбор главных пород по ТУМ ограничен природными факторами. В экстремальных условиях часто произрастает только одна порода, например, сосна на скальниках, в беломошниках, ива по берегам рек, ольха на трясинах, дуб на солонцах. Многие породы не могут произрастать за пределами своего ареала, например, дуб и бук не растут на Севере.

Необходимо учитывать запасы древесины на 1 га, выход деловой древесины, так как в одних и тех же ТУМ, при одинаковых возрастах древостоев, но разных породах существенно различаются и запасы древесины, и ее товарность. Например, в черничном типе леса запасы деловой древесины модальных древостоев 70 лет в Ленинградской области в сосняках составляют 150 м³, в ельниках 152, в березняках 103, в осинниках 107 м³ на 1 га.

Большое значение имеют также физико-механические и химические свойства древесины разных пород. Например, плотность древесины сосны в спелых древостоях равна 481 кг/м³, дуба 630, ели 457, осины 458 кг/м³; это учитывается при химической переработке, когда важен не объем, а масса древесины.

При использовании древесины на целлюлозу и бумагу важно содержание целлюлозы, смол, соотношение длины и толщины древесных волокон. У разных древесных пород эти показатели существенно различаются. Наименьший процент смолы (1,8) из хвойных пород имеет ель, наиболее длинные волокна также у ели. По этим и другим свойствам качество бумаги получается наиболее высоким, а затраты на переработку оказываются на 30 % ниже, чем по лиственной древесине.

Теплота сгорания древесины разных пород также различна: для сосны — 8933 кДж, ели — 7753, березы — 11 777, осины — 7426, ольхи — 8807 кДж.

При выборе пород учитывают устойчивость древостоев к энтомофитовредителям и другим неблагоприятным воздействиям. Многочисленными исследованиями [1, 2, 6] доказано, что для обеспечения устойчивости древостоев против этих воздействий, для повышения почвенного плодородия в составе хвойных древостоев к возрасту главной рубки необходимо иметь примесь лиственных пород (1—2 единицы).

Древостои с разными преобладающими породами по-разному воздействуют на окружающую среду [4].

Количество выделяемого кислорода в среднем с 1 га в год составляет: в сосняках — 5,7 т, в ельниках — 7,2, в дубравах — 6,5, в березняках и осинниках 4 и 4,2 т [1].

Лучшая очистка воздуха достигается при наибольшем объеме кроны деревьев. Масса древесной зелени наибольшая в хвойных древостоях; так, в возрасте древостоя 60 лет она составляет: для сосны — 15,6 т/га, ели — 28,4; березы — 5,5; осины — 7,2 т/га [3].

Регулирование снеготаяния и переход вод во внутригрунтовые в наибольшей степени реализуют хвойные древостои.

Таким образом, с точки зрения кислородопроизводительности, регулирования стока вод и очистки атмосферы от пыли хвойные древостои имеют преимущества перед лиственными.

Имеет значение также структура потребности в древесине по сортам и соответствие пород требованиям к сортаментам. Круглые лесоматериалы получают в основном из сосны, ели и таких твердолиственных пород, как дуб и бук. Для выработки сульфитной, бисульфитной целлюлозы и белой древесной массы используют ель и реже пихту. На химическую переработку для получения целлюлозы употребляют древесину ели, пихты, сосны, а для получения сульфатной целлюлозы, бисульфитной полуцеллюлозы — почти все наиболее распространенные хвойные и лиственные породы, но примесь лиственных пород допускается не более 10 % по запасу (или массе).

В соответствии со структурой потребности в древесине при выборе главных пород надо учитывать размеры сортиментов. Согласно ГОСТам, например, на пиловочник используют лесоматериалы с диаметром в верхнем отрезе без коры 13,5 см и более (крупная и средняя деловая древесина), а на балансы — с диаметром 5,5 см и более (мелкая и другая древесина). В то же время при практически одинаковых запасах на 1 га в сосняках и ельниках одного и того же возраста различны средние диаметры древостоев. Так, у сосны они обычно больше, чем у ели, и выход более крупных лесоматериалов у сосны выше на 4...17 %.

Со временем требования изменяются и неизвестно, какими они будут через 50...70 лет, когда выращенные древостои поступят в рубку. Однако имеются определенные тенденции в сортиментной структуре потребления древесины и требованиях к сортаментам. Эти требования проанализированы по материалам разных стран примерно за 100 лет [4]. Оказалось, что имеется устойчивая тенденция к повышению спроса на деловую древесину хвойных пород. Увеличение переработки лиственной обычно обусловлено повышением доли лиственных пород в лесном

фонде. Большую долю в потребности составляют лесоматериалы для распиловки (пиловочник), которая мало меняется со временем. Резко поднялась доля балансов в общей потребности, а также процент древесины, используемой для выработки шпона (фанерный кряж и др.). В последнее время ставится и частично реализуется вопрос о выращивании древесины для энергетических нужд с закладкой плантаций [5].

Очевидно, что ориентация на определенный сортимент и связанные с ним породы должна быть задана на перспективу. Перечень таких сортиментов и пород ограничен. Тенденция спроса на сортименты и породы по отдельным регионам со временем мало изменяется, поэтому ориентацию на сортименты по региону на перспективу можно задать. Она необходима, так как без нее не только не выбрать главной породы, но и не создать технологии плантационного лесовыращивания: деревья на пиловочник и фанерное сырье выращивают в разреженных древостоях, а на балансы — в древостоях с высокой полнотой. Как уже отмечалось, при выборе главных пород нужно учитывать много факторов, которые можно свести к четырем группам:

введение критерия деления на плантационный и неплантационный фонды;

введение ограничений на пригодность ТУМ для конкретных пород; определение ориентации хозяйства на определенные породы и сортименты;

установление количественной и технической спелостей, по которым рассчитывается возраст рубки.

Для плантационного фонда выбор пород начинают с ориентации на определенные сортименты. Если имеется задание выращивать пиловочник, то в качестве главной породы в конкретном ТУМ или хозсекции выбирают сосну или ель по максимуму среднего прироста запаса крупной и средней деловой древесины в возрасте технической спелости, так как из деревьев именно таких категорий крупности заготавливают названный сортимент. Сравнение ведут по среднему приросту, что обеспечивает сопоставимость данных при разных возрастах спелости для сосны и ели. При этом получается максимум запаса для распиловки.

Теоретически для плантационного хозяйства по текущему приросту можно установить возрасты спелости, но это нецелесообразно по следующим причинам: во-первых, при лесоустройстве указанная величина определяется с невысокой точностью; во-вторых, даже в плантационном хозяйстве предполагается использовать не весь текущий прирост, а только часть его в виде отпада при рубках ухода. Поэтому возраст количественной и технической спелостей рекомендуется находить по среднему приросту.

При ориентации на балансы выбор главных пород зависит от способа переработки древесины. В случае сульфитного способа предпочтение отдают ели, причем те ТУМ, где она не произрастает, относят к неплантационному фонду. При сульфатном способе переработки древесины на целлюлозу, а также для целлюлозы на химическую переработку ВГП делают по сосне и ели в любом соотношении, а также по лиственным породам при заданном допустимом проценте их от общей массы. В этом случае берут массу, а не запас, так как она лучше характеризует продукцию химической переработки; при этом массу определяют умножением запаса на объемный показатель по каждой породе. Выбор главных пород в конкретном ТУМ (хозсекции) нужно делать по максимуму среднего прироста массы на 1 га в возрасте количественной спелости. Если получится, что лиственных пород будет больше заданного процента, то в части ТУМ лиственные должны быть заменены хвойными; причем там, где разница между средним приростом массы на 1 га хвойных и лиственных пород будет наименьшей.

Возможен вариант, когда соотношение пород не задано. Тогда выбор главных пород при сульфатном способе переработки производят по максимуму среднего прироста массы в возрасте количественной спелости.

При выращивании древостоев на энергетическое сырье нужно ориентироваться на получение максимума тепла от сжигания древесины. В этом случае устанавливают возраст количественной спелости по максимуму среднего прироста; последний определяют умножением ликвидного запаса древесины на 1 га на удельную теплоту сгорания ее, причем берут запас, а не массу, так как при расчете через названный показатель используют только запас и теплоту сгорания. Главную породу надо выбирать по максимуму среднего прироста.

При выращивании древостоев на фанерное и другое сырье следует определять возраст технической спелости по запасу крупной и средней деловой древесины. Главными породами в этом случае могут быть дуб, бук, береза или другие.

Возможны комбинации выбираемых пород на сортименты, тогда соотношение должно быть задано; иначе выбор главных пород становится неразрешимой задачей.

Для неплантационного фонда в ТУМ, кроме экстремальных, главную породу следует выбирать так же, как для плантационного, потому что цель хозяйства для этих фондов единая. Ход роста и товарную структуру древостоев в этом случае надо принимать такими же, как при неплантационной технологии лесовыращивания.

Возрасты спелостей в неплантационном фонде устанавливают по такой же методике, как и в плантационном, а возрасты рубок приравнивают к возрастам спелостей. Возрасты и обороты рубки должны совпадать, так как период возобновления лесосек равен одному году.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Лосицкий Б. К., Чуенков В. С. Эталонные леса.— М.: Лесн. пром-сть, 1980.— 191 с. [2]. Мелехов И. С. Лесоведение.— М.: Лесн. пром-сть, 1980.— 408 с. [3]. Моисеев В. С. Ландшафтная таксация.— Л.: Стройиздат, 1977.— 224 с. [4]. Мошкалев А. Г., Соловьев В. А. Задачи рационального использования лесов в связи с охраной окружающей среды.— Лесн. хоз-во, 1981, № 2, с. 77—79. [5]. Современное состояние и перспективы применения древесины как источника энергии за рубежом.— М.: ЦБНТИ Гослесхоза СССР, 1982.— 29 с. [6]. Ткаченко Е. М. Общее лесоводство.— М.— Л.: Гослесбуиздат, 1952.— 600 с.

Поступила 19 апреля 1985 г.

УДК 630*232.325 : 632.954

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ВНЕСЕНИЯ СУХИХ ГЕРБИЦИДОВ ПРИ УХОДАХ ЗА КУЛЬТУРАМИ СОСНЫ НА СЕВЕРЕ

Г. С. ТУТЫГИН

Архангельский лесотехнический институт

При уходах за лесными культурами гербициды чаще всего вносят с водой — в виде растворов или суспензий. Положительные результаты получены также при использовании порошковидных препаратов в сухом виде в смеси с балластом (опилками, песком, торфокрошкой) [2], [5], а гранулированных гербицидов — без добавления балласта [1].

В условиях Севера, специфичных по климату и почвам, до настоящего времени не изучена эффективность различных способов внесения гербицидов. Наши исследования имеют цель в определенной степени восполнить этот пробел.

Объектом исследований послужил участок культур сосны, созданных на вырубке из-под сосняка-черничника в северной части средней подзоны тайги (Емцовский учебно-опытный лесхоз АЛТИ). Почва на участке — подзол маломощный супесчаный, развивающийся на супеси, подстилаемой легким моренным карбонатным суглинком. Двухлетние сеянцы были высажены по дну борозд, приготовленных плугом ПКЛ-70, весной, сразу после обработки почвы. До момента проведения нами химических обработок на участке не было агротехнических уходов.

Химические уходы провели спустя 4 года после создания лесных культур, в конце мая, до отрастания сорняков. Для обработки растворами и суспензиями гербицидов использовали ранцевый опрыскиватель ОРП-Г. Сухие препараты разбрасывали вручную в смеси с опилками (300 кг опилок на 1 га). Во всех вариантах обрабатывали только пласты с обеих сторон каждого ряда культур. На контроле уходов не проводили.

Результаты уходов учитывали в середине июля в год их проведения и на следующий год*. Биомассу надземной части живого напочвенного покрова определяли на учетных площадках, равномерно расположенных по пластам. Суммарная величина учетных площадок в каждом варианте и на контроле составляла не менее 10 м². Перед взятием образцов биомассы определяли освещенность кроны культивируемых древесных растений на высоте 30 см от шейки корня по вариантам ухода и параллельно в конт-

Таблица 1

Воздушно-сухая биомасса надземной части растений живого напочвенного покрова на пластах под влиянием обработки гербицидами

Вариант внесения гербицида	Гербицид	Доза гербицида по д. в., кг/га	Биомасса, г/м ²				
			Луговик и вейник	Иван-чай	Прочие виды	Всего	
Опрыскивание с водой	Атразин	5	6,54	14,62	8,32	29,48	
			24,30	57,25	24,25	105,80	
		10	0,76	1,92	2,22	4,90	
	14,98		42,75	17,15	74,88		
	15	0,60	0,36	0,26	1,22		
		9,10	29,06	14,20	52,36		
	Далапон	5	24,46	16,22	12,98	53,66	
			39,90	29,10	24,72	93,72	
		10	2,36	4,34	7,24	13,94	
			20,50	24,98	21,85	67,33	
		Атразин + далапон	4 + 4	3,92	8,32	7,82	20,06
				16,50	42,10	19,45	78,05
Разбрасывание в смеси с опилками	Атразин	5	26,86	18,68	13,96	59,50	
			21,52	56,90	18,08	96,50	
		10	10,24	8,06	6,26	24,56	
	13,28		38,50	13,72	65,50		
	15	1,84	0,82	0,58	3,24		
		8,30	27,27	11,10	46,67		
	Далапон	5	24,98	17,86	18,28	61,12	
			43,50	37,95	29,15	110,60	
		10	8,42	9,36	5,46	23,24	
			26,11	28,85	19,05	74,01	
		Атразин + далапон	4 + 4	14,36	8,64	5,80	28,80
				15,03	33,62	12,58	61,23
Контроль			84,00	46,84	32,04	162,88	
			98,02	105,70	55,20	258,92	

Примечание. В числителе — данные в год обработки; в знаменателе — на следующий год.

* В сборе и обработке полевого материала принимали участие студенты АЛТИ Н. Б. Елезова, Г. В. Малыгина, Н. В. Храмова, С. Н. Храмов.

роле (при помощи люксметров Ю-116). Кроме того, измеряли температуру воздуха у поверхности почвы и температуру почвы в рядах лесных культур. Для этих целей использовали термометры ТМ-1, ТМ-2, ТМ-3, ТМ-5.

Полученные данные (табл. 1) показывают, что после опрыскивания пластов суспензией атразина в дозе 5 кг/га по действующему веществу (д. в.) их засоренность луговиком и вейником в год проведения обработки уменьшилась на 92,2 % по сравнению с контролем. Повышение дозы атразина в 2 и 3 раза привело к фактически полному подавлению роста злаков. На следующий год надземная биомасса луговика и вейника возросла и в вариантах опрыскивания с дозами атразина 5, 10, 15 кг/га по д. в. составила соответственно 24,8; 15,2; 9,3 % от контроля.

Внесение атразина в сухом виде слабее, по сравнению с опрыскиванием, повлияло на уменьшение зарастания пластов злаками в год обработки. Однако на следующий год результаты внесения сухого препарата оказались даже несколько лучше, чем при опрыскивании в таких же дозировках. Очевидно, выпадающих в течение одного сезона осадков недостаточно для перемещения плохо растворимого гербицида к корням сорных растений.

В вариантах с использованием хорошо растворимого и быстро инактивирующегося далапона подобной зависимости не наблюдается. Степень изреживания злаков как в год обработки им, так и на следующий год выше после опрыскивания. Это вполне объяснимо, если учесть, что срок инактивации далапона 6...8 недель, а атразина — 18...20 месяцев [4]. Наибольшее для далапона сокращение надземной биомассы луговика и вейника достигнуто при дозировке 10 кг/га по д. в. (97,2...90,0 % на первый год и 79,1...73,4 % на второй год).

Высокую изреживающую способность показала смесь атразина с далапоном. В сравнительно низкой дозировке (4+4 кг/га по д. в.) она сократила надземную биомассу злаков в год проведения опрыскивания на 95,3 %, разбрасывания — на 82,9 %. На следующий год надземная биомасса луговика и вейника в варианте опрыскивания увеличилась, но не превысила 16,8 % от контроля, а в варианте применения сухой смеси осталась на том же уровне, что и в год обработки.

Анализируя влияние гербицидов на подавление роста иван-чая и других видов, можно заметить ту же закономерность, что и в отношении луговика и вейника, т. е. большее изреживание на первый год после опрыскиваний, чем после сухих обработок. На второй год проявляется преимущество внесения атразина в сухом виде по сравнению с опрыскиванием.

В результате изреживания напочвенного покрова увеличивается освещенность крон сосны. Например, на второй год после внесения сухой смеси атразин + далапон она в 5,1 раза превышала показатель на контроле. В том же варианте максимальная температура воздуха у поверхности почвы была на 5,2° больше, чем на контроле, а температура почвы на глубине 5 и 10 см составила в середине июля соответственно: 18,3 и 16,1 °С, или на 1,0...0,3° выше контроля.

Улучшение светового и теплового режимов, как правило, благоприятно сказывается на состоянии и росте лесных культур, но, как видно из табл. 2, не во всех случаях химические уходы положительно повлияли на культуры сосны. Как известно [1, 3], сосна относится к породам, которые могут повреждаться далапоном. Во время опрыскивания неизбежно попадание рабочей жидкости на культивируемые растения. Поэтому чем выше была концентрация гербицида в растворе, тем хуже показатели их роста. Так, после опрыскивания с дозой 10 кг/га по д. в. снизился текущий прирост в высоту в год проведения ухода и на следующий год. Меньше, по сравнению с контролем, оказалась средняя высота и диаметр 7-летних культур.

Таблица 2
Рост культур сосны под влиянием химических уходов

Вариант внесения гербицида	Гербицид	Доза гербицида по д. в., кг/га	Показатели роста в биологическом возрасте 7 лет		Текущий прирост в высоту М ± m, см		
			Высота культур М ± m, см	Диаметр у шейки корня М ± m, см	в год, предшествующий химуходу	в год проведения химухода	на второй год
Опрыскивание с водой	Атразин	5	65,3 ± 2,0	1,5 ± 0,05	8,2 ± 0,3	21,3 ± 0,6	22,9 ± 0,8
		10	71,6 ± 2,6	1,6 ± 0,06	8,5 ± 0,3	22,8 ± 0,8	22,6 ± 0,8
		15	61,4 ± 2,7	1,6 ± 0,07	8,8 ± 0,3	18,4 ± 0,6	20,7 ± 1,0
	Атразин + далапон	5	56,2 ± 1,5	1,3 ± 0,05	8,4 ± 0,3	15,1 ± 0,6	17,5 ± 0,7
		10	49,4 ± 1,8	1,2 ± 0,05	8,5 ± 0,4	11,7 ± 0,4	15,2 ± 0,6
		4 + 4	63,6 ± 2,0	1,5 ± 0,04	9,0 ± 0,4	19,3 ± 0,6	21,8 ± 0,7
Разбрасывание в смеси с опилками	Атразин	5	66,5 ± 2,2	1,4 ± 0,05	8,6 ± 0,3	19,7 ± 0,7	24,4 ± 0,8
		10	74,6 ± 2,9	1,7 ± 0,08	8,4 ± 0,3	23,5 ± 0,8	28,6 ± 0,7
		15	65,1 ± 2,6	1,5 ± 0,06	8,6 ± 0,2	20,1 ± 0,7	22,6 ± 0,8
	Далапон	5	66,8 ± 2,4	1,5 ± 0,07	8,9 ± 0,3	20,5 ± 0,6	23,2 ± 0,9
		10	58,4 ± 2,0	1,4 ± 0,06	8,7 ± 0,3	16,5 ± 0,7	19,4 ± 0,7
		4 + 4	72,2 ± 2,4	1,6 ± 0,06	8,3 ± 0,3	22,3 ± 0,7	27,1 ± 0,8
Контроль		54,1 ± 1,8	1,3 ± 0,05	8,5 ± 0,3	14,4 ± 0,5	17,3 ± 0,6	

Сухие препараты, в отличие от растворенных или взвешенных в воде, в меньшей степени попадают на кроны древесных растений и прилипают к ним. При отсутствии на Севере осадков ливневого характера они проникают в почву постепенно, что снижает их отрицательное влияние. Это подтверждается существенным, по сравнению с контролем, увеличением средней высоты культур в варианте внесения далапона сухим (5 кг/га по д. в.) и его смеси с атразином ($t = 4,24$ и $t = 6,03$), лучшими показателями текущего прироста в высоту. С увеличением дозы далапона до 10 кг/га рост культур оставался на уровне контроля.

Наиболее значительное усиление роста сосны после подавления травянистой растительности атразином наблюдалось при его дозировке 10 кг/га по д. в., особенно в варианте разбрасывания. В последнем слу-

чае зарегистрированы максимально достигнутые средние: высота, диаметр и текущий прирост в высоту. К ним довольно близки показатели варианта обработки сухой смесью (атразин + далапон).

Полученные результаты позволяют сделать вывод о перспективности применения сухих гербицидов на Севере, где значительная часть осадков выпадает в весенне-летний период. На супесчаных подзолах для ухода за культурами сосны, созданными на вырубках из-под сосняков-черничников посадкой в дно плужных борозд, можно рекомендовать обработку пластов препаратами: атразин + далапон (4 + 4 кг/га по д. в.) или атразин (10 кг/га по д. в.) в смеси с опилками (300 кг на 1 га обрабатываемой площади). Первый вариант экономически выгоднее, так как далапон почти в 3 раза дешевле атразина. Сухие препараты упрощают работу, что особенно важно на отдаленных участках и в условиях бездорожья. Вместе с тем, возможен химический уход путем опрыскивания пластов водной суспензией атразина (10 кг/га по д. в.).

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Бельков В. П. Применение гербицидов в лесных культурах и питомниках в СССР и за рубежом: Обзор, информ.— М.: ЦБНТИлесхоз, 1981, № 1.— 28 с. [2]. Иванова З. В., Барвинченко А. П., Шадрин Т. И. Комплексное применение химических средств при выращивании лесных культур.— Лесн. хоз-во, 1983, № 2, с. 72—74. [3]. Масленков П. Г. Химический уход за лесом.— М.: Лесн. пром-сть, 1981.— 120 с. [4]. Мельников Н. Н., Новожилов К. В., Пылова Т. Н. Химические средства защиты растений (пестициды): Справочник.— М.: Химия, 1980.— 288 с. [5]. Гомов В. С., Сенчишин М. П., Чечуга Б. А. Комплексная механизация восстановления леса на вырубках.— Лесн. хоз-во, 1983, № 12, с. 54—55.

Поступила 11 декабря 1985 г.

УДК 630*232.11

НОВЫЙ ВЗГЛЯД НА ГЕОГРАФИЧЕСКИЕ КУЛЬТУРЫ СОСНЫ ОБЫКНОВЕННОЙ В. Д. ОГИЕВСКОГО

Я. ОЛЕКСИН, М. ГЕРТЫХ, Г. И. РЕДЬКО

Институт дендрологии Польской Академии наук

Ленинградская лесотехническая академия

Исследования изменчивости в географических культурах сосны обыкновенной — наиболее распространенной и ценной лесообразующей породы в Евразии — ведутся уже более 150 лет. За это время в различных странах было заложено значительное число опытов, которые описывались в лесоводственной литературе. Они преследовали главным образом практические цели: изучение естественной генетической изменчивости в целях отбора наиболее подходящих рас, пригодных для лесовыращивания, или определение возможных направлений и дальности переноса семян. Благодаря этим опытам, существует также возможность изучения многих вопросов, стоящих перед популяционной генетикой.

С точки зрения количества информации, которую можно получить, анализируя деревья в географических культурах, наиболее ценны старые опыты. К сожалению, в связи со значительной продолжительностью роста такие культуры неоднократно предаются забвению, редко или вообще не проводятся в них уходы, а еще реже результаты попадают в печать.

Начиная с 1907 г., главной организацией, координирующей эти эксперименты, является Международный союз лесных исследовательских организаций (ИЮФРО). Однако текущий контроль международной ор-

ганизации за расположенными в различных странах культурами затруднителен, а проведение одновременных замеров или наблюдений оказывается зачастую совсем неосуществимым.

Приведенные соображения справедливы также для чрезвычайно интересно задуманной серии географических культур, заложенных в 1910—1916 гг. по инициативе В. Д. Огиевского. Из 21 лесничества, в которые были разосланы семена для этого эксперимента, более или менее регулярно проводятся измерения лишь в восьми (Брянское, Боровое, Казанское, Собичское, Охтенское, Фащевское, Лыковское, Лесная опытная дача ТСХА), в двух лесничествах (Никольское, Северное опытное) культуры погибли, судьба остальных остается невыясненной (Трипольское, Турское, Цельское, Керенское, Верестское, Заокское, Велятичское, Оршанское, Городищенское, Духовищенское).

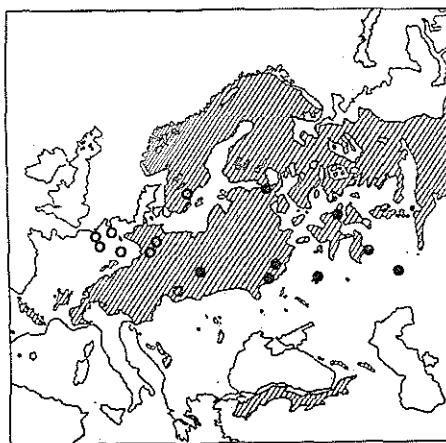


Рис. 1. Размещение географических культур сосны обыкновенной ИЮФРО 1907 г. (○) и культур В. Д. Огиевского 1910—1916 гг. (●). Штриховкой обозначен ареал сосны.

Со времени последней удачной сводки по опытам В. Д. Огиевского [3] вплоть до последнего времени не было работ, в которых рассматривались бы одновременно результаты, полученные на многих опытных площадях. В сделанном недавно обзоре роста сосны в географических культурах В. Д. Огиевского нам удалось найти данные замеров для 7 опытных площадей в 21 варианте, на которых произрастает сосна из 42 бывших губерний дореволюционной России [8].

Изучение роста сосны обыкновенной в культурах В. Д. Огиевского дополняет и значительно обогащает результаты, полученные в сходной серии опытов, заложенных в 1917 г. ИЮФРО. Данные последнего обзора по этим культурам, сделанного М. Гертыхом [6], показывают, что из 21 опытной площади уцелело лишь 9 (рис. 1). Первые серии географических культур сосны обыкновенной дополняют опыты ИЮФРО с 1938—1939 гг.

В связи с несравнимостью замеров, выполненных различными методами и в разное время, данные были выражены через отклонения от средней для данного варианта опыта (в единицах стандартного отклонения). После такой обработки данные пригодны для одновременного рассмотрения. Одним из основных результатов, которые можно благодаря этому получить, является информация о пластичности климатипов, т. е. способности к адаптации в местах посадки культур.

На рис. 2 и 3 в качестве примера представлены данные об изменчивости двух климатипов из бывших Пермской и Курляндской губерний. Исходным материалом для определения пластичности культур сосны международного опыта ИЮФРО 1907 г. послужили замеры высот, а в культурах В. Д. Огиевского — запасов древесины.

Как следует из рис. 2, сосна из бывшей Курляндской губернии отличается большой пластичностью при перенесении семян даже на значительные расстояния от места их сбора. Почти везде, где была высажена сосна этого климатипа, высота деревьев или запас древесины были равными или большими, чем средние величины, для данного опыта (идеограммы направлены вверх). Сосна из этого района, известная в

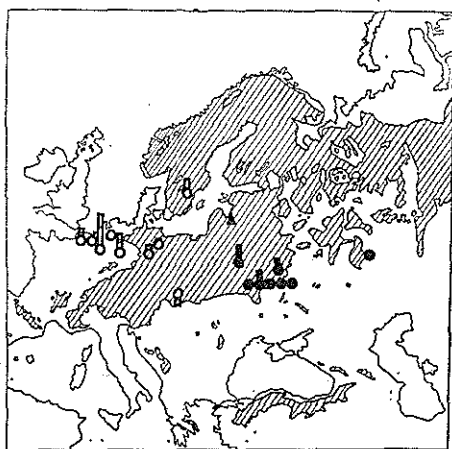


Рис. 2. Сравнение пластичности климата сосны обыкновенной из бывшей Курляндской губернии в географических культурах ИЮФРО 1907 г. (○) и культурах В. Д. Огиевского (▲). Треугольником обозначено место сбора семян, а точками места, в которых высаживали сеянцы, полученные из этих семян.

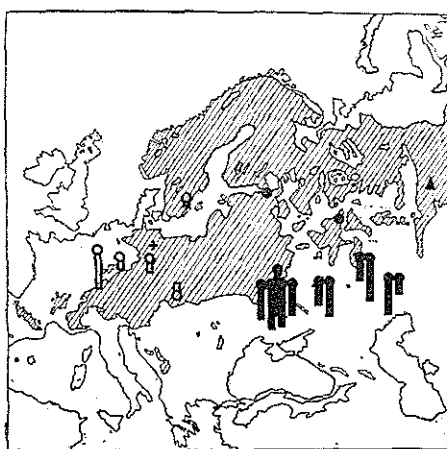


Рис. 3. Сравнение пластичности климата сосны из бывшей Пермской губернии. Знаком плюс обозначены погибшие культуры. Остальные обозначения см. на рис. 2.

литературе под названием рижской и мазурской, характеризуется во всех странах, в которых она высаживалась, отличным качеством и пластичностью [7].

Для противопоставления на рис. 3 показана изменчивость в зависимости от места высаживания типичного отрицательного климатипа из бывшей Пермской губернии (идеограммы направлены вниз).

Располагая обработанными указанным способом данными по географическим культурам сосны обыкновенной, заложенным в России в

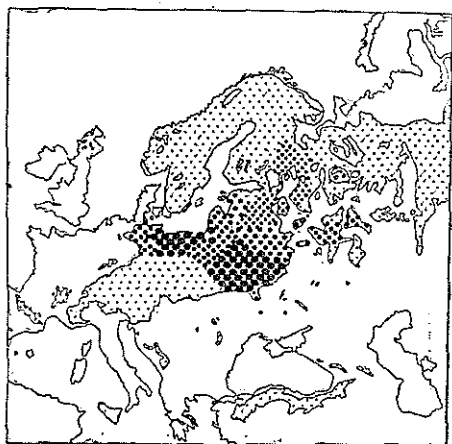


Рис. 4. Пластичность сосны обыкновенной в географических культурах. Районы с большими точками характеризуются лучшими показателями пластичности и продуктивности сосны.

1910—1916 гг. и в международном опыте ИЮФРО 1907 г., мы попытались определить наиболее перспективные для сбора семян пластичных форм районы в европейской части ареала распространения этой породы (рис. 4).

Из представленной на рисунке карты следует, что значительной продуктивностью характеризуются климатипы сосны: волынский, минский, могилевский, черниговский. Хорошими оказались также климатипы балтийские (от ФРГ до Латвийской ССР) и из узкой полосы между 54 и 57° северной широты (бывшие Московская, Владимирская, Нижегородская, Казанская и Самарская губернии). Плохие показатели прироста обнаружены у островных климатипов южной части ареала.

Северная сосна, особенно на широте 60°, несмотря на хорошую сохранность, перспективна для применения лишь по месту сбора семян. Самыми плохими на большинстве опытных участков оказались климатипы из бывших Вологодской, Вятской и Пермской губерний. Климатипы северо-западные и юго-восточные растут плохо, из центральной Польши занимают среднее положение. Плохими оказались также скандинавские и горные климатипы.

Самые продуктивные и пластичные климатипы сосны находятся в зоне смешанных лесов [4]. Одной из причин этого явления может быть их большая приспособленность в борьбе за существование, выработанная в условиях конкуренции с лиственными породами [8]. Намеченная нами зона пластичных и продуктивных климатипов до некоторой степени совпадает с зоной хорошей продуктивности сосновых древостоев в естественных условиях [2]. Таким образом, проведенные опыты указывают на генетическую обусловленность по продуктивности.

Основываясь на имеющихся в литературе сведениях о пересылке семян для закладки географических культур в Ново-Александровский институт сельского хозяйства и лесоводства Люблинской губернии (ныне город Пулавы, Польша), мы предприняли попытку отыскать эти культуры. Сведения об их существовании были распространены среди польских лесоводов [5, 8], однако, ввиду потери планов и других документов в период первой мировой войны, попытки не принесли успеха. Нами была найдена изданная в 1932 г. Тифлиским лесотехническим институтом работа С. З. Курдиани, в которой он привел схему географических культур, заложенных им в 1912 г. [1]. Располагая этой схемой, мы без особого труда отыскали на местности эти культуры и, благодаря точному соблюдению во время посадки расстояний в рядах и междурядьях, а также разграничению отдельных вариантов опыта сохранившимися по сей день канавками, полностью их восстановили.

Таким образом, в сети географических культур сосны обыкновенной В. Д. Огиевского появилась новая ценная находка.

Результаты обмеров (см. табл.) показали, что наиболее продуктивны здесь культуры сосны из бывших губерний: Волынской, Киевской, Курляндской, Люблинской (местная) и Воронежской. Решающим фактором, обусловившим продуктивность, было число деревьев на 1 га.

Характеристика 70-летних географических культур сосны обыкновенной в даче «Руда» вблизи г. Пулавы (ПНР)

Климатип сосны (бывшая губерния)	Число деревьев, шт./га	Средний диаметр, см	Средняя высота, м	Запас древесины, м ³ /га
Волынская	718	26,5	23,9	437,7
Киевская	498	25,3	24,5	287,4
Курляндская	586	23,5	23,7	284,5
Люблинская (местная)	586	24,8	21,8	283,1
Воронежская	409	26,5	23,5	243,3
Олонецкая	264	30,2	22,3	205,2
Харьковская	308	27,3	23,6	195,2
Архангельская	242	30,9	22,8	188,1
Новгородская	176	31,0	23,5	154,5
Вологодская	183	32,2	21,9	150,0
Карская	198	27,3	23,7	130,6
Уфимская	227	24,6	21,5	122,3
Енисейская	139	31,6	23,0	125,3
Тверская	198	23,3	22,2	88,7
Тобольская	110	30,5	22,0	87,1
Среднее	323	27,7	22,9	198,0

В то же время этот фактор оказался наиболее изменчивым показателем. По сравнению с лучшим в этом опыте волынским климатипом, сосны из Сибири характеризовались почти в 6 раз меньшим числом сохранившихся к 70 годам деревьев на 1 га.

Это самый западный район географических культур сосны обыкновенной 1910—1916 гг. Опыт, с одной стороны, значительно пополняет наши знания о географической изменчивости сосны обыкновенной, а с другой, доказывает возможность отыскания казалось бы утраченных культур. Полный успех может быть достигнут лишь при условии одновременного выполнения по единой методике работ на всех опытных участках, в том числе и на таких, как в Фашевском лесхозе, где исследования не проводились уже свыше 30 лет.

Кроме безусловной научной и практической ценности, которую может принести эта разработка, нашим моральным долгом по отношению к прежним поколениям лесоводов, заложивших эти опыты, должно быть их полное использование.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Курдиани С. З. Из биологии лесных пород.— Тифлис: Тифлис. лесотехн. ин-т, 1932.— 136 с. [2]. Обновленский В. М. Географические изменения сосны обыкновенной и районирование переброек ее семян для облесительных работ.— В кн.: Сб. по лесоразведению. М.—Л.: Гослесбумиздат, 1950, с. 4—22. [3]. Фомин Ф. И. Опыт районирования семенного хозяйства обыкновенной сосны на основе изучения климатических экотипов.— В кн.: Исследования по лесосеменному делу. Л.: Гослестехиздат, 1940, с. 3—106. [4]. Berg L. S. Przyroda ZSRR.— PWN, Warszawa, 1962.— 483 p. [5]. Giertych M. Zagadnienia genetyczne.— In: Sosna zwyczajna. PWN, Warszawa—Poznan, 1970, p. 232—261. [6]. Giertych M. Summary of results on Scots pine (*Pinus silvestris* L.) height growth in IUFRO provenance experiments.— *Silvae Genetica*, 1979, N 4, p. 136—152. [7]. Giertych M. Polskie rasy sosny, swierka i modrzewia w miedzynarodowych doswiadczeniach proveniencyjnych.— *Arboretum Kórnickie*, 1980, N 25, p. 135—160. [8]. Giertych M., Olexyn J. Summary of results on Scots pine (*Pinus silvestris* L.) volume production in Ogievskij's pre-revolutionary Russian provenance experiments.— *Silvae Genetica*, 1981, N 2/3, p. 56—74.

Поступила 30 июня 1986 г.

УДК 630*232 : 674.031.632.264

ОСНОВНЫЕ ЭТАПЫ ВОССТАНОВЛЕНИЯ И ФОРМИРОВАНИЯ ИСКУССТВЕННЫХ НАСАЖДЕНИЙ ДУБА В СРЕДНЕМ ПОВОЛЖЬЕ

А. С. ЯКОВЛЕВ

Марийский политехнический институт

Известно, что искусственное возобновление и формирование дубового леса на лесокультурной площади представляет непрерывный процесс, протекающий во времени и пространстве и разделяющийся на качественно различные этапы, периоды и фазы, которые имеют разное биологическое содержание и требуют применения биологических, технических и хозяйственных приемов.

Динамический подход к лесным культурам был обоснован во многих работах [1—21], и процесс искусственного лесовыращивания в них расчленяется: в одних случаях на фазы по ясно различимым биологическим признакам развития леса, в других — по этапам, включающим как биологические, так и хозяйственные аспекты.

С нашей точки зрения, искусственное возобновление дуба на вырубках, означающее динамический процесс восстановления основного компонента леса — древостоя главной породы, следует рассматривать

как единый биологический и лесохозяйственный (лесокультурно-технологический) процесс на основе лесоводственно-географической типологии дубовых лесов. В этом процессе годовые и возрастные биологические фазы роста и развития лесной культуры (культурфитоценоза) в единстве со средой в пространстве и во времени имеют тесную, взаимообусловленную связь с теми лесокультурными и лесоводственными мероприятиями, которые своим количественным и качественным содержанием обеспечивают создание благоприятной экологической среды для культур в системе лесного биогеоценоза. Системно-динамический подход к искусственному возобновлению дуба на вырубках дает основу для практических целей выделить в первую очередь те из этапов и фаз, которые объективно отражают наиболее существенные стороны восстановления и формирования искусственных насаждений этой лесобразующей породы. Этот процесс нами расчленен на следующие этапы и фазы:

I. Подготовительный этап: 1) выявление урожайных участков (ВЛСУ, ПЛСУ и др.) текущего года с учетом эколого-селекционной структуры популяции древостоев дуба; 2) заготовка желудей в соответствии с их экотипическим происхождением и полиформизмом (длинноплодные, широкоплодные, типичноплодные по А. К. Денисову [5], М. Д. Данилову [4]. Подготовка желудей к хранению и посеву; 3) выращивание, биологическая и лесокультурная подготовка посадочного материала.

II. Производство культуры: 1) подготовка лесокультурных площадей и обработка почвы на них с учетом формирующихся типов вырубков и их экологических условий; 2) посев или посадка леса по технологической схеме лесной культуры.

III. Агротехническая (травяная) стадия развития культур (с фазами приживания в первые 1...2 года их жизни и индивидуального роста (предшествующего смыкания) в последующие 3...10 лет). Продолжительность агротехнической (травяной) стадии 3...10 лет, пока общая сомкнутость крон достигнет полноты 0,3.

IV. Формирование лесной стадии молодняка культур до периода завершеного лесокультурного производства* с фазами: 1) первая — от начала до полного смыкания крон древесно-кустарниковых пород в культурах (11...20 лет). Это фаза чащи, когда культуры дуба страдают от затенения сверху деревьями и кустарниками быстрорастущих пород; 2) вторая — фаза жердняка — быстрого роста в высоту и резкой дифференциации в росте растений и их конкуренции (21...35 лет), когда культурам дуба нужна помощь в борьбе с сопутствующими растениями за площадь освещения и питания.

V. Формирование средневозрастных, приспевающих и спелых искусственных насаждений, начиная с периода определившегося состава и структуры до окончания периода сложившегося типа леса (с 35...40 лет и в последующие годы жизни).

Таким образом, процессы создания, роста и формирования искусственных насаждений рассматриваются по пяти основным этапам в едином цикле динамики лесных биогеоценозов. Это разделение хотя и условно, но не заменяет деления насаждений на классы возраста и позволит определить лесокультурные (лесохозяйственные) мероприятия, начиная от момента проектирования, создания лесных культур на вырубках до выхода дуба в основной ярус, т. е. периода его завершеного производства, а также для последующих этапов.

Для первого этапа решающее значение имеют семена как исходный лесокультурный материал в биологическом процессе развития искусственных лесных насаждений. Получение семян с высокими наследствен-

* Термин употребляется по А. Р. Родину [18, 19].

ными качествами, в свою очередь, требует организации лесосеменной базы на селекционно-генетической основе и включает: 1) выбор насаждений дуба и деревьев для заготовки желудей; 2) закладку и формирование постоянных и временных лесосеменных участков, а также лесосеменных плантаций; 3) заготовку желудей в своем хозяйстве или получение их из других районов, согласно испытанному лесосеменному районированию, хранению и подготовке к посеву и быстрому прорастанию.

Периодически повторяющиеся урожайные и неурожайные годы в плодоношении дуба вызывают необходимость выращивания посадочного материала в специализированных лесных питомниках, заготовки и подготовки его к процессу регенерации корневых систем и роста надземной части.

Для второго этапа в биологическом процессе развития культур первостепенное значение имеет выполнение подготовительных и основных агротехнических лесокультурных мероприятий на основе закономерностей формирования типов вырубок и лесорастительных условий лесокультурных площадей (включая динамику напочвенного покрова, естественного возобновления лиственных древесных и кустарниковых пород и способов искусственного возобновления). Формирование типа вырубок и их экологических условий влияет на динамику экологических условий культур. В то же время правильно примененные виды подготовки лесокультурной площади и обработки почвы могут оказать существенное влияние не только на микроэкологические условия, обеспечивающие быстрое прорастание семян, ускорение сеянцев и развитие растений в начальный период их жизни, но и на дальнейший ход формирования молодняка и древостоя. Данный этап является первой стадией реализации проекта лесных культур на лесокультурной площади, началом пространственного размещения культивируемой породы.

На втором этапе важно сочетание техники и приемов посева желудей или посадки сеянцев с годичным циклом жизни растений, т. е. с их фенологическим развитием. В хозяйственном отношении этот этап ограничен календарными сроками, устанавливаемыми в соответствии с местными климатическими и текущими погодными условиями. Посевы или посадки выполняются в течение нескольких дней, реже недель. Часто при производстве культур дуба этап разделяется на весенний и осенний.

Своевременное и правильное выполнение работ по производству культур обеспечивает их высокую приживаемость, рост и развитие растений.

Второй этап — реализация в природе проекта лесных культур. Техническая приемка лесных культур означает окончание периода производства.

Агротехническая (травяная) стадия развития культур дуба, расчленивающаяся на фазы приживания и индивидуального роста (предшествующего смыканию), наступает непосредственно за посевом или посадкой. Биологический процесс развития культур дуба включает в первый год: при посеве — прорастание желудей и появление всходов, рост стебля и листового аппарата, формирование корней, накопление запасных веществ и подготовку растения к зимнему покою, зимний покой; при посадке — распускание почек, рост стебля, формирование листового аппарата, регенерацию корней, накопление запасных веществ и подготовку растения к зимнему покою, зимний покой [3].

В агротехнической стадии развития культур в фазах приживания и индивидуального роста определяющим является образование большого ассимиляционного аппарата, полноценных почек и хорошо разветвленных корневых систем в соответствии с сезонным ритмом развития природы и степенью приспособленности к конкретным эдафическим, климатическим и биоценотическим условиям среды лесокультурной площади

(участка культуры). На агротехнической стадии развития культур дуба неблагоприятные факторы среды часто преобладают над положительными. Поэтому возникает необходимость в лесокультурном технологическом процессе регулирования микроэкологических условий (эдафических), ценологических взаимоотношений культуры с естественной растительностью путем ослабления, подавления или уничтожения последней. Это достигается применением систем лесокультурных мероприятий: 1) агротехнических уходов за почвой; 2) борьбой с вредителями и болезнями лесных культур; 3) охраной лесных культур от погрывы дикими и домашними животными и др.

Для лесной стадии — от начала полного смыкания (фаза чаши по В. В. Огиевскому [8, 14] и др.) до окончания периода формирования состава и структуры молодняка (фаза жердняка по В. В. Огиевскому) или до периода завершеного лесокультурного производства [18, 19] — фактором, определяющим развитие культур дуба, является выраженное взаимодействие естественных древесно-кустарниковых пород с растениями культуры, обуславливающее формирование состава, структуры насаждения. В биолого-экологическом процессе развития культур этап характеризуется постепенным формированием лесной среды, усилением роста в высоту, интенсивной дифференциацией растений по классам роста. Проявляется резко и в наиболее интенсивной форме конкуренция древесных пород, результат которой зависит от межвидовых взаимоотношений, складывающихся в данных лесорастительных условиях [3]. Характер взаимодействия (взаимовлияний) будет определяться четырьмя факторами: экологическими свойствами растений, их биологическими особенностями, густотой поселения, т. е. степенью их сближенности, и условиями среды, в том числе регулируемыи человеком [20, с. 217].

Однако основные факторы жизни этого периода — свет, пища и влага. Дуб на этом этапе часто ощущает недостаток в питательных веществах, влаге, особенно нуждается в верхнем освещении [9]. В это время с биологической точки зрения в культурах дуба возникает необходимость систематически рубками ухода (осветлениями, прочистками) удалять быстрорастущие древесные породы, расширяя площадь светового и почвенного питания растений дуба, пока культуры не выравниваются по высоте с естественно возобновившимися листовыми породами и не будут способны образовать верхний ярус культурфитоценозов (насаждений). Оптимальная среда для дуба на этом этапе образуется тогда, когда верхняя половина или треть крон деревьев получают не менее 50...80 % света от полной освещенности открытой местности [16]. В таком случае период завершеного лесокультурного производства культур дуба [18, 19] считается с момента выравнивания по высоте культур с естественно возобновившимися листовыми. Такое положение требует уточнений в проектах создания лесных культур и действующих инструкциях.

Для пятого этапа — формирование средневозрастных, приспевающих и спелых искусственных насаждений, начиная с периода определелвшегося до окончания периода сложившегося типа леса — характерна относительная стабилизация состава и строения насаждений (с 35...40 лет). Заканчивается и формирование видового состава подлеска и травяного покрова культурфитоценозов. На этом этапе культуры приближаются по структуре к исходным типам естественных дубняков [2]. Формирование искусственных насаждений достигается применением обычных лесоводственных уходов, хорошо разработанных в наставлениях по рубкам ухода.

В биологическом процессе развития насаждений продолжается естественный отпад. Систематические рубки ухода, направленные на увеличение прироста древесины, улучшение санитарного состояния, уси-

ние плодоношения, снижают естественный отпад до незначительных величин или до нуля.

Таким образом, каждому возрастному этапу лесных культур дуба присущи специфические особенности роста, развития и формирования насаждений. Такие особенности управляются и регулируются лесокультурными (лесохозяйственными) процессами.

Правильное понимание в пределах возрастного этапа экологической роли среды, естественно складывающихся противоречий в развитии лесных культур (культурфитоценозов) — теоретическая и практическая основа для дальнейшего совершенствования лесокультурных мероприятий в целях повышения качества состава и продуктивности леса, особенно в стадиях молодняка.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Белов С. В. Лесоводство.— М.: Лесн. пром-сть, 1983.— 352 с. [2]. Веретенников С. С. Развитие культурфитоценозов дуба Среднего Поволжья: Автореф. дис. . . . канд. биол. наук.— Л.: ЛГУ, 1979.— 26 с. [3]. Воробьев Д. В., Остапенко Б. Ф. Экологические основы лесовыращивания.— Харьков: Харьков. с.-х. ин-т, 1981.— 108 с. [4]. Данилов М. Д. Формовое разнообразие дуба черешчатого в условиях северо-восточной части его ареала и вопросы организации лесосеменного дела.— Йошкар-Ола: Маркнигониздат, 1969.— 120 с. [5]. Денисов А. К. Многоформенность желудей дуба черешчатого и ее влияние на их посевные качества.— Сб. трудов/ ПЛТИ, 1957, № 52, с. 227—231. [6]. Еремин Н. В., Яковлев А. С., Алимбек Б. Ш. Рекомендации и технологические схемы по созданию и выращиванию культур при реконструкции малоценных насаждений и на свежих вырубках/ Йошкар-Ола: Маркнигониздат, 1976.— 49 с. [7]. Кобранов Н. П. Обследование и исследование лесных культур.— Тр. по ЛОД, 1930, вып. 8, с. 3—102. [8]. Лесные культуры/ В. В. Огиевский, И. Д. Брауде, А. Е. Дьяченко и др.— М.— Л.: Гослесбумиздат, 1949.— 715 с. [9]. Лосицкий К. Б. Восстановление дубрав.— М.: Сельхозиздат, 1963.— 360 с. [10]. Марков М. В. Изучение агробиоценозов.— В кн.: Программа и методика биогеоэкологических исследований. М.: Наука, 1974, с. 358—370. [11]. Мелехов И. С. Лесная типология.— М.: МЛТИ, 1976.— 73 с. [12]. Мелехов И. С. Лесоведение.— М.: Лесн. пром-сть, 1980.— 408 с. [13]. Морозов Г. Ф. Избранные труды. Т. 1.— М.: Лесн. пром-сть, 1971.— 559 с. [14]. Огиевский В. В., Хиров А. А. Обследование и исследование культур.— М.: Лесн. пром-сть, 1964.— 50 с. [15]. Попов В. В. Научные основы выращивания широколиственных насаждений в северной лесостепи.— М.: АН СССР, 1960.— 320 с. [16]. Попов В. В. Закономерности формирования дубрав.— Лесн. хоз-во, 1965, № 6, с. 23—25. [17]. Редько Г. И., Родин А. Р., Трещевский И. В. Лесные культуры.— М.: Лесн. пром-сть, 1980.— 368 с. [18]. Родин А. Р. Научные основы искусственного возобновления хвойных пород: Автореф. дис. . . . докт. с.-х. наук.— М.: МЛТИ, 1980.— 38 с. [19]. Родин А. Р. Методические указания по выращиванию культур хвойных пород на вырубках.— М.: МЛТИ, 1981.— 24 с. [20]. Сукачев В. Н. Избр. труды. Т. 1. Основы лесной типологии и биогеоэкологии.— Л.: Наука, 1972.— 418 с. [21]. Яковлев А. С. Лесные культуры дуба.— Горький: Горьк. ун-т, 1980.— 122 с.

Поступила 18 ноября 1985 г.

ЛЕСОЭКСПЛУАТАЦИЯ

УДК 625.31.001.24

УСТОЙЧИВОСТЬ ТЕМПЕРАТУРНО-НАПРЯЖЕННОГО ПУТИ ПРИ АСИММЕТРИЧНОМ ИЗМЕНЕНИИ СИЛ СОПРОТИВЛЕНИЯ

С. И. МОРОЗОВ

Архангельский лесотехнический институт

Устойчивость температурно-напряженного железнодорожного пути в настоящее время рассчитывают при симметричном изменении сил сопротивления рельсошпальной решетки [1, 3, 4]. На практике, однако, возможны случаи, когда силы сопротивления асимметричны, например, при производстве путевых работ, связанных с ослаблением рельсошпальной решетки.

В статье рассмотрено влияние асимметрии на устойчивость пути в общем случае и дана оценка этого фактора для частного случая. Ниже использованы следующие предпосылки:

рельсошпальная решетка заменяется балкой постоянного поперечного сечения эквивалентной жесткостью EI в горизонтальной плоскости; изгиб пути происходит в зоне начальной неровности его оси, которая аппроксимирована уравнением:

$$y_z = 0,5f_0 (1 - \cos \beta z), \tag{1}$$

где $\beta = \pi/z_0$;

f_0, z_0 — стрела прогиба и половина длины неровности;

$z = x - x_n, y_z$ — текущая абсцисса и ордината неровности;

искривленный участок плавно сопрягается с прилегающими прямолинейными частями, поэтому $y(0) = y'(0) = y''(0) = y(l) = y'(l) = y''(l) = 0$;

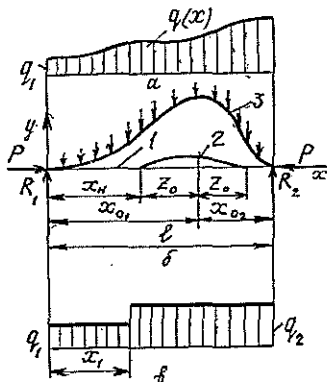
интенсивность распределенных сил сопротивления $q = q(x)$ зависит от положения сечения по длине участка и не зависит от его поперечного смещения, т. е. в каждом сечении $q = \text{const}$;

потеря устойчивости происходит в горизонтальной плоскости;

участок пути расположен на прямой.

Рис. 1. Расчетная схема.

a — эпюра сил сопротивления в общем случае; b — изогнутый участок пути: 1 — начальное положение; 2 — начальная неровность; 3 — ось пути при искривлении; v — ступенчатая эпюра сил сопротивления.



Для решения задачи используем методику, приведенную в работе [3]. Расчетная схема приведена на рис. 1, дифференциальное уравнение изогнутой оси

$$EIy^{IV} = -Py'' - q(x) - Py_z'' \quad (2)$$

или

$$y^{IV} + k^2y = -n(x) - k^2y_z'', \quad (2a)$$

где $k^2 = P/EI$; $n(x) = q(x)/EI$.

Решение дифференциального уравнения (2) в общем случае имеет вид [3]

$$\begin{aligned} y = & y(0) \cos kx + \frac{1}{k} y'(0) \sin kx + \frac{M_0}{EI k^2} (1 - \cos kx) + \\ & + \frac{R_1}{EI k^3} (kx - \sin kx) - \frac{1}{EI k^3} \int_0^x q(\xi) [k(x - \xi) - \sin k(x - \xi)] d\xi + \\ & + k \int_{x_H}^x y_z(\xi) \sin k(x - \xi) d\xi. \end{aligned} \quad (3)$$

Для заданных краевых условий получим

$$\begin{aligned} y = & \frac{R_1}{EI k^3} (kx - \sin kx) - \frac{1}{EI k^3} \int_0^x q(\xi) [k(x - \xi) - \sin k(x - \xi)] d\xi + \\ & + k \int_{x_H}^x y_z(\xi) \sin k(x - \xi) d\xi. \end{aligned} \quad (3a)$$

При определении прогибов на отдельных участках волны искривления имеем:

на участке $0 \leq x \leq x_H$

$$y_1 = \frac{R_1}{EI k^3} (kx - \sin kx) - \frac{1}{EI k^3} \int_0^x q(\xi) [k(x - \xi) - \sin k(x - \xi)] d\xi; \quad (4)$$

на участке $x_H \leq x \leq x_H + 2z_0$ (в зоне начальной неровности)

$$y_2 = y_1 + k \int_0^z y_z(\xi) \sin k(z - \xi) d\xi; \quad (5)$$

на участке $x_H + 2z_0 \leq x \leq l$

$$y_3 = y_2 - k \int_0^u y_z(\xi) \sin k(u - \xi) d\xi, \quad (6)$$

где $u = x - (x_H + 2z_0)$, $z = x - x_H$.

Для неровности, заданной уравнением (1), выражения (5) и (6) приводятся к виду:

$$y_2 = y_1 + \frac{f_0}{2} (1 - \lambda) \cos kz - \frac{f_0}{2} (1 - \lambda \cos \beta z); \quad (5a)$$

$$y_3 = y_1 + \frac{f_0}{2} (1 - \lambda) (\cos kz - \cos ku) + \frac{f_0}{2} \lambda (\cos \beta z - \cos \beta u), \quad (6a)$$

где $\lambda = k^2 / (k^2 - \beta^2)$.

Левую опорную реакцию найдем из условия $y''(l) = 0$, что дает

$$R_1 = \frac{1}{l} \int_0^l q(\xi)(l - \xi) d\xi. \quad (7)$$

Согласно методике, изложенной в работе [3], с помощью уравнений (4) — (6) на момент выброса рельсошпальной решетки необходимо определить критическое значение силы P , длину волны искривления, параметры критической неровности, для которой критическая сила минимальна.

Для определения этих характеристик устойчивости используем условия $y(l) = y'(l) = 0$. Так как в данном случае $z = l - x_0 + z_0$ и $u = l - x_0 - z_0$, то:

$$\begin{aligned} \cos kz &= \cos k(l - x_0 + z_0) = \cos k(x_0 - z_0); \\ \cos ku &= \cos k(l - x_0 - z_0) = \cos k(x_0 + z_0); \\ \cos \beta u - \cos \beta z &= 0. \end{aligned}$$

Используя уравнение (6), получим:

$$\begin{aligned} \frac{R_1}{EIk^3} (kl - \sin kl) - \frac{1}{EIk^3} \int_0^l q(\xi)[k(l - \xi) - \sin k(l - \xi)] d\xi = \\ = f_0(1 - \lambda) \sin kx_0 \sin kz_0; \end{aligned} \quad (8)$$

$$\begin{aligned} \frac{R_1}{EIk^3} (1 - \cos kl) - \frac{1}{EIk^3} \int_0^l q(\xi)[1 - \cos k(l - \xi)] d\xi = \\ = f_0(1 - \lambda) \cos kx_0 \sin kz_0. \end{aligned} \quad (9)$$

Методика дальнейшего решения состоит в следующем:

а) исключаем kx_0 из уравнения (8) и (9), для чего оба уравнения возводим в квадрат и складываем;

б) взяв от этого уравнения производную $\partial k/\partial l$ и приравняв ее нулю, получим уравнение для определения параметра kl , соответствующего моменту выброса решетки;

в) взяв от этого же уравнения производную $\partial k/\partial z_0$ и приравняв ее нулю, получим уравнение для определения параметра kz_0 , соответствующего минимальной критической силе.

Критическую силу находим из уравнения, полученного в пункте (а). Разделив (8) на (9), получим выражение для определения kx_0 .

Применение этой методики в общем виде приводит к громоздким выражениям, не имеющим практической ценности. Поэтому далее рассмотрим частный случай, когда силы сопротивления по длине участка изменяются по ступенчатому закону (рис. 1, в).

Используя (7), находим:

$$R_1 = \frac{1}{2l} [(q_1 - q_2)(2lx_1 - x_1^2) + q_2 l^2].$$

Обозначим для общности $q_2/q_1 = m$, $x_1/l = \alpha$. Тогда

$$R_1 = q_1 l \cdot \frac{1}{2} [(1 - m)(2\alpha - \alpha^2) + m].$$

Наконец, полагая

$$B = 0,5[(1 - m)(2\alpha - \alpha^2) + m],$$

получим окончательно

$$R_1 = Bq_1 l. \quad (10)$$

Аналогично получаем выражения для интегралов в уравнениях (8) и (9)

$$\int_0^l q(\xi)[k(l-\xi) - \sin k(l-\xi)] d\xi = \frac{q_1}{k} k^2 l^2 B + \frac{q_1}{k} \Delta_1; \quad (11)$$

$$\int_0^l q(\xi)[1 - \cos k(l-\xi)] d\xi = \frac{q_1}{k} kl B_1 - \frac{q_1}{k} \Delta_2, \quad (12)$$

где $B_1 = (1-m)\alpha + m$;

$$\Delta_1 = \cos kl - m - (1-m)\cos kl(1-\alpha);$$

$$\Delta_2 = (1-m)\sin kl(1-\alpha) - \sin kl.$$

Подставляем (10), (11) и (12) в уравнения (8) и (9). Преобразовывая, получим:

$$Bkl \sin kl + \Delta_1 = -\frac{k^4 EI}{q_1} f_0 (1-\lambda) \sin kx_0 \sin kz_0; \quad (13)$$

$$Bkl \cos kl + B_2 kl + \Delta_2 = -\frac{k^4 EI}{q_1} f_0 (1-\lambda) \cos kx_0 \sin kz_0, \quad (14)$$

где $B_2 = B - B_1 = \frac{1}{2} [(1-m)\alpha^2 + m]$.

Согласно приведенной выше методике, возводим оба уравнения в квадрат и складываем:

$$\begin{aligned} (Bkl \sin kl + \Delta_1)^2 + (Bkl \cos kl + B_2 kl + \Delta_2)^2 = \\ = \left[\frac{k^4 EI}{q_1} f_0 (1-\lambda) \sin kz_0 \right]^2. \end{aligned} \quad (15)$$

С помощью уравнения (15) можно решить две задачи: определить критическую силу в зоне конкретной начальной неровности и минимальную критическую силу для участка пути произвольной длины.

Для определения значения kl на момент выброса решетки берем производную по kl от уравнения (15) и приравниваем ее нулю

$$\begin{aligned} (Bkl \sin kl + \Delta_1)[B(\sin kl + kl \cos kl) - \sin kl + \\ + (1-m)(1-\alpha) \sin kl(1-\alpha)] + (Bkl \cos kl + B_2 kl + \Delta_2)[B(\cos kl - \\ - kl \sin kl) - \cos kl + B_2 + (1-m)(1-\alpha) \cos kl(1-\alpha)] = 0. \end{aligned} \quad (16)$$

Наконец, разделив (13) на (14), получим:

$$\operatorname{tg} kx_0 = \frac{Bkl \sin kl + \Delta_1}{Bkl \cos kl + B_2 kl + \Delta_2}. \quad (17)$$

Правые части уравнения (15)

$$\Pi^2 = (Bkl \sin kl + \Delta_1)^2 + (Bkl \cos kl + B_2 kl + \Delta_2)^2,$$

а также правые части уравнений (16) и (17) имеют общий вид и не привязаны к какой-либо конкретной конструкции пути. Найденные с их помощью значения kl , kx_0 , Π для ряда значений α и m приведены в табл. 1. Эпюры сил сопротивления для каждого значения показаны на рис. 2.

Таблица 1

m	Значения kl, kx ₀ , Π при α														
	0			0,25			0,50			0,75			1,00		
	kl	kx ₀	Π	kl	kx ₀	Π	kl	kx ₀	Π	kl	kx ₀	Π	kl	kx ₀	Π
1	2π	π	2π	2π	π	2π	2π	π	2π	2π	π	2π	2π	π	2π
2	2π	π	4π	6,38073	3,10456	12,05078	6,35511	2,96259	9,64053	6,17535	2,94839	6,93719	6,13483	2,81873	7,71200
3	2π	π	6π	6,42256	3,09381	17,86077	6,44850	2,8964	13,22727	6,14528	2,65882	9,47706	6,14528	2,65882	9,47706
5	2π	π	10π	6,4600	3,08598	29,51094	6,58626	2,84528	20,66456	6,32477	2,48399	14,54297	6,32477	2,48399	14,54297
10	2π	π	20π	6,49068	3,08065	58,57488	6,75690	2,81236	39,74407						

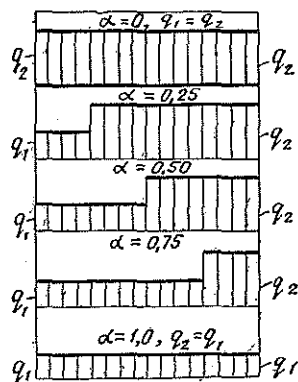


Рис. 2. Эпюры сил сопротивления.

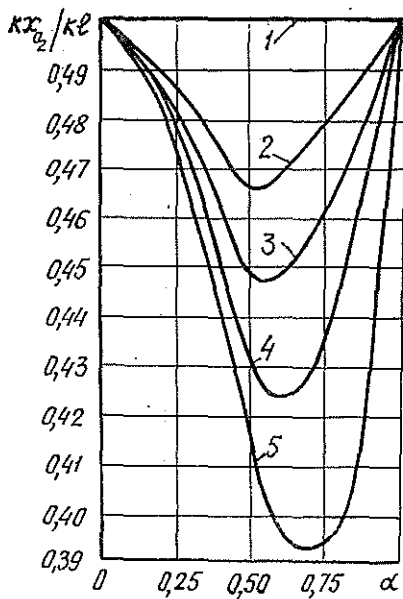


Рис. 3. Графики асимметрии прогибов.

1 - m = 1; 2 - m = 2; 3 - m = 3; 4 - m = 5; 5 - m = 10.

Случай, когда $\alpha = 0$, $\alpha = 1$ и $m = 1$ (при любом α), соответствуют действию симметричных по длине участка сил сопротивления (равномерно распределенные по длине участка) различной интенсивности. Для всех них $kl = 2\pi$, $kx_0 = \pi$. Для $m = 1$

при любом α , а также для $\alpha = 1$ при любом m имеем $\Pi = 2\pi$. Для $\alpha = 0$ имеем $\Pi = 2\pi m$.

При асимметрии сил сопротивления $kx_0 \neq 1/2 kl$, т. е. волна искривления будет также асимметричной. Степень асимметрии зависит от m и α и характеризуется графиками, приведенными на рис. 3.

Значение критической силы в зоне данной конкретной неровности определяется по формуле

$$P_{кр} = \sqrt{\frac{\Pi q_1 EI}{f_0(1-\lambda) \sin kz_0}} \quad (18)$$

Так как параметр k выражается через P , то уравнение (18) надо решать итерационным способом. Значение силы $P_{кр}$ зависит от длины $2z_0$ и стрелы прогиба f_0 неровности на данном участке. Для примера в табл. 2 приведен ряд значений $P_{кр}$, вычисленных по формуле (18) при $q_1 = 3$ Н/см, $m = 3$, $z_0 = 150$ см, $EI = 32 \cdot 10^8$ Н·см². Значения Π взяты из табл. 1.

Таблица 2

f_0 , см	Значения $P_{кр}$, кН, при α				
	0	0,25	0,50	0,75	1,00
0,20	750,4	731,7	636,9	499,8	456,7
0,25	676,4	659,8	575,6	553,0	414,3
0,30	622,2	607,1	530,5	418,4	382,9

Пусть допускаемое значение $P_{кр} = 622,2$ кН. В тех случаях, когда расчетное значение $P_{кр}$ больше 622,2, то ослабление верхнего пути при ремонте, сопровождающееся асимметрией сил сопротивления, не приведет к снижению устойчивости рельсошпальной решетки; если расчетное значение $P_{кр}$ меньше 622,2 кН, то устойчивость снижается, что требует введения ограничений на верхнюю температурную границу рельсов при производстве ремонтных работ.

Аналогично можно определить $P_{кр}$ для других значений z_0 и f_0 .

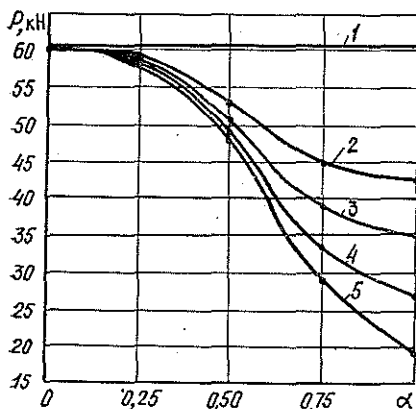


Рис. 4. Графики зависимости минимальной критической силы при ремонтных работах от α для различных m . Обозначения см. на рис. 3.

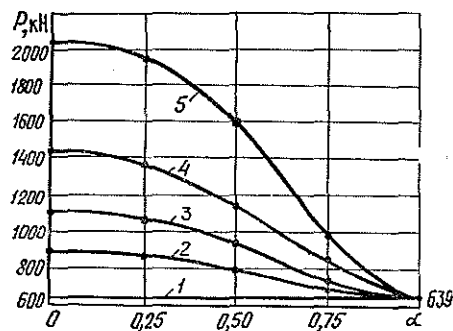


Рис. 5. Графики зависимости минимальной критической силы под поездом от α для различных m . Обозначения те же.

Как показано в работе [2], имеются неровности критической длины, для которых значение $P_{кр}$ минимально. Используя условие $\partial P_{кр}/\partial z_0 = 0$ и применяя его к уравнению (15), т. е. дифференцируя его по kz_0 , получим, что $\min P_{кр}$ соответствует условию $kz_0 = 2,63$. Подставляя это значение в формулу (18), получим:

$$\min P_{кр} = \sqrt{\frac{\Pi q_1 EI}{1,64 f_0}} \quad (19)$$

Зависимости $\min P_{кр}$ от α для различных m при $q_2 = 9$ Н/см, $EI = 32 \cdot 10^8$ Н · см² и $f_0 = 0,3$ см приведены на рис. 4. Можно отметить, что по мере увеличения m и α степень уменьшения $\min P_{кр}$ возрастает. В этих условиях длина участка искривления перед выбросом увеличивается. Так, для $m = 10$ при $\alpha = 0$ значение l составляет 456 см, а при $\alpha = 1 - 812$ см, что равно длине одного звена рельса типа Р24. Изменяются также параметры, в частности, длина критической неровности (для рассматриваемого случая от 280 до 680 см). Степень асимметрии волны искривления возрастает.

Графики на рис. 4 относятся к случаю ослабления части пути при проведении ремонтных работ. На рис. 5 показаны графики изменения $\min P_{кр}$ для другого случая — устойчивости пути под поездом, когда вследствие действия вертикальной нагрузки сопротивление части шпал поперечному сдвигу возрастает. В принципе графики на рис. 4 и 5 имеют одинаковую закономерность изменения $\min P_{кр}(\alpha)$, не являются косимметричными.

Полученные расчетные зависимости позволяют оценить влияние асимметрии сил сопротивления на устойчивость температурно-напряженного железнодорожного пути. С их помощью можно решать различные практические задачи по расчету устойчивости рельсошпальной решетки при проведении ремонтных работ и под поездом.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Бесстыковой путь. В. Г. Альбрехт, Е. М. Бромберг, Н. Б. Зверев и др. — М.: Транспорт, 1982. — 206 с. [2]. Морозов С. И. О критерии устойчивости железнодорожного пути. — Тр./ АЛТИ, 1971, вып. 27, с. 60—67. [3]. Морозов С. И. Аналитическое определение критической силы для температурно-напряженного железнодорожного пути на прямых участках. — Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1982, № 5, с. 46—54. [4]. Першин С. П. Методы расчета устойчивости бесстыкового пути. — Тр./ МИИТ, 1962, вып. 147, с. 28—96.

Поступила 9 июня 1986 г.

УДК 629.1.073

МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ КУРСОВОГО ДВИЖЕНИЯ ЛЕСОВОЗНОГО АВТОПОЕЗДА

В. Г. ПУЗАНОВ, Н. И. БИБЛЮК

Львовский лесотехнический институт

Математическое моделирование процессов движения транспортных средств позволяет уже на стадии проектирования оценить совершенство их конструкции в соответствии с требованиями безопасности движения в общем транспортном потоке.

Существующие математические модели криволинейного курсового движения автопоездов общего назначения [3, 10, 11] не могут в полной мере быть применимы для лесовозных автопоездов-ропусков, отличаю-

щихся структурными особенностями, характером кинематических [7] и силовых [6, 8] взаимодействий их звеньев, а также наличием упругого груза в виде пакета хлыстов.

Задача данного исследования — разработка пространственной математической модели криволинейного курсового движения связанной динамической системы дорога — шина — тягач-ропуск — пакет хлыстов, учитывающей специфику кинематико-силовых взаимодействий ее элементов и позволяющей решать задачи анализа устойчивости и управляемости ее движения.

На рис. 1, 2 приведена расчетная схема наиболее распространенного двухзвенного лесовозного автопоезда, состоящего из трехосного автомобиля, двухосного ропуска и формализованного (в виде пяти дискретных масс) пакета хлыстов [2, 4]. Движение автопоезда рассматривается в подвижной системе координат $X_c Y_c$, связанной с заданной «идеальной» [3, 9] траекторией движения центра тяжести автомобиля, относительно которой автопоезд обладает шестью степенями свободы: боковое отклонение центра тяжести (Δ_1) и угловое отклонение продольной оси тягача (φ_1); угловое отклонение продольной оси дышла (φ_2); боковые отклонения упругоподвешенных дискретных масс пакета хлыстов ($\Delta_2, \Delta_3, \Delta_4$). Расчетная схема учитывает также колебания подрессоренных масс тягача и ропуска в поперечно-вертикальной плоскости, описываемых углами поперечного крена тягача (ν_1) и ропуска (ν_2).

При составлении математической модели введены следующие обозначения:

- $X_i Y_i Z_i$ — система отсчета с началом координат в точках пересечения осей крена подрессоренных масс тягача и ропуска с вертикальной поперечной плоскостью, проходящей через их центры тяжести C_i ; при этом $X_i \parallel X_c$; $Y_i \parallel Y_c$; $Z_i \parallel Z_c$;
- i, j — индексы обозначения звена и точки на продольной оси i -того звена;
- r — индекс обозначения колеса; для левых колес $r = 1$, для правых $r = 2$;
- a_{ij} — расстояние между точками C_i и A_{ij} ;
- l_{ij} — расстояние между точками O_i и A_{ij} ;
- O_i — точка шарнирного соединения звеньев автопоезда;
- b_{ij} — расстояние между точками A_{ij1} и A_{ij2} ;
- h_{ij} — высота центров тяжести подрессоренных масс относительно начала координат;
- $Y_{ijr}, M_{ijr}, S_{ijr}$ — боковая реакция, стабилизирующий момент и сила сопротивления качению ijr -колеса;
- F_{ijr} — движущие силы на колесах ведущих осей тягача;
- m_{ij} — подрессоренные и неподрессоренные массы автопоезда;
- $\Delta_{кр}$ — деформация упругого элемента буксирного крюка;
- M_φ — поворачивающий момент от действия тросов крестообразной сцепки;
- P_w — сила аэродинамического сопротивления движению автопоезда;
- P_T, Y_T, P_p, Y_p — продольные и поперечные реакции от действия тросов крестообразной сцепки, приложенные к тягачу и ропуску.

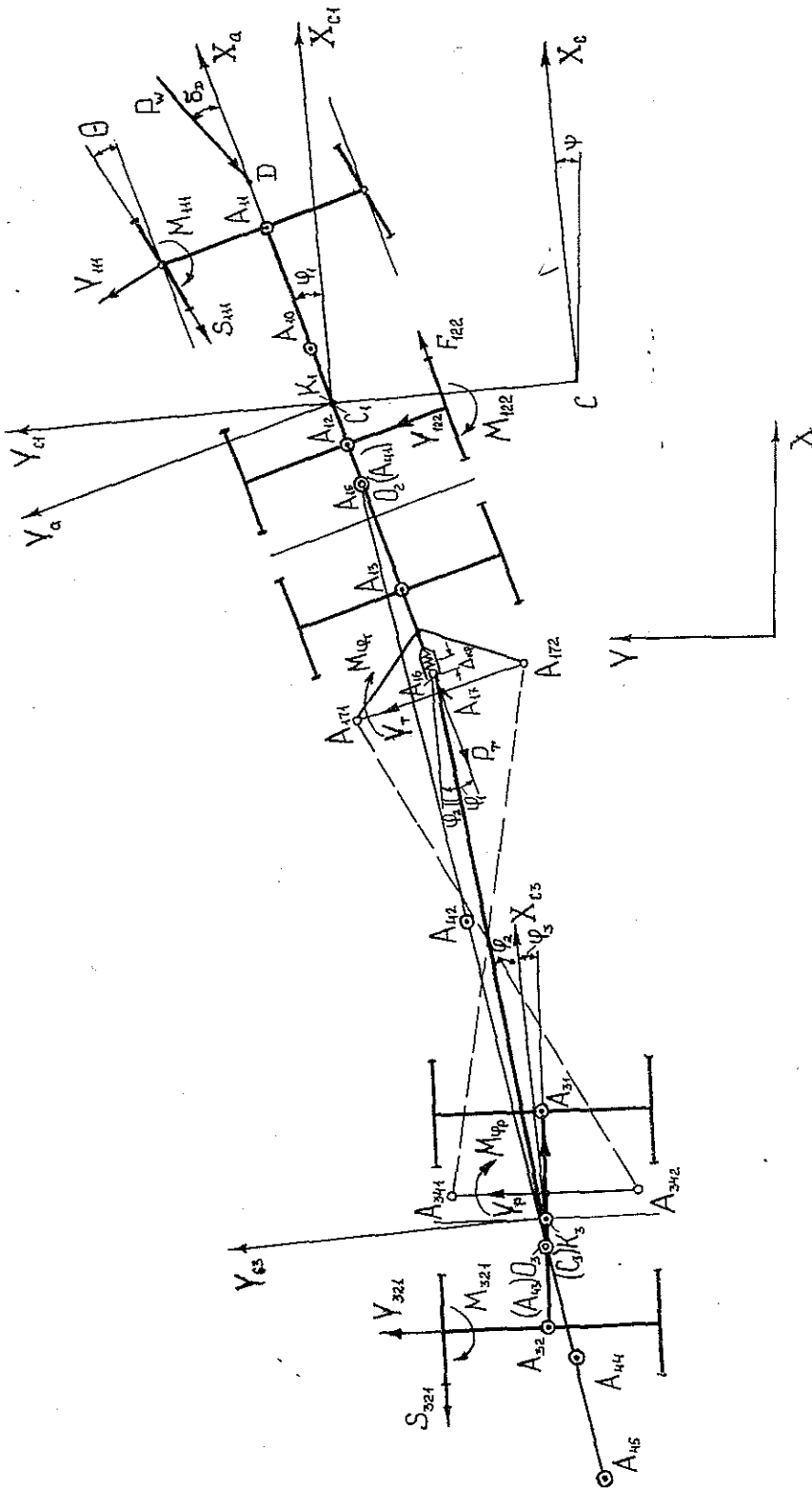


Рис. 1. Расчетная схема плоского криволинейного движения лесовозного автопоезда-ропуска

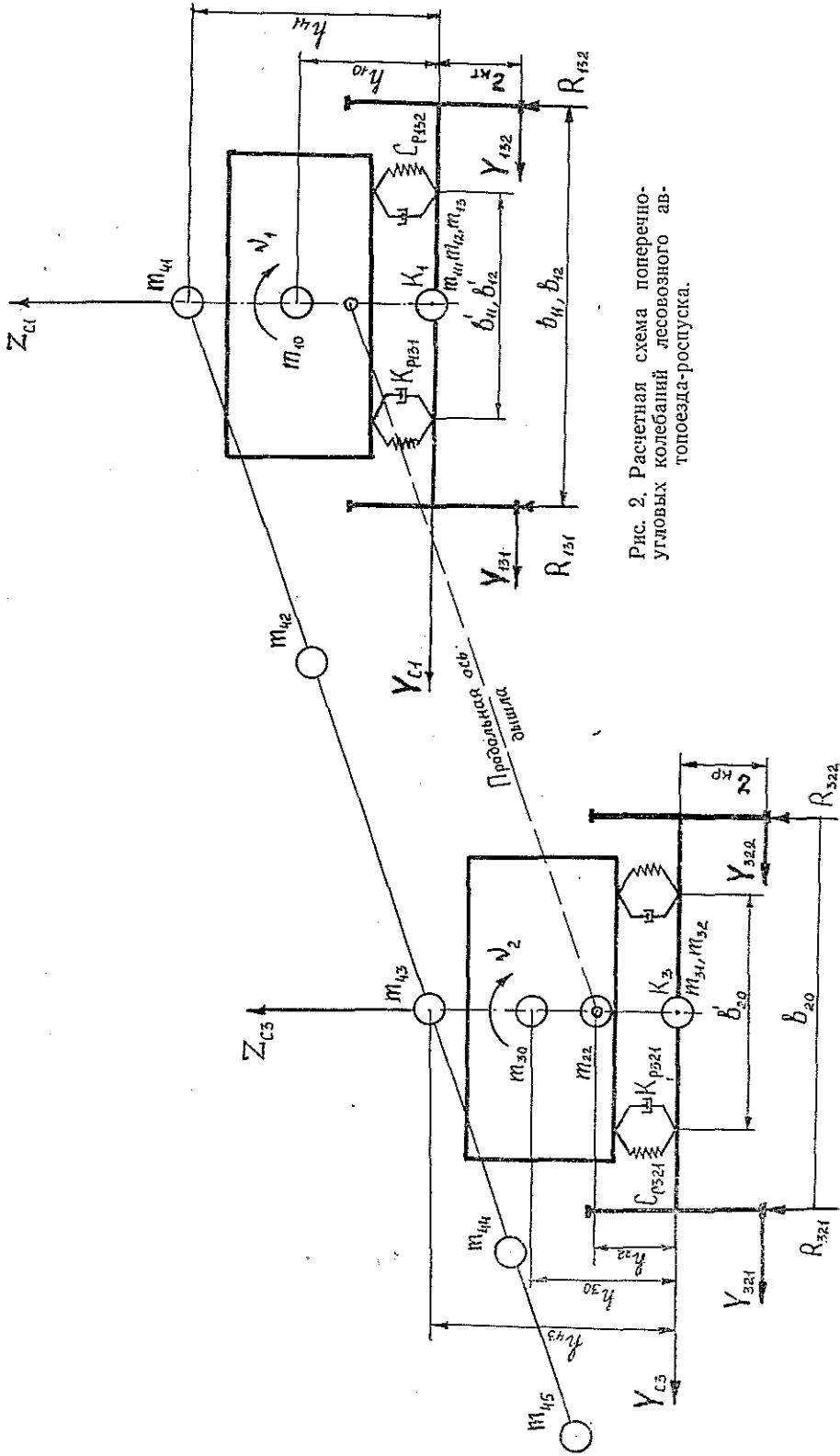


Рис. 2. Расчетная схема поперечно-угловых колебаний лесовозного автотопоезда-ропуска.

При составлении дифференциальных уравнений движения рассматриваемой динамической системы приняты следующие основные допущения:

- 1) автопоезд движется с постоянной скоростью по ровной горизонтальной асфальтовой дороге [12];
- 2) пределы угловых колебаний звеньев автопоезда достаточно малы, т. е. синусы углов приравниваем к углам, а косинусы принимаем равными единице;
- 3) углы увода правых и левых колес одной оси считаются равными;
- 4) оси тягача и роспуска не перемещаются в горизонтальной и вертикальной плоскостях относительно кузова [9]. Радиальные жесткости шин учитываются в приведенной жесткости подвесок;
- 5) в трансмиссионный привод тягача включены простые симметричные межосевые и межколесные дифференциалы;
- 6) сцепка и шкворневые соединения коников и дышла выполнены без зазоров. Деформации, возникающие в элементах сцепки, подчиняются закону Гука;
- 7) возникающее в результате кинематического несоответствия явление распирания компенсируется лишь в результате деформации упругого элемента сцепки;
- 8) действие тросов крестообразной сцепки заменяется реакциями, приложенными на пересечении тяговых балок с продольными осями тягача и роспуска;
- 9) дышло представляется в виде дискретных масс [5], при этом массой, принадлежащей тягачу, ввиду ее незначительности, пренебрегаем;
- 10) связь пакета хлыстов с кониками рассматривается как плоский шарнир [7];
- 11) упругоподвешенные дискретные массы пакета хлыстов обладают степенью свободы лишь в поперечном горизонтальном направлении.

Согласно принятым допущениям и обозначениям, определяются основные выражения кинематико-силовых взаимодействий звеньев автопоезда.

Угловые перемещения продольных осей пакета хлыстов и тележки роспуска можно выразить через вариации обобщенных координат

$$\varphi_{\Pi} = \left(\frac{a_{16} - a_{15}}{l_4} \right) \varphi_1 - \frac{l_2}{l_4} \varphi_2 + \left(\frac{h_{16} - h_{41}}{l_4} \right) \gamma_1 + \frac{h_{43}}{l_4} \gamma_2; \quad (1)$$

$$\varphi_3 = \varphi_2 - (\varphi_1 - \varphi_2) i_{\Pi}, \quad (2)$$

где $i_{\Pi} = \frac{1 - i_k}{i_k}$ — величина, обратно пропорциональная конструктивному передаточному отношению крестообразной сцепки;

$i_k = \frac{l_{21} b_{21} + l_{34}}{b_{21} + b_{13} + l_{34} + a_{17} - a_{16}}$ — кинематическое передаточное отношение крестообразной сцепки;

l_2 — длина дышла;

l_4 — расстояние между кониками тягача и роспуска;

φ_3, φ_{Π} — угловое отклонение продольной оси тележки роспуска и пакета хлыстов, относительно заданной траектории движения центра масс тягача;

l_{21} — расстояние между центрами тяговых балок;

l_{34} — вынос тяговой балки роспуска.

Боковые реакции Y_{ijr} и стабилизирующие моменты M_{ijr} на колесах автопоезда выражаются через коэффициенты сопротивления боковому уводу K_{ijr} и углы увода осей δ_{ij}

$$\left. \begin{aligned} Y_{ijr} &= K_{ijr} \delta_{ij}; \\ M_{ijr} &= Y_{ijr} e_{ij}; \\ K_{ijr} &= K_{0j} q_1 q_2 q_3, \end{aligned} \right\} \quad (3)$$

где e_{ij} — длина отпечатка шины;
 q_1, q_2, q_3 — корректирующие коэффициенты [1, 10].

Углы бокового увода осей связаны с обобщенными координатами зависимостями

$$\left. \begin{aligned} \delta_{11} &= -\varphi_1 - \Theta + \frac{\dot{\Delta}_1 + a_{11}(\dot{\varphi}_1 + \dot{\psi})}{v_0}; \\ \delta_{12} &= -\varphi_1 + \frac{\dot{\Delta}_1 - a_{12}(\dot{\varphi}_1 + \dot{\psi})}{v_0}; \\ \delta_{13} &= -\varphi_1 + \frac{\dot{\Delta}_1 - a_{13}(\dot{\varphi}_1 + \dot{\psi})}{v_0}; \\ \delta_{31} &= -\varphi_2 + (\varphi_1 - \varphi_2) i_n + \frac{\dot{\Delta}_1 - (a_{16} - l_{31} i_n)(\dot{\varphi}_1 + \dot{\psi})}{v_0} - \\ &\quad - \frac{h_{16} \dot{v}_1 - [l_2 - l_{31}(1 + i_n)](\dot{\varphi}_2 + \dot{\psi})}{v_0}; \\ \delta_{32} &= -\varphi_2 + (\varphi_1 - \varphi_2) i_n + \frac{\dot{\Delta}_1 - (a_{16} + l_{32} i_n)(\dot{\varphi}_1 + \dot{\psi})}{v_0} - \\ &\quad - \frac{h_{16} \dot{v}_1 - [l_2 + l_{32}(1 + i_n)](\dot{\varphi}_2 + \dot{\psi})}{v_0}, \end{aligned} \right\} \quad (4)$$

где v_0 — скорость движения центра тяжести тягача;
 $\dot{\psi}$ — угловая скорость подвижной системы координат;
 Θ — угол поворота управляемых колес тягача.
 Реакции от действия тросов крестообразной сцепки

$$\left. \begin{aligned} P_T &\approx P_p = 2P_{но} + 2C_{тр} \Delta_{кр}; \\ Y_T &\approx Y_p = 2P_n \lambda; \\ M_{\varphi_p} &= P_n b_{21}; \\ M_{\varphi_T} &= P_n b_{13}; \\ \Delta_{кр} &= k_{кр} (\varphi_1 - \varphi_2); \\ \lambda &= \frac{b_{13} + b_{21}}{2l_{21}}, \end{aligned} \right\} \quad (5)$$

где P_n — сила, возникающая в результате сопротивления повороту роспуска;
 $P_{но}$ — сила начального натяжения тяговых тросов;
 $k_{кр}$ — приведенный коэффициент линейной деформации упругого элемента буксирного крюка от угла складывания автопоезда;
 $C_{тр}$ — жесткость тросов крестообразной сцепки;
 λ — угол наклона троса к продольной оси дышла.

Для составления динамических уравнений движения используются уравнения Лагранжа второго рода, которые в системе отсчета $X_c Y_c$ относительно полюса C имеют вид:

$$\frac{d}{dt} \left(\frac{\partial T}{\partial \dot{q}_i} \right) - \frac{\partial T}{\partial q_i} + \frac{\partial \bar{\Pi}}{\partial q_i} + \frac{\partial \Phi}{\partial \dot{q}_i} = Q_i + L_i + R_i, \quad (6)$$

где T , Π — кинетическая и потенциальная энергия системы;
 Φ — диссипативная функция системы;
 Q_i — обобщенные активные силы;
 L_i — переносные моменты и силы инерции;
 R_i — обобщенные реакции неголономных связей;
 q_i — обобщенные координаты.

Исходя из уравнения (6) и учитывая изложенные допущения, а также выражения кинематико-силовых связей (1) — (5), можно вывести линейные дифференциальные уравнения криволинейного курсового движения лесовозного автопоезда:

$$[M]\{\ddot{q}\} + [K]\{\dot{q}\} + [C]\{q\} = \{P\}\theta + \{\Gamma\}\ddot{\psi} + \{\Pi\}\dot{\psi}, \quad (7)$$

где $[M]$, $[K]$, $[C]$ — квадратные матрицы коэффициентов (размерности 8×8), зависящих от параметров автопоезда;
 $\{q\}$ — матрица-столбец обобщенных координат;
 $\{P\}$, $\{\Gamma\}$, $\{\Pi\}$ — матрицы-столбцы коэффициентов при управляющем воздействии и параметрах заданной траектории движения.

Структурно-математическая модель криволинейного курсового движения лесовозного автопоезда создана по блочному принципу, показанному на рис. 3.

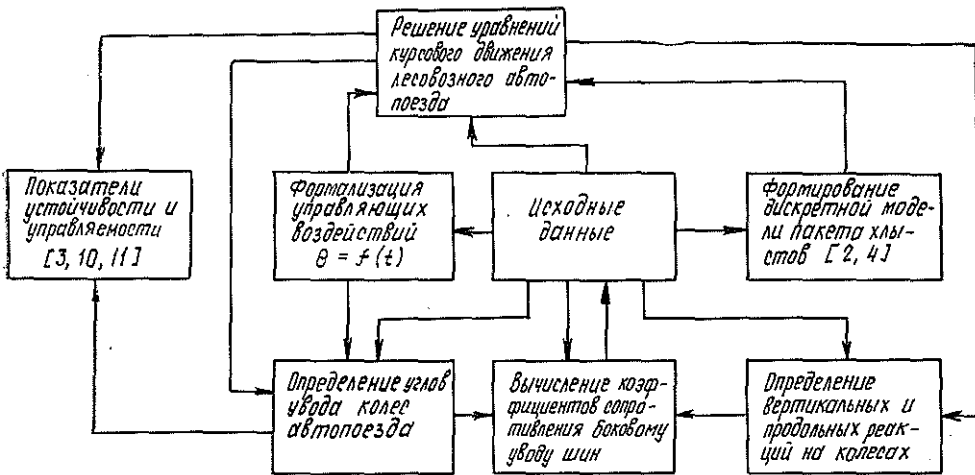


Рис. 3. Структурная схема математической модели криволинейного курсового движения лесовозного автопоезда-ропуска.

Математическая модель криволинейного курсового движения лесовозного автопоезда позволяет:

- 1) описать курсовое движение автопоезда относительно как заданной траектории движения, так и заданного управляющего воздействия на органы управления;
- 2) путем введения дополнительного блока, описывающего корректирующие воздействия водителя, исследовать курсовое управляемое

движение автопоезда по замкнутой схеме дорога — транспортное средство — водитель;

3) исследовать влияние массово-геометрических, инерционных и конструктивных параметров, а также колебательных характеристик пакета древесины на курсовую устойчивость и управляемость движения лесовозного автопоезда;

4) обосновать выбор оптимальных компоновочных и конструктивных параметров, обеспечивающих активную безопасность движения лесовозного автопоезда.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Антонов Д. А. Расчет устойчивости движения многоосных автомобилей.— М.: Машиностроение, 1984.— 168 с. [2]. Библиук Н. И. Метод расчета величины и размещения дискретных масс пакета хлыстов.— Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1984, № 3, с. 35—39. [3]. Брянский Ю. А. Управляемость большегрузных автомобилей.— М.: Машиностроение, 1983.— 176 с. [4]. Гайдар Н. А., Библиук Н. И., Бойко А. А. К расчету геометрических, инерционных и упругих характеристик пакета хлыстов.— Лесн. хоз-во, лесн., бум. и деревообаб. пром-сть, 1985, вып. 16, с. 35—38. [5]. Городко Л. И., Егенов Ю. А., Левин И. Е. Некоторые критерии устойчивости автопоезда.— Автомоб. пром-сть, 1977, № 2. [6]. Лахно В. П. Взаимодействие автомобиля с роспуском при движении автопоезда.— В кн.: Вопросы автомобильного лесотранспорта. Химки: ОНТИ, 1970, с. 135—149. (Тр. ЦНИИМЭ; Вып. 105). [7]. Лахно В. П., Лахно Р. П. Автомобильные лесовозные поезда.— М.—Л.: Гослесбумиздат, 1962.— 175 с. [8]. Мальцев Г. П. Исследование взаимодействия звеньев крестовой сцепки автопоезда.— В кн.: Вопросы лесотранспорта, Химки, 1965, с. 158—186. (Тр. ЦНИИМЭ; Вып. 62). [9]. Пчелин И. К., Хачатуров А. А. Вопросы управляемого движения автомобиля.— В кн.: Тр. семинара по устойчивости и управляемости автомобилей. М., 1968, вып. 2, с. 66—84. [10]. Ровинзон М. Л. Исследование криволинейного движения седельного автопоезда: Автореф. дис. ... канд. техн. наук.— М., 1974.— 23 с. [11]. Фаробин Я. Е., Овчаров В. А., Кравцов В. А. Теория движения специализированного подвижного состава.— Воронеж: Изд. Воронеж. ун-та, 1981.— 160 с. [12]. Bergman W. SAE. Journ., 1965, N 12.

Поступила 28 октября 1985 г.

УДК 630*375.5.001.2

ОБ ИЗГИБНЫХ КОЛЕБАНИЯХ ХЛЫСТОВ, УЛОЖЕННЫХ НА ДВЕ ОПОРЫ С ДВУМЯ КОНСОЛЯМИ

Г. Ф. ХРАМЦОВ

Хабаровский политехнический институт

Расчет изгибных колебаний хлыстов при взаимодействии с лесозаготовительными и лесотранспортными машинами необходим при аналитическом и экспериментальном исследовании эксплуатационной нагруженности основных деталей их ходовой и несущей части. Определению и анализу характеристик колебательных параметров хлыстов, деревьев и их пачек посвящены многие работы [2—4, 10].

Большая часть материалов предшествующих исследований получена экспериментальным путем. При этом, естественно, не может быть охвачен весь диапазон размерных и качественных характеристик промышленных хлыстов или деревьев. В аналитических исследованиях [1, 8, 9] недостаточно разработана теория изгибных колебаний хлыстов с одновременным учетом их переднего и заднего свеса. Эта задача рассмотрена в данной статье. Расчетная схема — весомая балка в виде усеченного конуса (где D — диаметр конуса в нижнем отрубе; d — то же в верхнем) на двух опорах с двумя консолями (рис. 1). Как и в случае схемы весомой балки (хлыста) на двух опорах с одной консолью [9], воспользуемся энергетическим методом Рэлея.

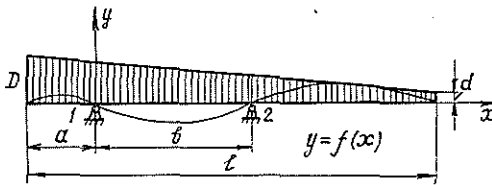


Рис. 1. Схема весомой балки (хлыста).

Идея, лежащая в основе этого метода, состоит в следующем [7]. При моногармонических свободных колебаниях упругой системы с частотой p ее точки перемещаются во времени синфазно по гармоническому закону

$$\left. \begin{aligned} \varepsilon &= f_1(x, y, z) \sin pt; \\ \eta &= f_2(x, y, z) \sin pt; \\ \varphi &= f_3(x, y, z) \sin pt, \end{aligned} \right\} \quad (1)$$

где $f_{1,2,3}(x, y, z)$ — функции пространственных координат точек, определяющие рассматриваемую форму колебаний.

Если эти функции известны, частоту p свободных колебаний находят из условия:

$$V + T = \text{const}, \quad (2)$$

где V, T — соответственно потенциальная и кинетическая энергия системы.

Условие (2) приводит к уравнению, содержащему неизвестную величину p . Когда функции $f_{1,2,3}(x, y, z)$ заранее неизвестны, можно задаться ими, исходя из крайних и граничных условий задачи.

Рассмотрим реализацию этого метода для изгибных колебаний хлыста как усеченного конуса, уложенного на две опоры с двумя консолями. В этом случае собственная форма колебаний определяется одной функцией $f = f(x) = y(x)$.

Тогда свободные колебания будут описываться выражением

$$Y(x, t) = f(x) \sin pt. \quad (3)$$

Зададимся формой упругой кривой в виде

$$f(x) = y(x) = \sin \frac{\pi x}{l} - \frac{x}{b} \sin \frac{\pi x}{l}. \quad (4)$$

Расположим начало координат в точке 1, т. е. на первой опоре коника автомобиля. Кривая (4) хорошо удовлетворяет условиям на концах в случае отсутствия передней консоли, т. е. при $a = 0$ (рис. 1) [9]. Предположим, что и при $a = 0$ форма упругой кривой останется аналогичной.

Тогда потенциальная энергия изогнутой балки (хлыста)

$$V = \frac{1}{2} \int_{-a}^{l-a} (EI)_x \left(\frac{\partial^2 y}{\partial x^2} \right)^2 dx, \quad (5)$$

где $(EI)_x$ — жесткость хлыста, меняющаяся по его длине;
 l — длина хлыста.

Кинетическая энергия

$$T = \frac{1}{2} \int_{-a}^{l-a} m_x \left(\frac{\partial y}{\partial t} \right)^2 dx, \quad (6)$$

где m_x — интенсивность распределенной массы.

При этом

$$m_x = \frac{\gamma_x}{\rho} \frac{\pi D^2}{4} \left[1 - \left(\frac{D-d}{lD} \right) x \right]^2, \quad (7)$$

где γ_x — плотность древесины, меняющаяся по длине хлыста [5].

Находим производные

$$\frac{\partial^2 y}{\partial x^2} = y'' \sin pt; \quad \frac{\partial y}{\partial t} = py \cos pt. \quad (8)$$

Подставив (8) в выражения (5) и (6) и имея в виду, что

$$\frac{d(V+T)}{dt} = 0, \quad (9)$$

получим:

$$p^2 = \frac{\int_{-a}^{l-a} (EI)_x (y'')^2 dx}{\int_{-a}^{l-a} m_x y^2 dx}. \quad (10)$$

Так как $\lambda = 9,55 p$ (λ — число колебаний в минуту), то после несложных преобразований найдем выражение для определения $\lambda = f(E_x, \gamma_x, D, l, d, b, a)$:

$$\lambda = 737,29 \frac{D}{l^2} \sqrt{\frac{\int_{-a}^{l-a} E_x \left[1 - \left(\frac{D-d}{lD} \right) x \right]^4 \left(1 - \frac{x}{b} \right)^2 \sin^2 \frac{\pi x}{l} dx}{\int_{-a}^{l-a} \gamma_x \left[1 - \left(\frac{D-d}{lD} \right) x \right]^2 \left(1 - \frac{x}{b} \right)^2 \sin^2 \frac{\pi x}{l} dx}}, \quad (11)$$

где E_x — модуль упругости древесины, меняющийся по длине хлыста [6];

b — расстояние между опорами;

a — передний свес хлыста.

Введя обозначения

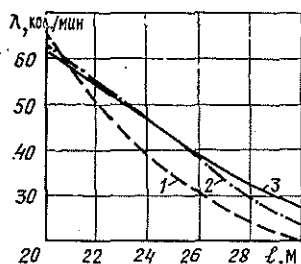


Рис. 2. Зависимость собственной частоты изгибных колебаний хлыстов (λ) от их длины при $D = 50$ см; $d = 0$ см; $a = 100$ см для различных расстояний между опорами.

1 — $b = 10$ м; 2 — $b = 12$ м; 3 — $b = 14$ м.

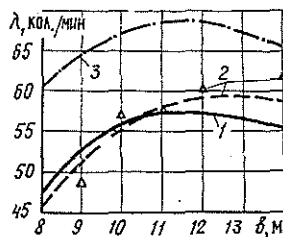


Рис. 3. Зависимость (λ) от расстояния между опорами при $D = 50$ см; $l = 2100$ см.

1 — $d = 0$ см при $a = 100$ см;
2 — $d = 10$ см при $a = 100$ см;
3 — $d = 10$ см при $a = 300$ см.
 Δ — экспериментальные значения частоты изгибных колебаний при $a = 100$ см и $d = 10$ см.

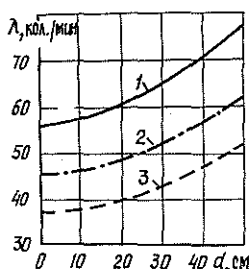


Рис. 4. Зависимость (λ) от диаметра в верхнем отрубе при $D = 50$ см; $a = 100$ см; $b = 10$ м.
 1 — $l = 21$ м; 2 — $l = 23$ м;
 3 — $l = 25$ м.

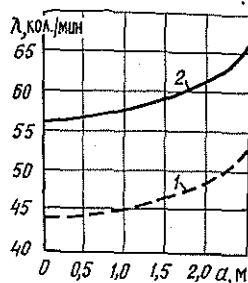


Рис. 5. Зависимость (λ) от величины переднего свеса при $l = 21$ м; $b = 10$ м; $d = 0$.
 1 — $D = 90$ см; 2 — $D = 50$ см.

$$F_1 = \int_{-a}^{l-a} \left[1 - \left(\frac{D-d}{lD} \right) x \right]^4 \left(1 - \frac{x}{b} \right)^2 \sin^2 \frac{\pi x}{l} dx; \quad (12)$$

$$F_2 = \int_{-a}^{l-a} \left[1 - \left(\frac{D-d}{lD} \right) x \right]^2 \left(1 - \frac{x}{b} \right)^2 \sin^2 \frac{\pi x}{l} dx \quad (13)$$

и полагая, что $E_x = \text{const}$ и $\gamma_x = \text{const}$, получим λ (кол./мин):

$$\lambda = 737,29 \frac{D}{l^2} \sqrt{\frac{EF_1}{\gamma F_2}}. \quad (14)$$

Выражение (14) было исследовано на ЭВМ «МЕРА-60» (программа исследования реализована на алгоритмическом языке БЭИСИК).

Некоторые результаты вычислений при $E = 6,276$ ГПа и $\gamma = 0,8$ т/м³ и экспериментальные данные для хлыстов лиственных пород представлены графически на рис. 2—5.

Выводы

1. При увеличении переднего свеса хлыстов, их диаметров в нижнем и верхнем отрубе повышается собственная частота их изгибных колебаний.

2. При увеличении расстояния между опорами частота изгибных колебаний хлыстов возрастает, достигает максимума и затем начинает уменьшаться.

3. Область собственных частот изгибных колебаний основного тона промышленных хлыстов, перевозимых лесовозными автомобильными поездами, находится в пределах от 50 до 150 кол./мин в зависимости от породы древесины, длины, диаметров хлыстов и расстояний между опорами.

4. Полученные зависимости могут быть использованы при проектировании новых и исследовании существующих лесотранспортных и лесозаготовительных машин. (При этом максимальная ошибка уравнения (14) составляет 10...12 %). Для получения других характеристик хлыстов и их пакетов исследование должно быть продолжено.

ЛИТЕРАТУРА

[1]. Александров В. А. К вопросу определения изгибной жесткости деревьев.— В кн.: Машины и орудия для механизации лесозаготовок. Л.: ЛТА, 1975. (Сб. науч. тр.; Вып. 4). [2]. Библиук Н. И., Перетятко Б. Т. Экспериментальное ис-

следование собственных частот хлыста как предмета транспортирования.— В кн.: Лесн. хоз-во, лесн., бум. и деревообработ. пром-сть. Киев: Будивельник, 1974, вып. 3. [3]. Гастев Б. Г., Мельников В. И. Основы динамики лесовозного подвижного состава.— М.: Лесн. пром-сть, 1967. [4] Жуков А. В., Кадошко Л. И. Основы проектирования специальных лесных машин с учетом их колебаний.— Минск: Наука и техника, 1978. [5]. Закревский П. Б. Изменение объемного веса ствола и кроны растущих деревьев по высоте.— Тр. ЦНИИМЭ. Вопросы технологии лесосечных работ. Химки, 1972, № 123. [6]. Коротяев Л. В. Исследование жесткости хлыстов.— Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1978, № 1. [7]. Пановко Я. Г., Губанова И. И. Устойчивость и колебания упругих систем.— М.: Наука, 1967. [8]. Хегай В. К. Определение частот свободных колебаний дерева.— В кн.: Машины и орудия для механизации лесозаготовок. Л.: ЛТА, 1975. (Сб. науч. тр.: Вып. 4). [9]. Храпцов Г. Ф. Результаты исследования изгибных колебаний хлыстов.— Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1978, № 1. [10]. Цофин З. С. Исследование колебательных характеристик пакетов хлыстов, перевозимых по лесовозным дорогам.— Тр./ ЦНИИМЭ, 1969, вып. 98.

Поступила 30 октября 1985 г.

УДК [630*377.1 : 621.86.063.2] : 621.873

О ВЫБОРЕ ОПТИМАЛЬНЫХ СООТНОШЕНИЙ СКОРОСТЕЙ РАБОЧИХ ДВИЖЕНИЙ КРАНА И ГРЕЙФЕРА

В. Г. ВАСИЛЬЕВ

СНПЛО

В связи с разработкой грузоподъемных машин, оборудованных грейферами, возникла необходимость найти рациональные соотношения параметров крана и грейфера. Одна из основных характеристик — их производительность. Ее выбирают из условия минимума приведенных затрат на эксплуатацию крана и обслуживаемых им механизмов. Производительность крана определяется грузоподъемностью и скоростями рабочих движений крана и грейфера.

Поставим задачу: определить оптимальные соотношения между скоростями рабочих движений крана и грейфера. Для ее решения удобнее воспользоваться мощностями приводов крана и грейфера.

Продолжительность выполнения краном какой-либо технологической операции

$$T_{\Sigma} = \varphi_1(N_1, l_1, \eta_1, P_1, \alpha_1) + \varphi_2(N_2, l_2, \eta_2, P_2, \alpha_2) + \dots + \varphi_n(N_n, l_n, \eta_n, P_n, \alpha_n) + r_1 - r_2, \quad (1)$$

где $\varphi_1, \varphi_2, \dots, \varphi_n$ — функции, указывающие, что существуют зависимости между продолжительностью рабочего перемещения и соответственно влияющими на него факторами;

N_1, N_2, \dots, N_n — мощность приводов механизмов крана и грейфера;

l_1, l_2, \dots, l_n — соответствующее рабочее перемещение крана и грейфера;

$\eta_1, \eta_2, \dots, \eta_n$ — КПД соответствующего кранового механизма;

P_1, P_2, \dots, P_n — сопротивление перемещению грейфера, а также рабочих органов грейфера с грузом или без него;

$\alpha_1, \alpha_2, \dots, \alpha_n$ — величина, учитывающая различные другие факторы, влияющие на продолжительность рабочего перемещения;

r_1 — случайная величина, отражающая сумму продолжительности времени между включениями механизмов;

r_2 — случайная величина, отражающая сумму продолжительности времени совместной работы механизмов.

Допустим, что все аргументы функций φ , кроме N , постоянны. Для этого случая выражение (1) можно записать так:

$$T_{\text{ц}} = f_1(N_1) + f_2(N_2) + \dots + f_n(N_n) + r_1 - r_2. \quad (2)$$

Здесь $f_1(N_1); f_2(N_2), \dots, f_n(N_n)$ — функции, отражающие зависимость продолжительности времени выполнения какой-либо операции от мощности соответствующего привода (перемещение грейфера в пространстве, его раскрытие и закрытие, поворот).

Выражение (2) — целевая функция, ограничение для которой:

$$N_1 + N_2 + \dots + N_n = N_{\text{общ}}, \quad (3)$$

где $N_{\text{общ}}$ — общая мощность всех электродвигателей крана и грейфера.

Оптимальные скорости рабочих движений, с точки зрения максимальной производительности крана, для данной общей мощности — скорости, а следовательно, и мощности, обеспечивающие минимальную продолжительность времени цикла.

Введем вспомогательную функцию Лагранжа

$$L(N_1, N_2, \dots, N_n, \lambda) = f_1(N_1) + f_2(N_2) + \dots + f_n(N_n) + r_1 - r_2 - \lambda(N_1 + N_2 + \dots + N_n - N_{\text{общ}}). \quad (4)$$

Здесь L — знак функции Лагранжа;

λ — множитель Лагранжа.

Найдем обычный минимум вспомогательной функции Лагранжа. Необходимое условие существования экстремального значения функции — равенство нулю ее частных производных. Получим систему уравнений

$$\begin{cases} \frac{\partial L}{\partial N_1} = f'_1(N_1) - \lambda = 0; \\ \frac{\partial L}{\partial N_2} = f'_2(N_2) - \lambda = 0; \\ \dots \dots \dots \\ \frac{\partial L}{\partial N_n} = f'_n(N_n) - \lambda = 0. \end{cases}$$

Нетрудно заметить, что частные производные равны между собой

$$f'_1(N_1) = f'_2(N_2) = \dots = f'_n(N_n). \quad (5)$$

Характер условного экстремума функции определяется знаком второго дифференциала функции Лагранжа

$$\begin{aligned} d(dL) &= d\left(\frac{\partial L}{\partial N_1} dN_1 + \frac{\partial L}{\partial N_2} dN_2 + \dots + \frac{\partial L}{\partial N_n} dN_n\right) = \\ &= \frac{\partial^2 f_1(N_1)}{\partial^2 N_1} dN_1^2 + \frac{\partial^2 f_2(N_2)}{\partial^2 N_2} dN_2^2 + \dots + \frac{\partial^2 f_n(N_n)}{\partial^2 N_n} dN_n^2. \end{aligned} \quad (6)$$

Выражение (6) всегда положительно, так как вторая производная от функции вида $t = \frac{k}{N}$ (где k — постоянный коэффициент) положительна.

Следовательно, функция Лагранжа имеет минимум при любых положительных значениях мощностей.

С помощью соотношения (5) можно решить две задачи: 1) определить общую мощность крана при заданной продолжительности времени выполнения какой-либо технологической операции; 2) определить длительность выполнения технологической операции при заданной общей мощности крана и грейфера.

Рассмотрим для примера козловой кран ЛТ-62 с грейфером ЛТ-59А.

Длительность выполнения технологической операции, например подача хлыстов из запаса на разделку, существенным образом зависит от условий эксплуатации крана. Расчет необходимо вести для усредненных условий работы.

Как показали исследования СНПЛО, кран ЛТ-62 с грейфером ЛТ-59А наиболее рационально использовать на складах с запасом хлыстов от 12,5 до 50 тыс. м³ [1]. Предположим, что средний запас хлыстов 22,7 тыс. м³, средний грузооборот склада 223,5 тыс. м³ [2].

Для данного грузооборота примем нижний склад с тремя полуавтоматическими линиями ЛО-15С, две из которых находятся в пролете крана, а третья — в стороне. В этом случае длина штабеля хлыстов составит 236 пог. м. Среднее расстояние перемещения пакета хлыстов из запаса на раскрывку складывается из половины длины штабеля хлыстов, половины длины эстакады и длины противопожарного разрыва между запасом и эстакадой и равен 178 м. Средний подъем грейфера 5 м, средняя длина пробега тележки по мосту крана 20 м, средний угол поворота грейфера 90°.

Известно соотношение между продолжительностью времени подъема груза $t_{\text{под}}$, мин, и номинальной мощностью двигателя подъема $N_{\text{под}}$ кВт:

$$t_{\text{под}} = \frac{P_{\text{под}} h_{\text{ср}}}{59,976 \eta_{\text{под}} N_{\text{под}}}, \quad (7)$$

где $P_{\text{под}}$ — номинальное усилие подъема, Н;

$h_{\text{ср}}$ — средняя высота подъема, м;

$\eta_{\text{под}}$ — КПД механизма подъема.

Для крана ЛТ-62 $t_{\text{под}} = 0,35$, $N_{\text{под}} = 68$ кВт. Подставив эти значения в выражение (7), получим числовое значение совокупности остальных величин.

Зависимость мощности механизма подъема от длительности времени подъема имеет вид

$$t_{\text{под}} = \frac{23,52}{N_{\text{под}}}. \quad (8)$$

Аналогично найдем соотношение между временем и мощностями других механизмов крана и грейфера. Продолжительность работы механизма передвижения крана $t_{\text{пер.к}}$ зависит от мощности механизма передвижения крана $N_{\text{пер.к}}$

$$t_{\text{пер.к}} = \frac{82,4}{N_{\text{пер.к}}}. \quad (9)$$

Соотношение между длительностью работы механизма передвижения тележки $t_{\text{пер.т}}$ и мощностью привода $N_{\text{пер.т}}$ выразится следующим образом:

$$t_{\text{пер.т}} = \frac{5,5}{N_{\text{пер.т}}}. \quad (10)$$

Зависимость продолжительности времени закрытия $t_{\text{закр}}$ и открытия $t_{\text{откр}}$ челюстей грейфера ЛТ-59А и от мощности привода $N_{\text{закр}}$ можно записать так:

$$t_{\text{закр}} = \frac{10,7}{N_{\text{закр}}}; \quad (11)$$

$$t_{\text{откр}} = \frac{6,5}{N_{\text{закр}}}. \quad (12)$$

Длительность времени поворота грейфера по часовой стрелке $t_{\text{пов.г}_1}$ и против часовой стрелки $t_{\text{пов.г}_2}$ определяется мощностью привода механизма поворота грейфера $N_{\text{пов.г}}$

$$t_{\text{пов.г}_1} = \frac{1,5}{N_{\text{пов.г}}}; \quad (13)$$

$$t_{\text{пов. г}_2} = \frac{1}{N_{\text{пов. г}}} \quad (14)$$

Продолжительность времени выполнения перегрузки хлыстов $T_{\text{ц}}$ из запаса на эстакаду можно выразить следующим образом:

$$T_{\text{ц}} = 4t_{\text{под}} + 2t_{\text{пер. к}} + 2t_{\text{пер. т}} + t_{\text{закр}} + t_{\text{откр}} + t_{\text{пов. г}_1} + t_{\text{пов. г}_2} + r_1 - r_2 \quad (15)$$

Выражение (15) верно, если принять, что скорости рабочих движений крана и грейфера равны как во время работы с грузом, так и без него. Не будем учитывать длительность разгона и торможения крана, крановой тележки, грейфера при подъеме и опускании, а также продолжительность времени разгона и торможения грейферных механизмов.

Подставив в уравнение (15) выражения (8)–(14), получим:

$$T_{\text{ц}} = \frac{4 \cdot 23,52}{N_{\text{под}}} + \frac{2 \cdot 82,4}{N_{\text{пер. к}}} + \frac{2 \cdot 5,5}{N_{\text{пер. т}}} + \frac{6,5 + 10,7}{N_{\text{закр}}} + \frac{1 + 1,5}{N_{\text{пов. г}}} + r_1 - r_2 \quad (16)$$

Используя условие (5), найдем соотношения между мощностями:

$$\frac{4 \cdot 23,52}{N_{\text{под}}^2} = \frac{2 \cdot 82,4}{N_{\text{пер. к}}^2} = \frac{2 \cdot 5,5}{N_{\text{пер. т}}^2} = \frac{17,2}{N_{\text{закр}}^2} = \frac{2,5}{N_{\text{пов. г}}^2},$$

отсюда

$$N_{\text{под}} = 0,76N_{\text{пер. к}}; \quad N_{\text{под}} = 2,95N_{\text{пер. т}}; \quad N_{\text{под}} = 2,34N_{\text{закр}}; \quad N_{\text{под}} = 6,13N_{\text{пов. г}}$$

или

$$N_{\text{под}} = 0,76N_{\text{пер. к}} = 2,95N_{\text{пер. т}} = 2,34N_{\text{закр}} = 6,13N_{\text{пов. г}}$$

Из полученных соотношений видно, что мощность грейфера, используемая на разжим челюстей, должна более чем в 2,5 раза превосходить мощность привода механизма поворота грейфера.

Суммарная мощность крана ЛТ-62 с грейфером ЛТ-59А равна 130 кВт. Мощность двигателей крана ЛТ-62 при ПВ = 25 %: механизм подъема груза 2 · 34 кВт; механизм передвижения крана 2 · 17,5 кВт; механизм передвижения грузовой тележки крана 9 кВт; привод грейфера 18 кВт.

Введем условное среднее время цикла $T'_{\text{ц}}$. Данная величина соответствует продолжительности выполнения технологической операции при последовательном выполнении движений, каждое из которых начинается при прекращении работы предыдущего:

$$T'_{\text{ц}} = \frac{4 \cdot 23,52}{68} + \frac{2 \cdot 82,4}{35} + \frac{11}{9} + \frac{17,2}{18} + \frac{2,5}{4,5} = 8,82 \text{ мин.}$$

Приравняем полученную величину к выражению (16)

$$8,82 = \frac{4 \cdot 23,52}{N_{\text{под}}} + \frac{2 \cdot 82,4}{N_{\text{пер. к}}} + \frac{2 \cdot 5,5}{N_{\text{пер. т}}} + \frac{17,2}{N_{\text{закр}}} + \frac{2,5}{N_{\text{пов. г}}}$$

Зная соотношение между мощностями, найдем их значения: $N_{\text{под}} = 34,8$ кВт; $N_{\text{пер. к}} = 46$; $N_{\text{пер. т}} = 12$; $N_{\text{закр}} = 15$ кВт.

Видно, что наиболее рациональный расклад мощностей осуществляется при увеличении скорости передвижения крана. При той же длительности выполнения технологической операции (подача хлыстов из запаса на эстакаду), мы могли бы сократить суммарную мощность на 22 кВт.

Если увеличение скорости передвижения крана нежелательно, наложим ограничение на мощность механизма передвижения, т. е. оставим ее прежней, тогда:

$$8,82 = \frac{4 \cdot 23,52}{N_{\text{под}}} + \frac{2 \cdot 82,4}{35} + \frac{2 \cdot 5,5}{N_{\text{пер. т}}} + \frac{17,2}{N_{\text{закр}}} + \frac{2,5}{N_{\text{пов. г}}}$$

Отсюда найдем значения мощностей: $N_{\text{под}} = 44$ кВт; $N_{\text{пер. к}} = 35$; $N_{\text{закр}} = 19$; $N_{\text{пер. т}} = 15$ кВт; $N_{\text{общ}} = 113$ кВт.

В данном случае значительно увеличивается скорость передвижения тележки. Наложим ограничение на мощность механизма передвижения тележки и примем ее равной 9 кВт, тогда

$$8,82 = \frac{4 \cdot 23,52}{N_{\text{под}}} + \frac{2 \cdot 82,4}{35} + \frac{2 \cdot 55}{9} + \frac{17,2}{N_{\text{закр}}} + \frac{2,5}{N_{\text{пов. г}}},$$

отсюда мощности примут следующие значения: $N_{\text{под}} = 52$ кВт; $N_{\text{пер. к}} = 35$; $N_{\text{пер. т}} = 9$; $N_{\text{закр}} = 22$ кВт; $N_{\text{общ}} = 118$ кВт.

Как видно из результатов расчетов, можно значительно снизить (на 12 кВт) общую мощность крана и грейфера. Увеличение мощности привода грейфера не повлечет за собой каких-либо существенных изменений в конструкции грейфера.

Так же решается и обратная задача: путем более рационального перераспределения мощностей добиться снижения средней продолжительности выполнения технологической операции.

Следовательно, полученные расчетные зависимости позволяют выбрать оптимальные соотношения между скоростями рабочих движений крана и грейфера в зависимости от условий работы грузоподъемного механизма.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Васильев Г. М. Нижний склад: перспективы механизации.— Лесн. пром-сть, 1984, № 4. [2]. Расчет экономической эффективности и оптовой цены. Перегрузчик хлыстов ЛТ-62.— Свердловск: СНПЛО, 1981.

Поступила 2 августа 1984 г.

МЕХАНИЧЕСКАЯ ОБРАБОТКА ДРЕВЕСИНЫ
И ДРЕВЕСИНОВЕДЕНИЕ

УДК 674.093 : 65.011.8

НАПРАВЛЕНИЯ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОГО ПРОГРЕССА
В ЛЕСОПИЛЕНИИ

Р. Е. КАЛИТЕЕВСКИЙ

Ленинградская лесотехническая академия

В решениях XXVII съезда КПСС указано, что в каждой отрасли, объединении и на предприятии должны быть разработаны и осуществлены программы технического перевооружения и реконструкции производства. Для этого необходимо определить основные перспективные направления, на базе которых должно происходить развитие организации, технологии, техники и средств автоматизации и систем управления в отечественном лесопилении.

Важным вопросом является совершенствование подготовки квалифицированных кадров в системе высшего и среднего технического образования, способных осуществить требуемую интеграцию образования, производства и науки.

Условно можно выделить три технологии лесопиления: традиционную, новую и «высокую». Прошедшие изменения в последовательности технологических процессов и операций, когда окончательно обрабатывать и пакетировать пиломатериалы стали после их сушки на комплексно-механизированных и автоматизированных линиях, отражают только часть вопросов, предопределяющих прогрессивность технологии лесопиления. Технология агрегатной переработки лесоматериалов на пиломатериалы и технологическую щепу развивалась у нас практически только на базе фрезерно-брусующих линий (ФБЛ) и линий агрегатной переработки бревен (ЛАПБ), позволивших значительно повысить производительность лесопильных потоков (в 1,5...2,5 раза) и комплексное использование сырья (до 86...92 %) при уменьшении выхода пиломатериалов на несколько процентов.

В последние годы разработаны фрезерно-пильные линии (ЛФП), позволяющие уменьшить потери выхода пиломатериалов, но не предусматривающие оперативной поднастройки режущих инструментов перед тем или иным бревном или партией бревен, т. е. не позволяющие иметь так называемые гибкие поставки.

Для традиционной сортировки бревен по четным и группам четных диаметров предусмотрены линии типа БС-60.

Поставленные партией и правительством задачи внедрения в производство техники новых поколений и эффективных технологических и конструкторских решений, позволяющих сократить сроки внедрения разработок в производство, можно решить только на базе так называемой высокой технологии лесопиления и широкого применения методов агрегатирования, когда целые семейства и системы машин создаются путем компоновки унифицированных агрегатов-модулей.

Высокая технология лесопиления подразумевает индивидуальный подход к раскрою хлыстов на лесопильных предприятиях вариационным методом, при котором раскрой производится по критерию конечной продукции лесопильных заводов, по максимально-возможному объемному выходу (объему) пиломатериалов, а не по объему сортиментов. В этом случае выход пиломатериалов в соответствии с заданными поставками может быть увеличен на 3...5 % и более.

Однако это возможно только тогда, когда в контур автоматизированной системы управления включается система измерения диаметров хлыстов по всей его длине, определения сбега, кривизны и других дефектов формы. Эту информацию обрабатывают по специальной технологической оптимизационной программе на ЭВМ (УВМ), также включенной в контур управления линий.

В настоящее время начинается создание триммерных линий для раскряжевки хлыстов на лесозаготовительных предприятиях с пропускной способностью до 6...10 хлыстов в 1 мин. Очевидно, это оборудование и триммерные линии для лесопильных предприятий должны создаваться из модулей и отличаться, в основном, их компоновкой и применяемыми технологическими программами.

Рекомендуемая сортировка бревен по четным и группам четных диаметров в условиях специализации лесопильных предприятий по числу выпиливаемых сечений пиломатериалов не является оптимальной.

Наибольший эффект, с точки зрения увеличения объемного выхода пиломатериалов, дает сортировка пиловочных бревен по поставам. Под этим методом следует понимать оптимизацию процесса подбора-отнесения бревен в определенные сортировочные группы, распиливаемые впоследствии теми поставами, которые позволяют получить из этих бревен максимально возможный выход пиломатериалов.

В практику лесопиления начинают внедряться датчики — измерительные системы, позволяющие определять «текущие» диаметры бревна по всей его длине с точностью $\pm 1 \dots 2$ мм и шагом замеров, равным нескольким миллиметрам. Это позволяет осуществить индивидуальный подход к каждому бревну при его сортировке с учетом размеров диаметра, сбега и длины, а также особенностей его формы: кривизны, закомелюности и эллиптичности. В контуре системы управления сортировочной линией имеется имитатор распиловки, куда поступает информация от датчиков. В соответствии с этими данными ЭВМ (УВМ) по специальной технологической программе имитирует распиловку очередного бревна. Имитация производится всеми заданными поставами поочередно. В результате выбирают тот постав, распиловка по которому обеспечит максимально возможный объемный выход пиломатериалов. Этот постав однозначно определяет сортировочную группу бревен, в которую его и адресует система управления линией.

Сортировка бревен по поставам позволяет увеличить выход пиломатериалов на 2...5 %, так как его потери при сортировке и распиловке только без учета, например, величины сбега бревен могут достигать до 5...8 %. Наибольший выход пиломатериалов может быть получен (в силу вероятностного характера размерных и качественных параметров бревен) на оборудовании с возможностью изменения постава пил перед обработкой каждого бревна. В этом случае информация от измерительных устройств поступает в ЭВМ (УВМ), где с помощью оптимизационных технологических программ выбирают оптимальные варианты и затем соответствующими исполнительными механизмами производят поднастройку фрез и пил и базирование брусев перед их распиловкой на фрезерно-брусоразвальных агрегатах.

Первая отечественная линия ЛФП-1 была спроектирована Вологодским СКБ из агрегатных механизмов-модулей. Однако в дальнейшем этот опыт не получил широкого распространения, хотя именно создание различных компоновок из унифицированных модулей может в несколько раз сократить время внедрения в промышленность автоматизированного бревнопильного оборудования с различной производственной мощностью. Используемые в основном на наших предприятиях лесопильные рамы не позволяют осуществлять поднастройку пил перед обработкой каждого бревна или группы сравнительно однородных бревен,

имеют в 3—4 раза меньшую производительность, чем фрезерно-ленточно и круглопильные линии, на которых в отличие от лесопильных рам вырабатывают не только пиломатериалы, но и технологическую щепу.

Совершенствование обрезки необрезных досок заключается в концентрации обрезных станков на специальных участках. Это позволяет осуществлять поштучную подачу необрезных досок к устройствам их выборочной торцовки перед обработкой, равномерную загрузку станков. От установленных здесь специальных датчиков размеров и качества необрезных досок информация после обработки по специальным программам на ЭВМ (УВМ), включенным в контур управления линиями, передается исполнительным механизмом торцовки и обрезки досок. Это позволяет увеличить выход пиломатериалов на 2 % и довести производительность каждого из обрезных станков до 20 досок в 1 мин и более.

Принятое в новой технологии лесопиления положение о том, что сортировка сырых досок должна осуществляться в автоматическом режиме по размерам их поперечных сечений,— правильное, но не единственное решение.

Внедрение сортировки досок на группы влажности позволяет увеличить мощность сушильных камер примерно на 15 % за счет применения более рациональных режимов, что, кроме уменьшения капитальных затрат, даст значительную экономию теплоэнергии. Применение взаимосвязанных измерительно-управляющих систем в процессах сортировки и сушки пиломатериалов позволяет избежать пересушки или недосушки досок и улучшить качество выпускаемых пиломатериалов. Анализ непрерывно происходящего совершенствования измерительных преобразователей (датчиков) и систем показывает, что современное лесопиление стоит на пороге автоматического определения качества пиломатериалов. Это в ближайшее время может привести к коренным изменениям технологии и оборудования в процессах окончательной обработки пиломатериалов. Одно из перспективных направлений развития технологии лесопиления — выпуск конструктивных пиломатериалов с автоматическим определением их прочностных параметров. Это позволяет, в условиях специализированных для этих целей предприятий, освоить выпуск дефицитных заготовок определенного назначения при экономии древесины на 15...20 %.

Следовательно, основное направление развития современного лесопиления лежит в области высокой технологии, базирующейся на широком применении средств автоматизации и вычислительной техники. Поэтому в вечный спор о том, что первично — технология или оборудование, — уже сегодня властно вмешались средства автоматизации и системы управления, развитие которых происходит на базе интенсификации электроники, микропроцессорной техники и робототехники. Применение средств автоматизации и вычислительной техники необходимо, но недостаточно для совершенствования технологии лесопиления. Широко известно, что автоматизация существующих технологий, как правило, не дает существенного экономического эффекта. Не менее важно положение о том, что при создании новой техники и технологии, в нашем случае пиломатериалов, необходимо совершенствовать, а зачастую и коренным образом изменять и технологию проектирования, методы расчетов технологической подготовки производственных и технологических процессов и средства для их выполнения. Без этого дорогостоящее оборудование большой единичной мощности не сможет дать того высокого уровня экономического эффекта за счет экономии сырья, труда и энергии, который закладывается при их проектировании.

В настоящее время в соответствии с приказом по Минлесбумпрому СССР от 13 марта 1985 г., в отрасли развернуты работы по соз-

данию и использованию систем автоматизированного проектирования (САПР).

Ключевой вопрос САПР в лесопилении — качество программного обеспечения, т. е. создание и использование пакетов (библиотек) профессиональных технологических программ, обеспечивающих высокий уровень достоверности расчетов на ЭВМ. При этом главным является глубина комплексных технологических расчетов с учетом динамики процессов производства пиломатериалов, так как только это определяет достаточную достоверность результатов.

При решении этих вопросов на первый план выходят имитационные модели, позволяющие проводить оптимизацию процессов как на программно-технических комплексах автоматизированных рабочих мест (АРМ) проектировщика, технолога, так и при их работе в контуре системы управления автоматизированными линиями.

Совместно с измерительно-информационными системами имитационно-оптимизационные программы лежат также в основе автоматизированных систем управления технологическими процессами (АСУТП), оперативно-диспетчерского управления (АСОДУ) и производства пиломатериалов на всем предприятии (АСУП).

Именно поэтому эффективность от систем автоматизированного проектирования (САПР), по американским данным, составляет непосредственно в проектировании только 5 %, в строительстве — 15 %, в эксплуатации — 80 %.

Уже сегодня развитие теории и практики раскроя сырья на пиломатериалы происходит с использованием ЭВМ. В конце 70-х гг. нами были разработаны алгоритмы и программы для расчета поставок с использованием ЭВМ, некоторые легли в основу имитационных моделей процесса раскроя пиловочного сырья для определения оптимальных границ сортiroвочных групп бревен и раскроя хлыстов на лесопильных предприятиях по критерию максимально возможного объемного выхода (объема) пиломатериалов.

В настоящее время Л. И. Шматовым под нашим руководством разработаны алгоритмы и программы для проектирования максимальных и оптимальных спецификационных систем поставок с учетом размерных характеристик, долей объемов поступающих бревен и интенсивности использования поставок. Это позволяет проводить расчеты по планированию раскроя сырья на пиломатериалы с использованием ЭВМ в автоматизированном режиме работы и, что очень важно, определять оптимальные поставки, на основании которых определяют сортiroвочные группы бревен в процессе их сортiroвки. Эти программы можно также использовать для оптимизации раскроя бревен на оборудовании с гибкими поставками. Работы в области планирования раскроя пиловочного сырья, построения его статистических моделей проводятся в Московском лесотехническом институте под руководством проф. А. А. Пижурин, в КарНИИЛП — под руководством канд. техн. наук И. В. Соболева и в других вузах и организациях.

Очевидно, создание упорядоченных пакетов программ для САПР и АРМ — дело первостепенной важности не только для научных, проектных организаций предприятий промышленного лесопиления, но и вузов. Именно на их базе должны создаваться АРМ студентов, так как это позволит проводить подготовку и переподготовку инженерных кадров, способных решать задачи проектирования высокоэффективных технологических процессов и оборудования лесопиления. Это важный составляющий момент для выполнения поставленных задач перед работниками высшего и среднего образования по интеграции лесотехнического образования, производства и науки. Для быстрого решения этого вопроса необходимо ускорить введение авторского права на спе-

специализированные технологические и другие типы программ, так как стоимость самой ЭВМ может быть в десятки, а иногда и в сотни раз меньше, чем стоимость создания программного обеспечения.

Создание и внедрение высокоэффективного оборудования зачастую сдерживается из-за отсутствия методик расчета экономической эффективности, учитывающих не только экономию труда, но и сырья. Так, проведенные нами расчеты с учетом экономии сырья показали, что высокопроизводительные линии, например для раскроя хлыстов на лесопильных предприятиях, по критерию максимального объемного выхода пиломатериалов даже при их высокой стоимости могут окупиться за срок менее года. Иными словами, именно высокопроизводительная техника лесопильного производства нового поколения может позволить выйти нам на передовые позиции в мире по уровню производительности труда на промышленных лесопильных предприятиях (~ 1 чел.-ч на 1 м³ выпускаемых пиломатериалов в транспортных пакетах) и решить проблемы создания ресурсосберегающей технологии лесопиления при окупаемости капитальных вложений в короткие сроки.

Очевидно, эффективное применение техники нового поколения требует рационального уровня концентрации и специализации лесопильных предприятий по породам, виду сырья (бревна или хлысты), размерам и качеству бревен, назначению пилопродукции, числу сечений пиломатериалов и другим технологическим параметрам.

Поставка на одно предприятие хлыстов и бревен усложняет транспортные потоки и всю его технологию и имеет целый ряд других негативных последствий. Поэтому наиболее рациональна специализация определенного предприятия или предприятий на получение сырья только в виде хлыстов. Следует учитывать, что низкий уровень специализации информационных и материальных потоков может свести на нет эффективность современного оборудования.

Интенсификация экономики является не только технологической и технической, но и психологической проблемой. Поэтому подготовка и переподготовка инженерно-технических кадров на базе старых методов расчета технологических и производственных процессов лесопиления не дадут положительных результатов. Необходимо создать специальные учебные курсы с широким использованием имитационных и других моделей на ЭВМ и специализацию инженеров-технологов по лесопилению не позже чем с 3-го курса.

Поступила 10 июля 1986 г.

УДК 624.011 : 674.028.9.002.237

АНАЛИЗ НАПРЯЖЕННОГО СОСТОЯНИЯ КЛЕЕНЫХ БАЛОК В ЗОНЕ НАБЛЮДАЕМОГО РАЗРУШЕНИЯ

Е. Н. СЕРОВ

Ленинградский инженерно-строительный институт

Теоретические исследования по анизотропии древесины, изложенные в трудах Е. К. Ашкенази, А. Н. Митинского, А. А. Рабиновича, Ю. С. Соболева, Б. Н. Уголева и др., создали базу для разработки уточненных инженерных методов расчета конструкций, в том числе и новых — клееных. Однако простое сравнение максимальных краевых $\sigma_{x, max}$ и касательных $\tau_{xy, max}$ напряжений с соответствующими расчетными со-

противлениями клееной древесины иногда не дает верного представления о характере работы клееных деревянных конструкций (КДК) и не объясняет причин их разрушения. Последнее относится и к клееным балкам, особенно высоким [3].

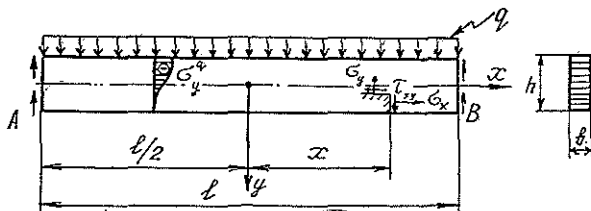


Рис. 1. Расчетная схема балки.

Фундаментальными исследованиями С. Г. Лехницкого доказано, что в случае совпадения продольной оси элемента с осью симметрии материала при чистом изгибе напряженное состояние анизотропной балки тождественно с состоянием изотропной, так как в этом случае все коэффициенты Ченцова превращаются в нули. В балке, нагруженной равномерно распределенной нагрузкой q , влияние анизотропии сказывается только при определении σ_x . В транслопной клееной балке постоянной высоты (рис. 1) компоненты тензора напряжений в форме, удобной для сравнения с точным решением в изотропной постановке, определяются по уравнениям:

$$\sigma_x^q = \frac{q}{2I} \left(\frac{l^2}{4} - x^2 \right) y + \frac{q}{2I} \left(\frac{2y^3}{3} - \frac{h^2 y}{10} \right) \left(\frac{E_0}{2G_0} - \mu_0 \right); \quad (1)$$

$$\sigma_y^q = \frac{q}{2I} \left(\frac{h^2 y}{4} - \frac{h^3}{12} - \frac{y^3}{3} \right); \quad (2)$$

$$\tau_{xy}^q = -\frac{qx}{2I} \left(\frac{h^2}{4} - y^2 \right). \quad (3)$$

В формулах (1)–(3) обозначено:

E_0 — модуль упругости вдоль волокон;

G_0 — модуль сдвига в плоскостях, параллельных волокнам;

μ_0 — коэффициент Пуассона при силовых воздействиях вдоль волокон.

В формуле (1) первое слагаемое — напряжения, определяемые по элементарной теории, второе слагаемое — поправка, вводимая точным решением изотропной балки и умноженная на величину, которая вносится упругими характеристиками древесины. Назовем ее коэффициентом анизотропии

$$K_a = \frac{E_0}{2G_0} - \mu_0. \quad (4)$$

Для конкретной древесины K_a колеблется от 8 до 12, поэтому второе слагаемое в целом изменяется в зависимости от отношения l/h . Расчеты балок со значениями l/h в диапазоне новых типовых клееных конструкций, выполненные на ЭВМ, показали, что давление между волокнами анизотропного материала изменяет величину $\sigma_{x, \max}$ в пределах от 1 до 3% (см. табл. 1).

Ближе к нейтральному слою значения $\Delta\sigma_x$ уменьшаются до нуля. Следовательно, влиянием упругих характеристик анизотропии древесины на величину возникающих напряжений в реальных балках в первом

Таблица 1

l/h	9,0	9,6	10,1	11,8	12,0	12,2	14,0	15,9	17,6
$\Delta\delta_x, \%$	3,12	2,68	2,40	1,80	1,72	1,66	1,28	0,99	0,73

приближении можно пренебречь. И напротив, прочность древесины в зависимости от ориентации напряжений к направлению волокон изменяется более чем на порядок. Это обязывает ставить на первый план учет анизотропии прочности материалов при проектировании КДК.

Расчеты балок различными методами, в том числе и по выбранному нами критерию [4], позволили рассматривать плоское напряженное состояние при проверке их прочности в различных направлениях*.

В низких балках (в том числе из цельной древесины) величины главных напряжений в диапазоне всей тензориальной кривой имели максимальное приближение именно к прочности древесины вдоль волокон. Опорные давления в силу их малости, по сравнению, например, с реакциями в высоких балках, не приводили к опасным сочетаниям напряжений.

Напротив, в высоких балках главные напряжения σ_1 превосходили расчетные сопротивления клееной древесины под углом к волокнам R_α прежде всего в приопорных зонах. Наибольшие превышения σ_1 над R_α наблюдались в окрестностях нейтрального слоя на расстоянии $0,6 \dots 1,8$ высоты балки h от опорного сечения. Малый градиент σ_1 создает здесь практически однородное опасное напряженное состояние. Далее по длине балки опасные напряжения под углом к волокнам σ_α располагаются по синусоидальной кривой, проходящей от центра опорного сечения до растянутой кромки балки в середине ее пролета.

Наряду с этим в приопорной зоне высоких балок на напряженное состояние сечений заметно влияют возросшие величины опорного давления A . Компоненты главного напряжения от A приближенно определяют по формулам (5) — (8) [5]

$$\sigma_x^A = - \frac{2A \sin^2 \theta \cos^2 \theta}{\pi b (0,5h - y)} ; \quad (5)$$

$$\sigma_y = - \frac{2A \cos^4 \theta}{\pi b (0,5h - y)} ; \quad (6)$$

$$\tau_{xy}^A = - \frac{2A \sin \theta \cos^3 \theta}{\pi b (0,5h - y)} , \quad (7)$$

где
$$\theta = \arctg \frac{x_1}{0,5h - y} . \quad (8)$$

В формуле (8) x_1 — абсцисса рассматриваемой точки от сечения, проходящего через середину опорной площадки.

Если σ_x^A пренебрежимо малы по сравнению с прочностью материала вдоль волокон, то τ_{xy}^A и σ_y^A ближе к прочностным характеристикам древесины в указанных направлениях. Кроме того, от τ_{xy} в значительной степени зависит направление σ_1 . Напряжения σ_y становятся наиболее опасными при растяжении древесины поперек волокон $\sigma_{y,+}^A$. Формула (6) не учитывает возникновения напряжений $\sigma_{y,+}^A$. Известно [5], что от сосредоточенных сил P сжимающие напряжения $\sigma_{y,-}^A$ с увеличением расстояния от линии действия силы x_1 быстро уменьшаются и сменяются на растягивающие (отрывающие). Об их наличии в

* Здесь не рассматриваются причины разрушения по зубчато-шиповому соединению. Они приведены в работе [2].

приопорных зонах и опасности свидетельствует также появление трещин в торцевых частях у опор конструкций даже из цельной древесины. Касательные и отрывающие напряжения в элементах КДК с увеличением пролетов последних, а следовательно, и опорных реакций, получили существенное возрастание. Итак, при проверке прочности конструкций из сильно анизотропных материалов необходимо учитывать местные σ_y и τ_{xy} .

Расчеты клееных балок на ЭВМ и экспериментальные исследования выявили возникновение отрывающих напряжений именно в приопорной зоне конструкций. Опасные сочетания напряжений чаще всего имели место в окрестностях нейтрального слоя указанной зоны в интервале $0,7 \dots 1,6 h$. Наибольшие ординаты отрывающих напряжений наблюдались в пределах $0,8 \dots 1,1 h$, что удовлетворительно согласуется с решением в изотропной постановке. Ниже нейтрального слоя зона возникновения напряжений $\sigma_{y,+}^A$ смещается к линии действия сосредоточенной силы, а в сжатой зоне балки, наоборот, смещается от этой линии, вытягиваясь вдоль оси x (рис. 2).

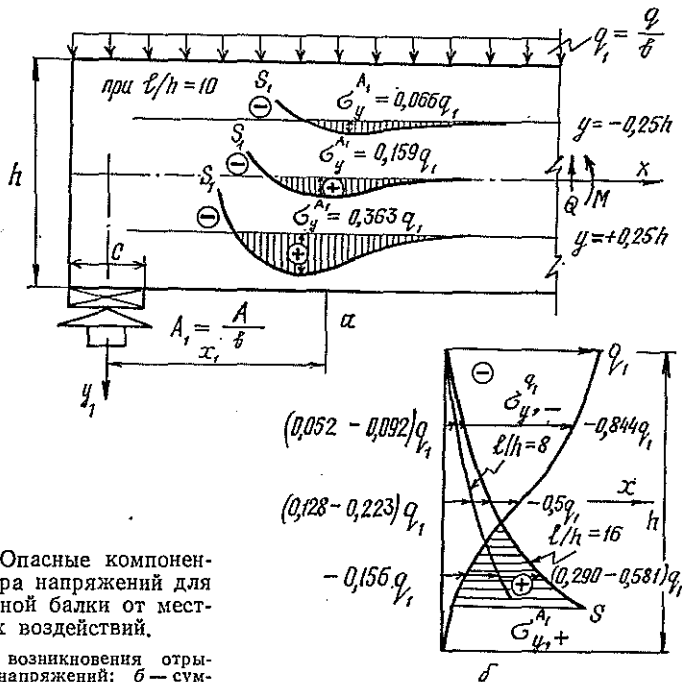


Рис. 2. Опасные компоненты тензора напряжений для ортотропной балки от местных воздействий.

a — зоны возникновения отрывающих напряжений; b — суммирование местных напряжений, сжимающих и растягивающих древесину поперек волокон.

Суммирование сжимающих напряжений $\sigma_{y,-}^q$ с растягивающими $\sigma_{y,+}^A$ (на единицу ширины сечения b) показывает, что граница перехода от сжатия поперек волокон к растяжению не доходит до нейтрального слоя на $0,1 \dots 0,2 h_0$.

Координаты точек пересечения кривых $\sigma_{y,-}^q$ и $\sigma_{y,+}^A$ для балок с различными отношениями l/h_0 можно определить по приближенным формулам (9) и табл. 2

$$x_1 = 0,5 \left[\frac{c + h_0(l - c)}{h_0 + 0,6(l - c)} \right]; \quad y = Kh_0, \quad (9)$$

где c — размер опорной площадки вдоль балки.

Таблица 2

l/h_0	8	10	12	14	16
K	0,17	0,15	0,13	0,11	0,09

Группирование геометрического места опасных точек в окрестностях нейтрального слоя упрощает задачу инженерного расчета, так как здесь и значения напряжений $\sigma_{y,+}^A$, и их местоположение практически идентичны с изотропной балкой. Главные напряжения действуют под углом, близким к 45° . Рассмотрение плоского напряженного состояния упрощается еще и потому, что диагональное направление, как показали наши исследования, является квазисимметричным. Иными словами, главные деформации в этом направлении коаксиальны с главными напряжениями, как это имеет место в направлениях осей симметрии древесины. Последнее делает тождественными расчеты балок как по первой, так и по второй теориям прочности.

Абстрагируясь от зоны контакта и области действия сжимающих местных напряжений и рассматривая зону наблюдаемых разрушений, можно предложить аппарат проверки прочности приопорных зон клееных балок с использованием первой теории прочности

$$\sigma_1 = 0,5 \left[\sigma_x + \sigma_y + \sqrt{(\sigma_x - \sigma_y)^2 + 4\tau_{xy}^2} \right] \leq R_{p,\alpha} m_{cl} m_b. \quad (10)$$

Здесь σ_x , σ_y , τ_{xy} — суммарные напряжения, состоящие из полученных по элементарной теории и местных возмущений от сосредоточенных сил;

$R_{p,\alpha}$ — расчетное сопротивление клееной древесины под углом α к волокнам

$$\alpha = 0,5 \operatorname{arctg} \frac{2\tau_{xy}}{\sigma_x - \sigma_y}. \quad (11)$$

Локальные отрывающие напряжения от действия сосредоточенных сил определяются из выражения

$$\sigma_{y,+}^P = \frac{PS}{b}, \quad (12)$$

где S — числовой коэффициент, зависящий от положения точки, для которой вычисляют местное напряжение.

В интервале примерно по $0,25 h$ от нейтральной оси кривую величин S удовлетворительно аппроксимируют выражением

$$S = \frac{1}{h} (0,016l + 10y^3 + y^2). \quad (13)$$

Знак y в уравнении (13) зависит от направления P . Для силы, приложенной снизу (опорное давление), знаки y положительны и соответствуют показанным на рис. 1; для P , действующей сверху вниз (сосредоточенная сила на верхней кромке балки), знаки меняются на обратные.

Предложенный подход позволяет оценить прочность зоны наблюдаемого разрушения клееных балок, нагруженных как равномерно распределенными, так и сосредоточенными нагрузками. Рассмотрение таких балок даже при малом значении P (прогоны) выявило дополнительную особенность их напряженного состояния. В промежутке между сечениями опорным и проходящим под первым прогоном отрывающие напряжения действуют по всей высоте сечения и, в зависимости от шага прогонов и высоты сечения балки, могут суммироваться (рис. 3). На

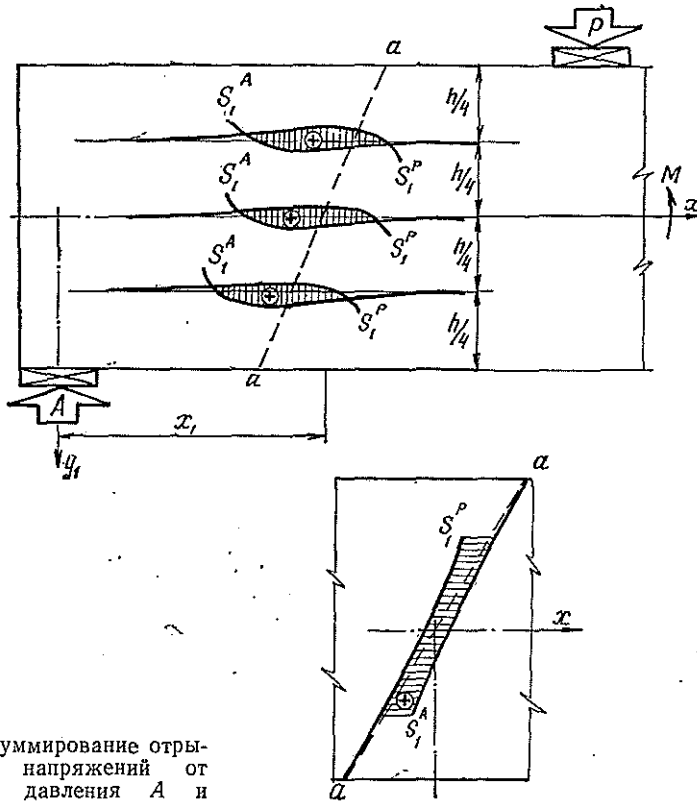


Рис. 3. Суммирование отрывающих напряжений от опорного давления A и сосредоточенной силы P .

практике возникают подобные ситуации как при эксплуатационных нагрузках, так и во время испытаний.

Например, балка (сечением 30×160 мм, длиной 1200 мм), испытываемая двумя сосредоточенными силами P на расстоянии по 300 мм от опор разрушилась от скалывания по нейтральному слою при $P = 17,92$ кН [1].

Вычисленные по элементарной теории максимальные напряжения $\sigma_x = 42$ МПа, $\tau_{xy} = 5,6$ МПа. Превышения их над расчетными сопротивлениями древесины II сорта составляют

$$K_{\sigma_x} = \frac{42}{13} = 3,23; \quad K_{\tau_{xy}} = \frac{5,6}{1,6} = 3,5.$$

При оценке плоского напряженного состояния нейтрального слоя без учета $\sigma_{y,+}^A + P$ перенапряжение

$$K_{\sigma_1} = \frac{5,6}{1,2} = 4,67,$$

что больше $K_{\tau_{max}}$ на 33,4 %; ($R_{p,\alpha=45^\circ} = 1,2$ МПа).

С учетом местных напряжений

$$\begin{aligned} \sigma_x &= 0; \quad \sigma_{y,+}^A + P = 0,211 \text{ МПа}; \\ \sigma_1 &= 5,71 \text{ МПа}; \quad \alpha = 45,54^\circ; \quad R_{p,\alpha} = 1,13 \text{ МПа}, \end{aligned}$$

тогда

$$K_{\sigma_1} = \frac{5,71}{1,13} = 5,05,$$

что больше $K_{\tau_{max}}$ на 44,3 %.

Напряженное состояние на уровне $0,25h$ в растянутой зоне балки более благоприятное, здесь $K_{\sigma_1} = 1,42 \ll 5,05$.

Данные расчета раскрывают причину возникновения трещин в испытываемых элементах по геометрическому месту точек, где главные напряжения превышали прочность древесины под углом примерно в 5 раз, тогда как максимальные σ_x и τ_{xy} — в $3,2 \dots 3,5$ раза.

Особенно тщательную проверку следует выполнять в балках при подвижных нагрузках (пролетные строения мостов, подкрановые балки и др.). Здесь самое опасное положение груза — на расстоянии около $1,6h$ от опоры (на нейтральном слое суммируется наибольшая S). Однозначные ответы на все возникающие вопросы пока дать затруднительно, однако уже в первом предположении ясно, что учет местных напряжений, особенно действующих по площадкам с минимальной прочностью древесины, — один из путей совершенствования расчетов КДК.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Кабанов В. А. Влияние температурно-влажностных воздействий на прочность и выносливость клеевых соединений деревянных балок: Дис. . . канд. техн. наук. — Воронеж, 1983, — 265 с. [2]. Попов В. Д., Серов Е. Н., Корзон С. А. Инженерный расчет зубчатого стыка. — Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1983, № 3, с. 74—78. [3]. Светозарова Е. И. О напряжениях в клеенощитых балках увеличенной высоты. — В кн.: Конструкции из клееной древесины и пластмасс. Л.: ЛИСИ, 1978, с. 10—15. [4]. Серов Е. Н., Хапин А. В. Выбор критерия прочности для клееной древесины изгибаемых и сжато-изгибаемых элементов конструкций. — Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1984, № 1, с. 72—76. [5]. Тимошенко С. П., Гудьер Д. ж. Теория упругости. — М.: Наука, 1979. — 560 с.

Поступила 5 июля 1985 г.

УДК 630*848.7

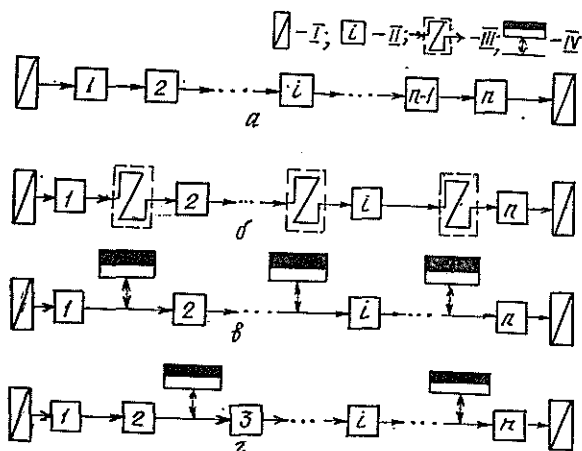
РАСЧЕТ ПРОПУСКНОЙ СПОСОБНОСТИ МНОГОСТАНОЧНЫХ ПОТОКОВ С ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНЫМ РАСПОЛОЖЕНИЕМ ОБОРУДОВАНИЯ

А. С. ФЕДОРЕНЧИК, Н. Ф. КОВАЛЕВ

Белорусский технологический институт

Комплексная механизация и автоматизация производственных процессов потребовала применения дорогостоящего оборудования в технологических потоках нижних складов и деревообрабатывающих цехов. Потоки, отличаясь характером связей между машинами и установками, объединены в различные классы с жесткой, гибкой и комбинированной связями. Многолетний опыт эксплуатации таких потоков указывает на недостаточное их использование. Одна из причин, приводящих к уменьшению выработки, — отсутствие инженерно доступной методики расчета и проектирования потоков, которая бы в реальных условиях леспромов (при изменении сортиментной программы, некомплектной поставке техники, различной надежности машин и т. д.) позволяла выявить и ликвидировать узкие места.

Нами на основании методов теории массового обслуживания, надежности и вероятности, с учетом ранее выполненных исследований [1, 2], разработаны теоретические положения и получены аналитические зависимости, позволяющие определять пропускную способность потоков с буферными емкостями транзитного (БТР) и тупикового (БТТ) типов (см. рис.). Принято, что в процессе эксплуатации через БТР проходит весь объем заготовок; БТТ вступает в действие только тогда, когда



Технологические потоки (линии последовательного агрегатирования).

I — запас сырья или готовой продукции неограниченной емкости; *II* — установка для выполнения технологической операции, $i = 1, n, n > 2$ (целое положительное число); *III* — буферная емкость транзитного типа (БТРТ); *IV* — буферная емкость тупикового типа (БТТ); *a* — с жесткой связью; *б, в* — с гибкой связью, $q = n - 1$; *г* — с комбинированной связью, $1 < q < n - 2$ (здесь q — число буферных емкостей).

ритм работы смежных установок потока нарушается или одна из них временно останавливается. При этом БТТ выдает заготовки навстречу тому направлению, откуда они поступают в него. Не рассматриваем вариант организации работы потока с БТТ, когда допускается заполнение буферной емкости заготовками, выработанными другими потоками.

Как установлено ранее [1], выражение для вместимости буферной емкости m между i -той и $i + 1$ -й машинами имеет вид:

$$m^{(i, i+1)} = \mu K (t_{\text{пр}}^{(i+1)} + t_{\text{пр}}^{(i)}), \quad (1)$$

где $t_{\text{пр}}^{(i+1)}$ и $t_{\text{пр}}^{(i)}$ — время отказа соответственно $(i + 1)$ -й и i -той машин, установленное с большей (0,8 и выше) вероятностью;

K — коэффициент, учитывающий колебания времени циклов обработки предметов труда отдельными машинами в соответствии с нормальным законом распределения параметров деревьев в насаждениях;

μ — интенсивность обработки предметов труда потоком при отказах отдельных его машин; наименьшая из полученных для каждой машины значений

$$\mu = \frac{\mu_{\text{т}}^{(i)}}{K \left(\frac{1}{K_{\text{т}}^{(i)}} - 1 \right) + 1}. \quad (2)$$

Здесь $K_{\text{т}}^{(i)}$ — внутрисменный коэффициент технической готовности (использования) i -той машины, указывающий на вероятность того, что машина окажется работоспособной в произвольно выбранный момент времени в установившемся процессе эксплуатации;

$\mu_{\text{т}}^{(i)}$ — технически возможная интенсивность обработки предметов труда i -той машиной для конкретных условий производства.

В течение смены одновременно работают все механизмы потока. В этом случае интенсивность обработки предметов труда в потоке $\mu_{\text{то}}$ определяется минимальным значением интенсивности обработки сырья $\mu^{(i)}$, полученным по техническим характеристикам машин потока.

Сменная производительность потока с гибкими связями

$$\Pi_{\text{г}} = \Pi_1 + \Pi_2, \quad (3)$$

где Π_1 — выработка потока при одновременной работе всех механизмов; Π_2 — выработка потока при отказах отдельных механизмов (групп механизмов) потока.

Вероятность нахождения всех n механизмов потока в рабочем состоянии в течение определенного времени, в соответствии с теоремой умножения вероятностей, для потоков с БТР составит

$$P_{\text{р}}^{\text{тр}} = \prod_{i=1}^n K_{\text{т}}^{(i)} \prod_{i=1}^{n-1} K_{\text{тб}}^{(i)}, \quad (4)$$

а для потоков с БТТ соответственно

$$P_{\text{р}}^{\text{т}} = \prod_{i=1}^n K_{\text{т}}^{(i)}. \quad (5)$$

В выражении (4) $K_{\text{тб}}^{(i)}$ — внутрисменный коэффициент технической готовности буфера, статистическая величина.

Отсюда определим производительности Π_1 соответственно для потоков с БТТ и БТР

$$\Pi_1^{\text{т}} = \mu_{\text{то}} \varphi T P_{\text{р}}^{\text{т}} = \mu_{\text{то}} \varphi T \prod_{i=1}^n K_{\text{т}}^{(i)};$$

$$\Pi_1^{\text{тр}} = \mu_{\text{то}} \varphi T P_{\text{р}}^{\text{тр}} = \mu_{\text{то}} \varphi T \prod_{i=1}^n K_{\text{т}}^{(i)} \prod_{i=1}^{n-1} K_{\text{тб}}^{(i)}.$$

Здесь T — продолжительность смены за вычетом подготовительно-заключительного времени и времени нормированного отдыха;

φ — коэффициент, учитывающий простой по организационным и другим причинам, не учтенным коэффициентом $K_{\text{т}}^{(i)}$.

Поскольку работа и простой машины образуют полную группу несовместных событий, то вероятность простоя потока с БТТ, состоящего из n машин, в течение определенного времени выражается:

$$P_{\text{н}}^{\text{т}} = \prod_{i=1}^n (1 - K_{\text{т}}^{(i)}), \quad (6)$$

а потока с БТР соответственно

$$P_{\text{н}}^{\text{тр}} = \prod_{i=1}^n (1 - K_{\text{т}}^{(i)}) \prod_{i=1}^{n-1} K_{\text{тб}}^{(i)} + \prod_{i=1}^{n-1} (1 - K_{\text{тб}}^{(i)}) \prod_{i=1}^n K_{\text{т}}^{(i)} + \prod_{i=1}^n (1 - K_{\text{т}}^{(i)}) \prod_{i=1}^{n-1} (1 - K_{\text{тб}}^{(i)}), \quad (7)$$

так как очевидно, что поток будет стоять и в случае одновременного отказа машин при работоспособных БТР (в выражении (7) первое слагаемое), и в случае отказа БТР при работоспособных механизмах (второе слагаемое), и при одновременном отказе машин и БТР (третье слагаемое).

Зная вероятность одновременной работы всех машин потока из выражений (4), (5) и вероятность простоя потока из выражений (6), (7) и исходя из положения, что сумма всех вероятностей состояний равна единице, определим вероятность состояния неполной работы потока с БТТ, характеризующегося отказами отдельных машин (групп машин):

$$P_{\text{нр}}^{\tau} = 1 - P_{\text{р}}^{\tau} - P_{\text{п}}^{\tau}, \quad (8)$$

а для потока с БТР

$$P_{\text{нр}}^{\text{тр}} = 1 - P_{\text{р}}^{\text{тр}} - P_{\text{п}}^{\text{тр}}. \quad (9)$$

Так как в потоке, имеющем n машин, при отказах отдельных его машин (групп машин) устанавливается интенсивность обработки μ (равенство (2)), то выражения для пропускных способностей Π_2 для потоков с БТТ и БТР соответственно имеют вид:

$$\Pi_2^{\tau} = \mu \varphi K_{\tau 0}^{(i)} T P_{\text{нр}}^{\tau} \frac{1}{n}; \quad (10)$$

$$\Pi_2^{\text{тр}} = \mu \varphi T P_{\text{нр}}^{\text{тр}} \frac{1}{n}. \quad (11)$$

Выразив уравнения (8), (9) через соответствующие коэффициенты $K_{\tau}^{(i)}$ и $K_{\tau 0}^{(i)}$ и подставив их в выражения (10) и (11), получим:

$$\Pi_2^{\tau} = \mu K_{\tau 0}^{(i)} \varphi T \left[1 - \prod_{i=1}^n K_{\tau}^{(i)} - \prod_{i=1}^n (1 - K_{\tau}^{(i)}) \right] \frac{1}{n};$$

$$\Pi_2^{\text{тр}} = \mu \varphi T \left\{ 1 - \left[\prod_{i=1}^{n-1} K_{\tau 0}^{(i)} + \prod_{i=1}^{n-1} (1 - K_{\tau 0}^{(i)}) \right] \left[\prod_{i=1}^n K_{\tau}^{(i)} + \prod_{i=1}^n (1 - K_{\tau}^{(i)}) \right] \right\} \frac{1}{n}.$$

На основании уравнения (3) определяем сменную пропускную способность потока с БТТ (см. рис. в) и с БТР (см. рис. б)

$$\Pi_{\tau}^{\tau} = \varphi T \left\{ \mu_{\tau 0} \prod_{i=1}^n K_{\tau}^{(i)} + \mu K_{\tau 0}^{(i)} \left[1 - \prod_{i=1}^n K_{\tau}^{(i)} - \prod_{i=1}^n (1 - K_{\tau}^{(i)}) \right] \frac{1}{n} \right\}; \quad (12)$$

$$\begin{aligned} \Pi_{\tau}^{\text{тр}} = \varphi T \left\{ \mu_{\tau 0} \prod_{i=1}^n K_{\tau}^{(i)} \prod_{i=1}^{n-1} K_{\tau 0}^{(i)} + \mu \left[1 - \left(\prod_{i=1}^{n-1} K_{\tau 0}^{(i)} + \right. \right. \right. \\ \left. \left. \left. + \prod_{i=1}^{n-1} (1 - K_{\tau 0}^{(i)}) \right) \left(\prod_{i=1}^n K_{\tau}^{(i)} + \prod_{i=1}^n (1 - K_{\tau}^{(i)}) \right) \right] \frac{1}{n} \right\}. \quad (13) \end{aligned}$$

При жестких связях машин в потоке, когда между ними нет буферных емкостей (см. рис. а), сменная пропускная способность [1]

$$\Pi_{\text{ж}} = \mu_{\tau 0} \varphi T \prod_{i=1}^n K_{\tau}^{(i)}. \quad (14)$$

Для комбинированных потоков (см. рис. г) после условной замены группы машин, имеющих жесткую связь, одной [1] интенсивность обработки и размеры буферных емкостей между машинами определяют как для потоков с гибкими связями соответственно из выражений (2) и (1), а сменную пропускную способность — по равенству:

$$\Pi_{\text{к}} = \varphi T \left\{ \mu_{\tau 0} \prod_{i=1}^{q+1} K_{\tau}^{(i)} + \mu K_{\tau 0}^{(i)} \left[1 - \prod_{i=1}^{q+1} K_{\tau}^{(i)} - \prod_{i=1}^{q+1} (1 - K_{\tau}^{(i)}) \right] \frac{1}{q+1} \right\}. \quad (15)$$

Выражение (15) получено на основании формулы (12), в которой предел изменения величины i , равный n (числу машин потока), заменен на $q+1$ (здесь $q+1$ — число машин (групп машин) в потоке, разделенных q буферными емкостями).

Известно, что в любой технологической цепочке фактические производительности всех машин за значительный промежуток времени не-

избежно уравниваются. Тогда под пропускной способностью потока можно понимать пропускную способность любой машины потока с учетом не только собственных, но и дополнительных простоев из-за влияния смежных машин. Если известна пропускная способность i -той машины потока $\Pi_a^{(i)}$ при автономной работе за время T , тогда пропускная способность потока за это время:

$$\Pi_n = \Pi_a^{(i)} \rho^{(i)} = \Pi_a^{(i+1)} \rho^{(i+1)}, \quad (16)$$

где $\rho^{(i)}$ и $\rho^{(i+1)}$ — коэффициенты загрузки по времени соответственно i -той и $(i+1)$ -й машин в потоке;

$$\Pi_a^{(i)} = \mu_T^{(i)} K_T^{(i)} \varphi T.$$

Из выражений (16) определим коэффициент загрузки по времени i -той машины в потоке

$$\rho^{(i)} = \frac{\Pi_n}{\Pi_a^{(i)}}.$$

Зная коэффициенты загрузки по времени, можно легко определить время работы $T_p^{(i)}$ и простоя $T_n^{(i)}$ i -той машины потока за смену:

$$T_p^{(i)} = T \varphi K_T^{(i)} \rho^{(i)};$$

$$T_n^{(i)} = T - T_p^{(i)}.$$

Фактическую сменную пропускную способность потока Π_n можно выразить через техническую Π_T [3]

$$\Pi_n = \Pi_T K_n = \mu_{\text{то}} T K_n, \quad (17)$$

где K_n — коэффициент использования потока, учитывающий техническое состояние, число единиц оборудования в потоке, технологические и организационные особенности, структуру потока, тип буферных емкостей.

Выражения (12) — (15) перепишем в виде

$$\Pi_n = T \varphi B. \quad (18)$$

Здесь B — усредненная интенсивность обработки предметов труда потоком.

Для потоков с БТТ и БТР имеем соответственно

$$B = \mu_{\text{то}} \prod_{i=1}^n K_T^{(i)} + \mu K_{\text{тб}}^{(i)} \left[1 - \prod_{i=1}^n K_T^{(i)} - \prod_{i=1}^n (1 - K_T^{(i)}) \right] \frac{1}{n};$$

$$B = \mu_{\text{то}} \prod_{i=1}^n K_T^{(i)} \prod_{i=1}^{n-1} K_{\text{тб}}^{(i)} + \mu \left\{ 1 - \left[\prod_{i=1}^{n-1} K_{\text{тб}}^{(i)} + \prod_{i=1}^{n-1} (1 - K_{\text{тб}}^{(i)}) \right] \left[\prod_{i=1}^n K_T^{(i)} + \prod_{i=1}^n (1 - K_T^{(i)}) \right] \right\} \frac{1}{n}.$$

При жестких связях машин в потоке

$$B = \mu_{\text{то}} \prod_{i=1}^n K_T^{(i)};$$

при комбинированных (см. рис. 2)

$$B = \mu_{\text{то}} \prod_{i=1}^{q+1} K_T^{(i)} + \mu K_{\text{тб}}^{(i)} \left[1 - \prod_{i=1}^{q+1} K_T^{(i)} - \prod_{i=1}^{q+1} (1 - K_T^{(i)}) \right] \frac{1}{q+1}.$$

Определив значения B и приравняв правые части уравнений (17) и (18), можно найти коэффициент использования потока:

$$K_{II} = \frac{\varphi B}{\mu_{\text{то}}} \quad (19)$$

Полученные материалы могут составить основу инженерной методики расчета потоков последовательного агрегатирования.

Пример. В состав потока входят три установки. Для конкретных условий (объем хлыста, схема раскряжевки и т. д.) известны расчетные характеристики: $\mu_T^{(1)} = 0,6$ м³/мин для ПСЛ-2; $\mu_T^{(2)} = 0,52$ м³/мин для ЛО-15С; $\mu_T^{(3)} = 0,55$ м³/мин для ЛТ-86; $t_{\text{пр}}^{(1)} = 4,75$ мин; $t_{\text{пр}}^{(2)} = 5$ мин; $t_{\text{пр}}^{(3)} = 3$ мин; $K_T^{(1)} = K_T^{(2)} = 0,8$; $K_T^{(3)} = 0,9$; $T = 390$ мин; $\varphi = 0,95$; $K = 1,3$; $K_{\text{тб}}^{(1)} = 0,975$.

Требуется определить пропускную способность и коэффициент использования потока при жесткой, гибкой (с БТР и БТТ) и комбинированной связях, а также вместимость буферных емкостей. По формуле (14) вычисляем сменную пропускную способность потока при жесткой связи

$$П_{\text{ж}} = 0,52 \cdot 0,95 \cdot 390 \cdot 0,8^2 \cdot 0,9 = 111 \text{ м}^3/\text{см.}$$

Зная $П_{\text{ж}}$, на основании (17) определим коэффициент использования потока

$$K_{II}^{\text{ж}} = \frac{П_{\text{ж}}}{\mu_{\text{то}} T} = \frac{111}{0,52 \cdot 390} = 0,55.$$

Используя выражение (2), найдем интенсивность обработки μ для различных машин i . Для первой

$$\mu^{(1)} = \frac{0,6}{1,3 \left(\frac{1}{0,8} - 1 \right) + 1} = 453 \text{ м}^3/\text{мин.}$$

Аналогично $\mu^{(2)} = 0,392$ и $\mu^{(3)} = 0,480$ м³/мин. Интенсивность обработки μ определяет раскряжевочная установка, имеющая наименьшее значение $\mu^{(i)}$. Тогда по формуле (12) вычислим пропускную способность потока с БТТ

$$П_T^{\text{т}} = 0,95 \cdot 390 \left\{ 0,52 \cdot 0,8^2 \cdot 0,9 + 0,392 \cdot 0,975 \left[1 - 0,8^2 \cdot 0,9 - (1 - 0,8)^2 (1 - 0,9) \right] \frac{1}{3} \right\} = 138,5 \text{ м}^3/\text{см.}$$

Аналогично по формуле (13) найдем, что пропускная способность потока с БТР $П_T^{\text{бр}} = 127,3$ м³/см.

Следовательно, введение гибкой связи с БТР дает прирост производительности потока $\Delta П = 16,3$ м³/см или 14,7 %, а с БТТ — 27,5 м³/см или 24,8 %.

Из выражения (17) определим коэффициент использования потока

$$K_{II}^{\text{бр}} = \frac{П_T^{\text{бр}}}{\mu_{\text{то}} T} = \frac{127,3}{0,52 \cdot 390} = 0,63.$$

Аналогично $K_{II}^{\text{т}} = 0,68$.

По формуле (1) найдем вместимость буферных емкостей между ПСЛ-2 и ЛО-15С, а также между ЛО-15С и ЛТ-86:

$$m^{(1,2)} = 0,392 \cdot 1,3 (5 + 4,75) = 4,95 \text{ м}^3, \text{ или } 10 \text{ хлыстов};$$

$$m^{(2,3)} = 0,392 \cdot 1,3 (3 + 5) = 4,0 \text{ м}^3, \text{ или } 45 \text{ сортиментов.}$$

Пусть буферная емкость установлена только между ПСЛ-2 и ЛО-15С, т. е. имеет место комбинированная связь машин в потоке. Условно представим ЛО-15С и ЛТ-86 как одну машину (систему). Ее техническая производительность определяется ЛО-15С и равна 0,52 м³/мин. Воспользовавшись материалами работы [1], найдем: $\mu^{\text{с}} = 0,327$ м³/мин; $K_T^{\text{с}} = 0,7$; $t_{\text{пр}}^{\text{с}} = 5$ мин. По формуле (15) определим пропускную способность потока с комбинированными связями (емкость тупикового типа)

$$П^{\text{к}} = 0,95 \cdot 390 \left\{ 0,52 \cdot 0,8 \cdot 0,7 + 0,327 \cdot 0,975 \left[1 - 0,8 \cdot 0,7 - (1 - 0,8)(1 - 0,7) \right] \frac{1}{1 + 1} \right\} = 130,3 \text{ м}^3.$$

что дает прирост $\Delta\Pi = 18,7 \text{ м}^3/\text{см}$, или 17,3 % по сравнению с жестким расположением установок в потоке. Из выражения (1) находим вместимость буферной емкости

$$m^{(1, c)} = 0,327 \cdot 1,3 (5 + 4,75) = 4,14 \text{ м}^3, \text{ или } 8 \text{ хлыстов},$$

а из выражения (17) — коэффициент использования потока

$$K_{\text{н}}^{\text{к}} = \frac{\Pi^{\text{к}}}{\mu_{\text{то}} T} = \frac{130,3}{0,52 \cdot 390} = 0,64.$$

ЛИТЕРАТУРА

[1]. Ковалев Н. Ф., Федоренчик А. С. Буферные емкости и производительность в потоках лесозаготовок.— Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1981, № 2, с. 111—117. [2]. Турлай И. В., Ковалев Н. Ф. Определение оптимальных размеров буферных запасов.— М.: ВНИПИЭИлеспром, 1974, с. 24. [3]. Эксплуатационная надежность полуавтоматических линий лесной промышленности/ Д. К. Воевода, Н. Ф. Ковалев, В. В. Назаров, А. К. Теслюк. Под ред. Д. К. Воеводы.— М.: Лесн. пром-сть, 1971.— с. 120.

Поступила 2 ноября 1984 г.

УДК 676.051.345.3 : 534

ИСТОЧНИКИ КОЛЕБАНИЙ КОРООБДИРОЧНЫХ БАРАБАНОВ

А. Б. ЗЫРЯНОВА, А. А. САННИКОВ

Уральский лесотехнический институт

Корообдирочные барабаны, предназначенные для окорки балансовой древесины, относятся к машинам со значительными динамическими нагрузками, возбуждающими в ряде случаев повышенную вибрацию, которая снижает надежность узлов и деталей как самих машин, так и их фундаментов. Авторами исследованы колебания различных типов корообдирочных барабанов на семи целлюлозно-бумажных комбинатах.

Для экспериментальных исследований использовали два комплекта виброизмерительной аппаратуры типа К-001 с осциллографом типа НО41, У4.2. Корообдирочные барабаны колеблются совместно с их фундаментами в области низких частот как единые жесткие системы. Поэтому колебания этих машин оценивали по колебаниям их фундаментов. Вибропреобразователи, ориентированные по трем взаимно перпендикулярным направлениям, устанавливали на фундаменте у опорных роликов, на площадках приводов и на нулевой отметке (рис. 1).

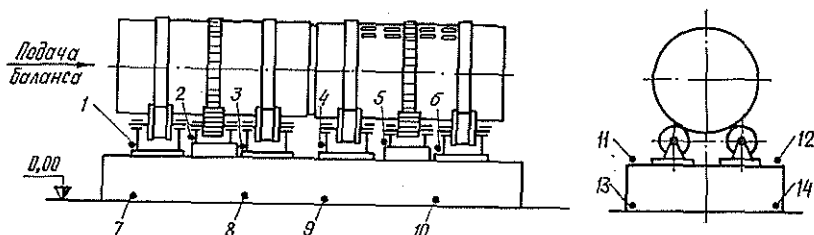


Рис. 1. Схема размещения вибропреобразователей (1—14) на фундаменте корообдирочного барабана.

Формы колебаний фундаментов выявляли путем одновременной записи колебаний в четырех — шести точках. При определении формы колебаний поперечного сечения фундамента два вибропреобразователя устанавливали на верхней отметке фундамента и два — на нулевой отметке на одинаковом расстоянии от оси барабана. При определении форм-

мы колебаний фундаментов в плане вибропреобразователи устанавливали на верхней отметке в различных сечениях по длине барабана.

Фундаменты корообдирочных барабанов совершают три вида колебаний: вертикальные и горизонтально-вращательные в поперечном и продольном направлениях. Вращательные колебания фундамента относительно его вертикальной оси имеются, но они относительно малы, и их можно не рассматривать. Собственные частоты колебаний фундаментов определяли по записям колебаний от микросейсмических воздействий и путем идентификации вынужденных колебаний.

На рис. 2 представлены характерные образцы записей колебаний фундамента корообдирочного барабана.

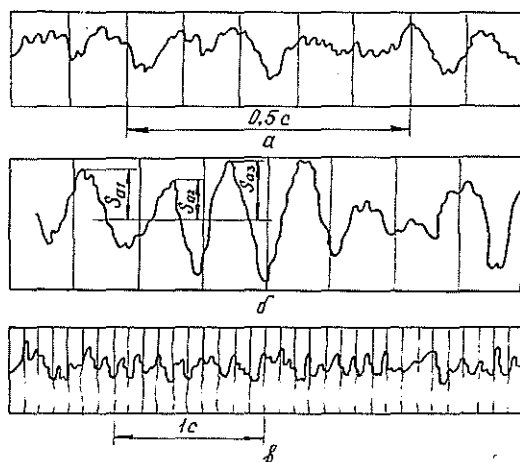


Рис. 2. Образцы временных зависимостей виброперемещений точки верхней отметки фундамента корообдирочного барабана типа Варкаус древесно-подготовительного цеха (ДПЦ) № 1 Архангельского ЦБК.

a — продольных горизонтально-вращательных (увелич. в 274 раза); *б* — поперечных горизонтально-вращательных (увелич. в 274 раза); *в* — вертикальных колебаний (увелич. в 108 раз).

Из рис. 2 видно, что в разные моменты времени $\tau_1, \tau_2, \tau_3, \dots$ значения амплитуд виброперемещений $S_{a1}, S_{a2}, S_{a3}, \dots$ различны и носят случайный характер, случайна также частота колебаний. Поэтому записи колебаний обрабатывали как случайные функции. Низшие собственные частоты колебаний фундаментов в поперечном направлении равны 6,5...12,0 Гц, в продольном направлении — 10,5...14,0 Гц.

По амплитудам виброперемещений преобладают горизонтально-вращательные колебания в поперечном направлении с частотами, равными соответственно первой низшей собственной частоте колебаний системы и зубцовой f_z , Гц (частоте соударений) и частоте пересопрежения зубьев $f_{пз}$, Гц, открытой зубчатой передачи привода. Их определяем соответственно по формулам [1, 2]

$$f_z = \frac{nz_k}{60}; \quad (1)$$

$$f_{пз} = \frac{nz_k}{60(\varepsilon - 1)},$$

где n — частота вращения зубчатого венца или барабана, об/мин;

z_k — число зубьев венца;

ε — коэффициент перекрытия передачи.

Для обследованных барабанов типа КБ-60, Варкауc, Раума-Релола, КБ-100 зубцовые частоты и частоты пересопряжений зубьев соответственно равны 22...23 и 24...27 Гц.

Интенсивность колебаний зависит от параметров фундаментов и установленных на них машин, от массы окариваемого баланса, от коэффициентов упругого и неупругого сопротивления грунтового основания. На верхней отметке амплитуды виброперемещений находятся в пределах от единиц до нескольких сотен микрометров (мкм). Амплитуды виброперемещений фундаментов на верхней отметке в поперечном направлении на собственных частотах достигают 700 мкм, а на зубцовых частотах — 130 мкм.

В вертикальном и горизонтальном продольном направлениях по интенсивности также преобладают колебания на собственных и зубцовых частотах, но с меньшими амплитудами виброперемещений. Записи вертикальных и поперечных колебаний подобны, что свидетельствует об одном их источнике — импульсных силах и их моментах, образующихся вследствие несовпадения линии действия этих сил с центром масс системы и центром масс площади подошвы фундамента.

Амплитуды виброперемещений фундаментов в вертикальном направлении достигают на собственных частотах 220 мкм, на зубцовых частотах — 90 мкм, в горизонтальном продольном направлении соответственно — 150 и 60 мкм.

Превышение амплитуд виброперемещений фундаментов в поперечном направлении над амплитудами виброперемещений в продольном и

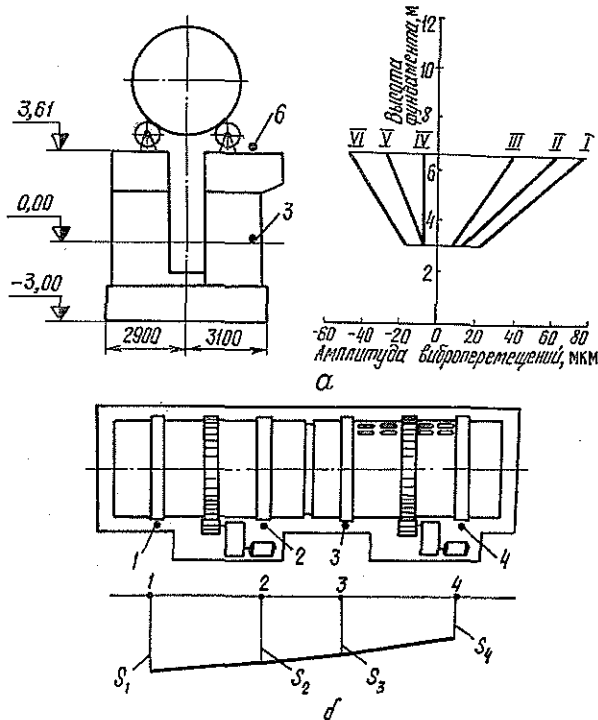


Рис. 3.

а — поперечный разрез корообдирочного барабана типа КБ-60 ДПЦ № 2 Котласского ЦБК и фундамента и формы мгновенных положений при поперечных колебаниях (I—VI — фиксированные моменты времени измерения колебаний); б — вид сверху корообдирочного барабана и фундамента и форма мгновенных положений точек фундамента (1—4, 6 — места установки вибропреобразователей).

вертикальном направлении, достигающее 9-кратной величины, наблюдалось у 85 % обследованных фундаментов. В 63 % случаев имеет место преобладание в 1,1...5,8 раз вертикальных колебаний над продольными горизонтально-вращательными колебаниями. На нулевой отметке амплитуды виброперемещений фундаментов на собственных и зубцовых частотах достигают в поперечном направлении соответственно 90 и 50 мкм, в продольном направлении — 50 и 30 мкм.

Интенсивность колебаний фундаментов корообдирочных барабанов при возбуждении колебаний от соседних машин и от микросейсмических возмущений незначительна, амплитуды виброперемещений не превышают 15 мкм во всех направлениях. Следовательно, при расчете фундаментов барабанов взаимное влияние смежных фундаментов можно не учитывать.

Фундаменты в поперечном направлении совершают колебания по формам, подобным первой и второй формам собственных колебаний (рис. 3). При этом колебания точек приводных и лицевых сторон фундаментов, расположенных симметрично относительно оси барабана, синфазны (рис. 3, а).

Точки фундаментов, расположенные на верхней отметке в различных сечениях по длине барабана и по одну сторону от оси машины, колеблются в горизонтальном поперечном направлении с различными амплитудами почти синфазно (рис. 3, б). Сдвиг фаз — не более (0,1...0,3) π рад. Разница в амплитудах перемещений не более чем в 2 раза.

Следовательно, в качестве расчетной модели фундамент корообдирочного барабана может быть принят в виде недеформируемой системы.

Выборочные результаты обработки измерений колебаний фундаментов корообдирочных барабанов приведены на рис. 4 и 5 в виде графиков нормированных корреляционной функции $K^{\wedge}(\tau)$ и спектральной плотности $S^{\wedge}(f)$ виброперемещений. Анализ этих графиков показал, что колебательный процесс наряду со случайной имеет периодические составляющие. Спектр частот от 2,5 до 30 Гц — зона динамической активности корообдирочных барабанов в рабочем режиме. Спектральные плотности процессов имеют резкий максимум вблизи собственных частот колебаний систем.

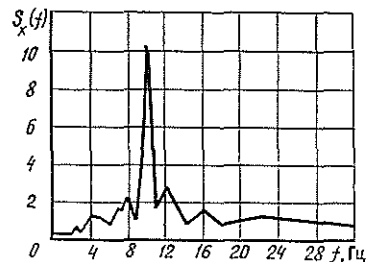
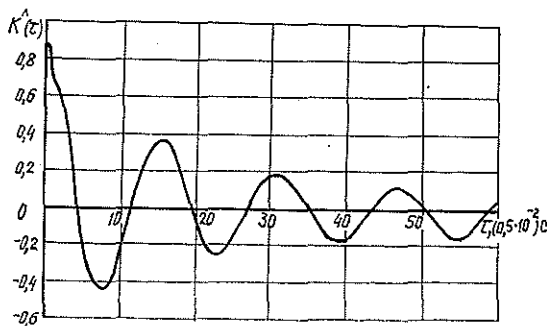


Рис. 4. Корреляционная функция поперечных виброперемещений верхней отметки фундамента корообдирочного барабана типа КБ-60 ДПС № 1 Котласского ЦБК.

Рис. 5. Спектральная плотность поперечных виброперемещений верхней отметки фундамента корообдирочного барабана типа КБ-60 ДПС № 1 Котласского ЦБК.

В спектре выделяются также частоты 2...2,5 Гц; 2,8...3,2; 3,6...3,7; 4,2...6; 16,2; 20...25 Гц, однако плотность виброперемещений на каждой из них существенно меньше плотности виброперемещений вблизи собственных частот колебаний системы. Первая и вторая группы частот соответствует частотам колебаний, возбуждаемых перекладкой внутреннего кольца подшипника опорного ролика при вращении с одного тела качения на другое (частоты мерцания f_m , Гц), и частотам соударений окорочных балок барабана f_6 , Гц, с балансом. Их находим соответственно из выражений [2]

$$f_m = \frac{2,65\pi n_p z_p \eta}{1000} \left(1 - \frac{d_p}{d_{cp}}\right); \quad (2)$$

$$f_6 = \frac{nk}{60},$$

где n_p — частота вращения опорного ролика, об/мин;
 z_p — число тел качения (при двухрядном подшипнике в одном ряду);
 η — коэффициент, учитывающий проскальзывание тела качения по беговой дорожке ($\eta \approx 0,97-0,98$);
 d_p — диаметр тела качения;
 d_{cp} — средний диаметр подшипника;
 k — число окорочных балок секции барабана.

Следующие две группы частот обуславливаются волнистостью поверхности опорных роликов и мерцанием подшипников вала подвешенной шестерни. Частоту колебаний f_b , Гц, обусловленную нецилиндричностью рабочих поверхностей опорных роликов, определяем по формуле [2]:

$$f_b = \frac{k_b n_p}{60}. \quad (3)$$

Здесь $k_b = 3, 4, 5, \dots$ — число волн на поверхности опорного ролика.

В области частот 16...25 Гц находятся частоты вращения электродвигателя привода, а также зубцовые частоты открытой зубчатой передачи. Кроме того, в спектре зарегистрированы частоты колебаний, кратные перечисленным выше.

Из приведенного следует, что корообдирочные барабаны возбуждают широкополосное возмущение, наибольшая плотность которого приходится на частотный диапазон 2,5...25,0 Гц. Фундаменты следует рассчитывать на динамические воздействия в этом частотном диапазоне. Причем фундамент можно рассматривать как жесткий массив на упруго-демпфирующем основании, модель которого может быть принята, например, по СНиП [4] или по О. А. Савинову [3]. Взаимным влиянием колебаний смежных фундаментов можно пренебречь.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Виброактивность зубчатых передач с коэффициентом перекрытия, большим двух/ Э. Б. Булгаков, В. Н. Ананьев, В. В. Голованов, В. А. Карасев. — Вестник машиностроения, 1974, № 6, с. 26—31. [2]. Методическое руководство по проведению вибрационного обследования технологического оборудования целлюлозно-бумажных производств. — М.: Минлесбумпром, 1982, с. 57. [3]. Савинов О. А. Современные конструкции фундаментов под машины и их расчет. — Л.: Стройиздат, 1979. — 200 с. [4]. Строительные нормы и правила СНиП II—19—79. Фундаменты машин с динамическими нагрузками. — М.: Стройиздат, 1979, с. 41.

ХИМИЧЕСКАЯ ПЕРЕРАБОТКА ДРЕВЕСИНЫ

УДК 676.044 : 546.621

ГИДРОКСИСОЕДИНЕНИЯ АЛЮМИНИЯ —
СВЯЗУЮЩИЕ ВЕЩЕСТВА ДЛЯ БУМАГИ СУХОГО ФОРМОВАНИЯ

*В. А. АМОСОВ, Г. И. ЧИЖОВ, В. В. ШАРКОВ,
В. В. ШАМКО, Л. Б. ШАПКИНА*

Ленинградский технологический институт ЦБП
Ленинградская лесотехническая академия

Сухой способ получения бумаги наиболее перспективен: он экономичен по расходу электроэнергии, воды, пара; имеет меньший объем промышленных выбросов по сравнению с традиционным гидродинамическим способом.

Проблема придания прочности бумажному полотну, полученному в газовой фазе, обычно решается введением в него таких связующих веществ, как поливиниловый спирт, поливинилацетат, крахмал и т. п. Однако для листа из коротких древесноцеллюлозных волокон такой способ признан непригодным [1].

Рядом авторов [3, 5] описана способность гидроксисоединений алюминия (ГСА) повышать прочность бумаги путем образования поперечных сшивок между целлюлозными волокнами при ее формовании из водной фазы.

В настоящей работе изучена возможность использования ГСА в качестве связующих веществ при получении бумаги сухим способом из волокон сульфитной беленой (марки А-2) и сульфатной небеленой (марки НС-2) целлюлозы сухого размола, а также из волокон макулатурной массы (марки МС-3). Поскольку эффект упрочнения бумаги сухого формования под действием ГСА должен зависеть от их содержания в композиции бумаги, то предварительно исследовали способность указанных волокнистых материалов удерживать ГСА.

Навеску целлюлозы массой 1 г в пересчете на абс. сухое волокно заливали 10 мл раствора алюмината натрия с концентрацией 0,5...10,0 %, тщательно перемешивали и выдерживали при 20 °С в течение 1 ч, после чего добавляли 1 н. HCl, устанавливали заданную величину рН в пределах от 3 до 11,5 и выдерживали еще 15 мин. Избыток жидкости отжимали через фильтр, отбирали 5 мл фильтрата для анализа на содержание алюминия и по разности количества его в исходном растворе алюмината натрия и в фильтрате рассчитывали содержание алюминия, удержанного волокнами. Из изложенного ясно, что найденная величина включает в себя алюминий, адсорбированный по ионнообменному механизму и специфически в форме ГСА, а также механически удержанные ГСА.

Полученные результаты представлены на рис. 1. Из рис. 1 видно, что максимальную способность к удержанию ГСА (44,6 % от массы абс. сухого волокна) проявляют волокна макулатурной массы, а минимальную — сульфитная беленоя целлюлоза сухого размола (44,1 %); сульфатная небеленоя целлюлоза в тех же условиях удерживает 48,4 % ГСА. Для трех видов исследованных волокнистых полуфабрикатов указанные максимумы удержания ГСА наблюдаются при концентрации исходного раствора алюмината натрия 4 % и конечном рН системы 9,0.

Часть данных по удержанию ГСА волокнами целлюлозы, иллюстрирующая выявленные закономерности, представлена в виде графиков на рис. 1 и 2. (На этих рисунках приведены результаты опытов с маку-

Влияние давления прессования при 120°C на прочность бумаги сухого формования

Давление прессования, МПа	Разрывная длина бумаги, м, из целлюлозы			
	сульфатной небеленой		сульфитной беленой	
	Вода	Алюминат натрия	Вода	Алюминат натрия
5	660	1 030	110	370
10	900	1 030	320	530
15	980	1 160	420	580
20	1 000	1 760	450	730

латурой; для целлюлоз соответствующие зависимости аналогичны, хотя, конечно, положение кривых иное).

Наиболее полное осаждение гидроксида алюминия из растворов алюмината натрия наблюдается при рН 8,5... 9,0 [4]; в этом же интервале значений активной кислотности среды происходит максимальное удержание ГСА волокнами целлюлозы (рис. 1). Ход кривых удержания хорошо согласуется с ходом кривой полноты осаждения гидроксида алюминия в пределах изучаемого диапазона значений рН. Максимум на кривых удержания ГСА целлюлозой объясняется тем, что при малых значениях рН образующийся гидроксид алюминия высокодисперсен и агрегативно устойчив. С ростом рН степень дисперсности частиц гидроксида снижается, возрастает их склонность к коагуляции и сорбции на целлюлозных волокнах. Наоборот, при значениях рН больше 9,0 начинаются процессы деполимеризации и растворения гидроксида алюминия, что приводит к снижению его удержания целлюлозой. Максимум удержания ГСА соответствует, очевидно, тому значению рН, при котором частицы гидроксида имеют наибольшие размеры. Следовательно,

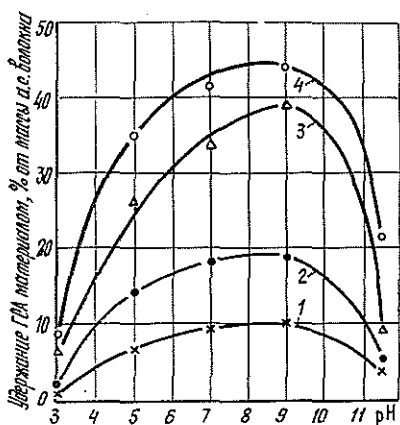


Рис. 1. Зависимость удержания ГСА волокнами от рН среды при различной концентрации исходного раствора алюмината натрия.

1 — 0,5 %; 2 — 1; 3 — 2; 4 — 3 %.

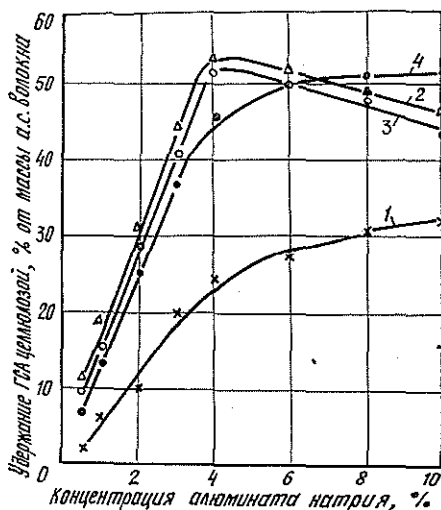


Рис. 2. Зависимость удержания ГСА волокнами от концентрации исходного раствора алюмината натрия при различных рН среды.

1 — 11,5; 2 — 9; 3 — 7; 4 — 5.

в общем эффекте удержания главная роль принадлежит удержанию механическому, а не адсорбционному. В пользу этого говорит и тот факт, что максимум специфической адсорбции алюминия имеет место при рН 5,0 . . . 5,5 [6], а не при рН 8,5 . . . 9,0, когда наблюдается максимум удержания ГСА целлюлозой.

К интересным выводам приводит анализ зависимостей удержания ГСА целлюлозой от концентрации исходного раствора алюмината натрия, полученных при различных значениях рН (рис. 2). Основываясь на данных литературы [2, 4] и общих соображениях, суммарное количество удержанных ГСА можно разделить на удерживаемые адсорбционно и механически. При этом содержание адсорбционно удерживаемых ГСА может расти только до определенного предела, соответствующего полному насыщению адсорбционных центров целлюлозы. При дальнейшем увеличении расхода алюмината натрия количество адсорбированных ГСА будет неизменным. С другой стороны, количество механически удерживаемых ГСА должно неуклонно расти по мере увеличения расхода соединений алюминия, что и наблюдается при обычном отливе бумаги традиционным «мокрым» способом [2]. Однако в условиях нашего опыта ситуация складывалась иная: образец целлюлозы отжимали на фильтре, и, следовательно, максимальное количество удержанного ГСА не может превышать суммарного объема пор сжатого образца.

Изложенные соображения позволяют объяснить все особенности графиков на рис. 2. Кривые, характеризующие зависимости удержания ГСА целлюлозой от концентрации исходного раствора алюмината натрия при рН 11,5 (кривая 1) и рН 5 (кривая 4), не имеют максимумов. Согласно данным работы [4], полнота осаждения гидроксида алюминия в этих условиях составляет 40 и 60 % соответственно, так что, по-видимому, количества имеющегося в системе гидроксида не хватает для адсорбционного насыщения волокон целлюлозы даже при 10 %-ной концентрации раствора алюмината натрия. При осаждении гидроксидов алюминия при рН 7 и 9, когда полнота осаждения близка к 100 %, кривые удержания обнаруживают максимум при концентрации раствора алюмината натрия 4 %. По всей видимости, в этих условиях имеет место адсорбционное насыщение волокон целлюлозы, а количество механически удержанных ГСА близко к максимальному. Нисходящая ветвь анализируемых кривых соответствует, очевидно, процессу уменьшения пористости образца целлюлозы, обусловленному усилением набухания волокон с ростом рН среды при увеличении концентрации раствора алюмината натрия.

В опытах по исследованию влияния ГСА на прочностные свойства бумаги сухого формования изучали действие таких факторов, как температура прессования (рис. 3), давление прессования (см. табл.) и количество удержанных образцом ГСА (рис. 4). Образцы с массой 100 г/м² обрабатывали последовательно растворами алюмината натрия и 1н. HCl, причем концентрацию первого раствора и количество второго подбирали таким образом, чтобы осаждение ГСА на волокнах происходило при рН 8,0 . . . 9,5. Далее образцы отжимали до влажности 60 %, после чего подвергали термостатическому сжатию в гидравлическом прессе «Mihota» в течение 5 . . . 8 с. Для получения контрольных цифр аналогичной обработке подвергали образцы с такой же влажностью, но не содержащие ГСА.

Как следует из рис. 3, оптимальная температура обработки — 120 °С. При этой температуре все образцы, в том числе и контрольные, имеют максимум разрывной длины. Наличие максимума на кривых разрывная длина — температура обработки не связано с ГСА хотя присутствие их в композиции бумаги приводит к заметному уве-

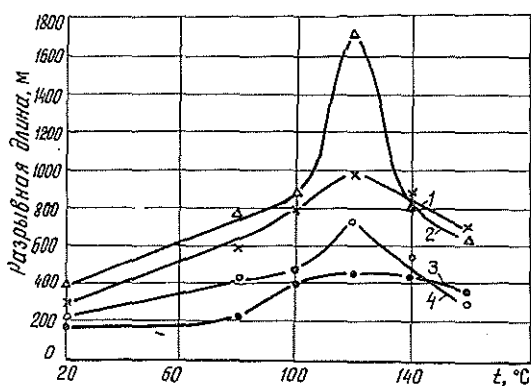


Рис. 3. Влияние температуры прессования на разрывную длину бумаги из сульфатной небеленой целлюлозы без алюмината натрия (1); то же с алюминатом натрия (2); из сульфатной беленой целлюлозы без алюмината натрия (3); то же с алюминатом натрия (4).

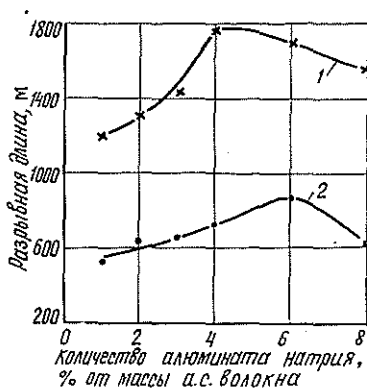


Рис. 4. Зависимость разрывной длины бумаги от содержания в ней ГСА.

1 — бумага изготовлена из сульфатной небеленой целлюлозы; 2 — из сульфитной беленой целлюлозы.

личению прочности), поэтому можно предположить, что причиной снижения прочности при температурах более 120 °C является термодеструкция волокон, и это снижение не может быть скомпенсировано добавкой ГСА.

Изменение давления прессования в прессах от 5 до 20 МПа при постоянной температуре 120 °C приводит к неуклонному росту разрывной длины образцов, но характер изменения этого показателя зависит от наличия или отсутствия в композиции образцов ГСА и от природы волокнистого полуфабриката (см. табл.). Для сульфатной небеленой целлюлозы в контрольном опыте прочность образцов возрастает скачкообразно при увеличении давления прессования с 5 до 10 МПа, а в дальнейшем меняется незначительно. Образцы с ГСА практически не реагируют на изменение давления в диапазоне 5...15 МПа, а при 20 МПа резко (на 51,7 %) увеличивают свою разрывную длину. Такие же особенности в изменении разрывной длины прослеживаются и для образцов из сульфитной беленой целлюлозы, но выражены они менее явно. В настоящее время трудно сказать, что лежит в основе указанных явлений, и этот вопрос нуждается в дальнейшем углубленном изучении.

Влияние количества вводимых ГСА на прочностные свойства получаемых образцов определяли для условий сжатия при 120 °C и давлении 20 МПа (рис. 4). Графики рис. 4 свидетельствуют о том, что увеличение содержания ГСА в бумаге до 4...6 % от массы волокон улучшает межволоконное связеобразование в получаемой бумаге. Наличие максимумов на кривых рис. 4 связано, по-видимому, с существованием предела насыщения гидроксидов на доступной поверхности целлюлозных волокон гидроксисоединениями алюминия. Превышение оптимального расхода ГСА приводит к тому, что они начинают вести себя как инертный наполнитель, расклинивают волокна и снижают силы связи в бумажном листе.

Таким образом, наибольшее удержание волокнами целлюлозы сухого размола гидроксисоединений алюминия, осаждаемых из растворов алюмината натрия, наблюдается при концентрации раствора 4 % и рН 8,0...9,5. Максимум разрывной длины бумаги сухого формования из целлюлозы сухого размола достигается при введении в ее компози-

цию 4...6 % ГСА от массы абс. сухих волокон и последующем прессовании при температуре 120 °С и давлении 20 МПа.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. А. с. 1008326 (СССР). Способ получения бумаги сухого формования/ В. А. Амосов, Г. И. Чижев, А. Е. Гуцин, В. В. Шарков.— Оpubл. в Б. И., 1983, № 12. [2]. Влияние повышенных расходов соединений алюминия на показатели механической прочности бумаги из сульфатной небеленой целлюлозы/ В. М. Бодрова, З. И. Бажукова, Г. И. Чижев, А. Г. Махонин.— Химия и технология целлюлозы. Вып. 5: Межвуз. сб. науч. тр. Л.: ЛТА, 1978, с. 65—71. [3]. Фляте Д. М., Чижев Г. И., Елкина Е. П. Использование соединений алюминия для повышения механической прочности тарного картона.— Бум. пром-сть, 1984, № 10, с. 5—6. [4]. Чижев Г. И. Новое направление использования соединений алюминия при производстве бумаги: Обзор. информ. М.: ВНИИЭИлеспром, 1984.— 48 с. [5]. Чижев Г. И., Иванов С. Н., Фляте Д. М. О механизме взаимодействия соединений алюминия с целлюлозными волокнами.— Химия и технология целлюлозы. Вып. 2: Межвуз. сб. науч. тр. Л.: ЛТА, 1975, с. 93—100. [6]. Юрьев В. И., Позин С. С., Скурихина Г. М. Изучение адсорбционных и электрокинетических свойств сульфитной и сульфатной целлюлоз по отношению к растворам солей алюминия.— Тр. ЛТА, 1960, № 91, с. 11—20.

Поступила 5 мая 1985 г.

УДК 676.1.023.1

СОСТАВ ОТБЕЛЬНЫХ РАСТВОРОВ ПОСЛЕ ОБРАБОТКИ НЕБЕЛЕННОЙ СУЛЬФАТНОЙ ЦЕЛЛЮЛОЗЫ

Т. А. ТУМАНОВА, В. А. ЧАСОВЕННАЯ, Е. И. МАЛЬКОВА,
Л. Н. ПАХОМОВА

Ленинградская лесотехническая академия

Борьба с образованием отложений на поверхности оборудования отбельных цехов — одна из основных задач целлюлозно-бумажного производства. Для уменьшения образования осадков в процессе отбелики вводят добавку диоксида хлора к хлору на первой ступени, проводят обработку окислителями небеленой целлюлозы до хлорирования [1, 2]. В работах некоторых исследователей [4, 5] указано, что такие добавки и обработка перед хлорированием малоэффективны.

Вопросы снижения содержания смол и жиров в целлюлозе и уменьшения отложений можно решить, изучив состав отбельных растворов и их изменение в процессе отбелики.

В данной работе приведены результаты исследования состава отработанных отбельных растворов после обработки небеленой сульфатной целлюлозы лиственных пород древесины (из осины и березы Архангельского ЦБК).

Характеристика небеленой целлюлозы: жесткость — 88,5 п. е., содержание смол и жиров — 1,25 %, степень полимеризации — 1 400 (по вязкости растворов целлюлозы в кадоксене). Образцы сульфатной небеленой целлюлозы обрабатывали различными окислителями.

Режимы обработки сульфатной небеленой целлюлозы приведены в табл. 1.

Из отработанного фильтрата были выделены водо- и эфирорастворимые органические вещества [3].

Данные о химическом составе по группам отработанных растворов после обработки небеленой целлюлозы приведены в табл. 2.

В образцах целлюлозы после обработки окислителями определяли остаточное содержание экстрактивных веществ (табл. 1). Эти данные показали, что наибольшее удаление экстрактивных веществ наблюдается при обработке небеленой целлюлозы растворами диоксида хлора.

Таблица 1

Окислитель	Расход окислителя, %	Температура, °С	pH	Содержание экстрактивных веществ, %	Удаление экстрактивных веществ, %
Cl ₂	1,5	20	2,0	1,05	13
ClO ₂	1,5	70	3,5	0,53	56
NaClO	1,5	70	11,0	0,69	43
H ₂ O ₂	2,0	70	11,0	0,68	42

Примечание. Во всех случаях продолжительность обработки — 60 мин, концентрация массы — 10 % к абс. сухой целлюлозе.

Таблица 2

Окислитель	Содержание фракций, г/100 г целлюлозы % от общего содержания органических веществ							Сумма веществ без лигнина
	Сульфатный лигнин (ВМС)	Нейтральные	Кислоты	Фенолы	Окси-кислоты	Углероды	Сумма веществ	
Cl ₂	Нет	0,340	0,180	0,113	2,020	0,147	2,80	2,80
		12,10	6,45	4,05	72,00	15,30		
ClO ₂	»	0,692	0,243	0,281	0,480	0,510	2,21	2,21
		31,30	11,00	12,70	21,70	23,10		
NaClO	1,51	0,62	0,51	0,75	0,21	0,098	3,71	2,20
		42,00	16,70	13,70	20,20	5,75		
H ₂ O ₂	0,281	0,545	0,144	0,414	0,306	0,270	1,96	1,68
		14,30	27,90	7,80	14,80	5,70		

Таблица 3

Содержание омыляемых и неомыляемых веществ в группе нейтральных

Окислитель	Общее содержание нейтральных, г/100 г целлюлозы	Неомыляемые			Омыляемые		
		г/100 г целлюлозы	% от фракции	Связанный хлор	г/100 г целлюлозы	% от фракции	Связанный хлор
Cl ₂	0,312	0,046	18,6	0,047	0,254	81,4	0,026
				21,1			59,5
ClO ₂	0,224	0,218	97,3	0,063	0,027	2,7	0,012
				29,0			44,6
NaClO	0,186	0,126	67,8	0,075	0,090	32,2	—
				53,5			—
H ₂ O ₂	0,545	0,390	71,5	—	0,142	28,5	—
				—			—

Примечание. В числителе — содержание связанного хлора в граммах на 100 г целлюлозы; в знаменателе — в процентах от общего содержания.

Общее содержание органических веществ в отработанных отбелных растворах и количественное соотношение между фракциями этих веществ зависят от природы окислителя. В отбелных растворах пероксида водорода и диоксида хлора преобладают нейтральные вещества,

что связано с более полным удалением экстрактивных веществ из целлюлозы при обработке этими окислителями. В отбельных растворах хлора бóльший процент составляют оксикислоты. Содержание группы фенолов в отработанных отбельных растворах колеблется от 4 (в растворе хлора) до 20 % (в отработанном растворе гипохлорита натрия).

В группе нейтральных (табл. 3) содержатся неомыляемые и омыляемые органические вещества. Основную часть составляют неомыляемые продукты; исключение составляет фракция нейтральных веществ, выделенных из растворов хлора.

Компоненты, входящие в состав нейтральных веществ и других фракций, в основном, являются хлорированными продуктами (табл. 4). Меньше всего связанного хлора содержится в соединениях группы фенолов. В отбельных растворах хлора, диоксида хлора, гипохлорита и пероксида водорода не было обнаружено простейших фенолов и их производных. По данным газожидкостной и тонкослойной хроматографии, в растворах присутствуют олигомеры, высококипящие компоненты.

Таблица 4

Окислитель	Содержание связанного хлора в группах органических веществ отбельного раствора, г/100 г целлюлозы массная доля от навески, %				
	Нейтральные	Фенолы	Кислоты	Оксикислоты	Углеводы
Cl ₂	0,110	0,003	0,170	0,122	0,050
	44,0	9,0	44,0	40,4	39,2
NaClO	0,675	0,0650	—	—	—
	53,5	3,3	—	—	—
ClO ₂	0,510	0,0170	0,470	0,330	0,300
	38,0	8,0	50,0	55,4	53,5

Методом хроматографии (колоночной и тонкослойной) фракции кислот были идентифицированы по ди- и монокарбоновым кислотам жирного ряда. Тонкослойную хроматографию осуществляли на пластинках «Silufol». В качестве растворителя использовали смесь 96 %-ный этанол — вода — 25 %-ный аммиак (100 : 12 : 16). После разделения кислот пластины сушили при 100 °С и проявляли в парах йода.

Адипиновая и щавелевая кислоты обнаружены во всех исследуемых растворах (табл. 5), а в растворах после отбелики гипохлоритом и перекисью водорода присутствуют еще, кроме указанных кислот, глутаровая, малеиновая, малоновая, фумаровая. В фильтрах после хлорирования обнаружены также низкомолекулярные одноосновные кислоты — валериановая, масляная, пропионовая, уксусная и муравьиная. Их количество составляет 0,022 г/100 г целлюлозы, что соответствует 12,2 % от общего количества кислой фракции. Сумма кислот, идентифицированных в отбельных растворах хлора, составила ~30 %, в других растворах — от 7 до 9 %. В растворах пероксида водорода после обработки небеленой целлюлозы кислая фракция содержит 51 % двухосновных кислот жирного ряда (табл. 5).

Влияние обработки небеленой целлюлозы перед хлорированием различными окислителями характеризовали степенью полимеризации. Обработка небеленой целлюлозы по режимам, приведенным в табл. 1, мало разрушает целлюлозу. После обработки окислителями степень полимеризации составила: 1 210 (ClO₂), 1 140 (NaClO), 1 070 при 2 % окислителя к абс. сухому волокну (H₂O₂) и 830 при 10 % окислителя к абс. сухому волокну (H₂O₂).

Таблица 5

Содержание двухосновных кислот в отбельных растворах

Окислитель	Содержание кислот, г/100 г целлюлозы						Содержание двухосновных кислот, % от фракции
	Общее количество	Адипиновая	Малеиновая	Малоновая	Щавелевая	Сумма кислот	
Cl ₂	0,180	0,0117	Нет	Нет	0,0040	0,0157	15,4
ClO ₂	0,243	0,0170	»	»	0,0060	0,0230	9,5
NaClO	0,510	0,0128	»	0,0330	0,0046	0,0335	6,6
H ₂ O ₂	0,1450	0,0340	0,0074	0,0220	0,0104	0,0740	51,0

Таким образом, лучшие результаты по удалению экстрактивных веществ из целлюлозы получены при обработке пероксидом водорода и диоксидом хлора. Обработка этими окислителями позволяет удалить до 60 % смол и жиров из целлюлозы при сохранении углеводной части целлюлозы. Экстрактивные вещества при обработке окислителями переходят, главным образом, в виде нейтральных веществ и кислот. Все органические соединения в отработанных растворах являются хлорпроизводными органических веществ.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Иванов М. А., Нагродский С. Е. Смоляные вещества целлюлозы и древесины.— М.: Лесн. пром-сть, 1975.— 296 с. [2]. Косая Г. С., Гугнин Ю. А., Прокопьева М. А. Влияние добавки диоксида хлора на первой ступени хлорирования на снижение смол и жиров в беленой целлюлозе.— Бум. пром-сть, 1984, № 5, с. 9—12. [3]. Лурье Ю. Ю. Унифицированные методы анализа вод.— М.: Химия, 1973, с. 129. [4]. Святская Е. И., Окладникова Т. Г. Снижение смол и жиров в сульфатной целлюлозе.— Бум. пром-сть, 1984, № 8, с. 13—14. [5]. Святская Е. И., Окладникова Т. Г. Снижение смол и жиров в процессе отбелики сульфатной литейной вискозной целлюлозы.— Бум. пром-сть, 1984, № 9, с. 14—15.

Поступила 10 февраля 1986 г.

УДК 636.087.36

ПРИМЕНЕНИЕ СУЛЬФИТНОГО ЩЕЛОКА В КАЧЕСТВЕ КОНСЕРВАНТА ПРИ СИЛОСОВАНИИ КОРМОВ

*З. М. НАУМЕНКО, Л. К. ЭРНСТ, С. И. ЛАДИНСКАЯ,
А. В. СУРКОВ*

Брянский технологический институт

В нашей стране ежегодно заготавливают свыше 200 млн т силоса. Потери питательных веществ в процессе уборки, консервирования и хранения достигают более 20 %. Для сокращения потерь при силосовании применяют различные консерванты: органические и минеральные кислоты, их соли, ферментные препараты и др.

Химическая промышленность не может выделить большого объема консервантов, к тому же производство их очень дорого. Так, например, стоимость таких широко распространенных консервантов, как уксусная, муравьиная, бензойная кислоты, в среднем составляет 3 р. за 1 кг, а консервирование обходится в 15 р. за 1 т силосуемого корма. Еще один недостаток химического консервирования — небезопасность применения концентрированных кислот. Поэтому изыскание новых консервирующих средств имеет большое практическое значение.

Авторы использовали в качестве консерванта сульфитные щелока, являющиеся отходом целлюлозно-бумажного производства и не находящиеся полного использования. В отработанном сульфитном щелоке содержится комплекс веществ органической и неорганической природы: продукты превращения лигнина (лигносульфонаты), углеводы, продукты их разрушения (органические кислоты, фурфурол, оксиметилфурфурол), экстрактивные вещества, свободный и связанный диоксид серы и другие сернистые соединения. Значительная часть веществ, входящих в сульфитный щелок, обладает консервирующими свойствами (муравьиная, уксусная кислоты, фурфурол, SO_2 и др.).

Для силосования целесообразно использовать щелока кислых сульфитных варок, характеризующихся пониженным рН (до 3,0...3,5). (Щелока с более высоким рН не создают в силосе необходимых условий закисления). Эти щелока, как правило, перед использованием не требуют обработки. Примеси (минеральные кислоты, фурфурол и др.) содержатся в небольших количествах и, обладая консервирующим эффектом, полностью нейтрализуются в процессе силосования. Нейтрализация щелока нецелесообразна, так как приводит к повышению его кислотности и утрате консервирующего эффекта. При транспортировке щелока на большие расстояния целесообразно его упаривать с последующим растворением водой до натуральной исходной концентрации (10 % по сухому веществу) перед применением.

Для силосования используют сульфитные щелока от варки на кальциевом или натриевом основании, менее эффективны — на аммонийном основании. Применение щелоков от варки на магниевом основании по данной технологии недопустимо. В равной степени можно использовать щелока от варки древесины как хвойных, так и лиственных пород. Щелока, прошедшие биохимическую переработку на спирт или дрожжи, в чистом виде применять нецелесообразно из-за повышенного рН. Их можно добавлять в свежий щелок в количестве 30...50 %.

Для экспериментальных работ использовали щелок Окуловского, Котласского, Приозерского и Светогорского ЦБК. Сульфитный щелок в качестве консерванта применяли в натуральном виде (с концентрацией сухих веществ до 10 %) и упаренным, не нейтрализованным (с концентрацией сухих веществ 50...55 %). Установлено, что при внесении сульфитного щелока в количестве 1,5...2,5 % (на а. с. в. консерванта и силосуемой массы) сокращается выделение CO_2 и NH_3 из силосуемой массы, по сравнению с идентичной зеленой массой, заложеной без консерванта, следовательно, сокращаются ферментативные процессы, ведущие к потере сухого вещества и, в частности, протеина.

Согласно рабочей программе, утвержденной тремя министерствами (здравоохранения, целлюлозно-бумажной промышленности и сельского хозяйства), в 1980—1981 гг. в ряде НИИ проведены исследования по выявлению эффективности использования сульфитных щелоков в качестве консерванта зеленой массы. Опыты по закладке и скармливанию силоса с консервантом из сульфитного щелока проводили с 1979 г. в хозяйствах Ленинградской, Новгородской, Московской, Ярославской, Тамбовской, Крымской областей, в Молдавии и на Украине [3—5]. Была засилосована различная масса (более 20 тыс. т): горохово-овсяная смесь, кукуруза в молочной спелости, отава многолетних трав, люцерна, масличная редька, солома семенников трав, отходы овощеводства и т. д. Сульфитный щелок вносили с помощью различных разбрызгивателей при закладке массы в траншеи.

Для трудносилосуемых культур (люцерна, кормовые бобы, эспарцет и др.) щелок вносили из расчета 2,0...2,5 %, для средне- и хорошо силосуемых культур (кукуруза, подсолнечник, многолетние злаковые травы и др.) — из расчета 1,5...2,0 %. Опытный и контрольный силосы вскрывали через 2...3 мес после закладки и в течение 3...5 мес (ежемесячно) определяли содержание в них питательных веществ, кислотный и микробиологический составы.

При органолептической оценке силоса, приготовленного с использованием сульфитного щелока, установлено, что полученный корм хорошего качества, с приятным запахом, с хорошо сохранившейся структу-

Химический состав силоса

Исходное сырье	Консервант	рН	Общее количество кислот, г/кг	Соотношение кислот, %				Содержание, % (на а. с. в)			Содержание каротиноидов, мг/кг
				Молочная	Уксусная	Масляная	Сухое вещество	протеина	клетчатки	БЭВ	
Редька масличная	КСЦ Бензойная кислота	4,16	29,30	86,80	13,20	0,55	18,60	14,09	39,25	45,04	110,75
Горохо-овсяная смесь «Вихор»	КСЦ	3,90	28,70	59,80	32,20	8,00	17,21	13,22	44,03	40,47	101,00
	КСЦ	4,15	26,05	71,60	28,40	—	23,61	11,35	38,59	45,13	50,81
Отава многолетних трав	КСЦ	4,20	29,57	61,50	32,30	5,2	23,55	11,59	46,06	38,48	29,72
	КСЦ Бензойная кислота	4,00	27,00	75,70	17,10	7,2	19,26	18,74	41,99	36,72	15,27
Отава многолетних трав с соломой семенников	КСЦ	3,92	21,00	63,60	23,60	12,8	17,20	16,95	40,94	39,56	11,33
	Молочнокислая закваска	4,35	26,01	83,30	16,70	—	24,73	12,89	56,84	24,76	—
Листостебельчатая кукуруза без початков	КСЦ	4,85	27,00	73,30	24,00	2,7	24,71	12,59	58,70	22,23	—
	КСЦ Безводный аммиак	4,42	28,7	77,00	23,00	—	49,60	8,47	59,00	26,98	—
—	—	4,60	29,3	55,90	23,60	20,5	37,90	7,68	59,37	24,96	—
	—	5,75	20,0	57,80	32,20	10,0	31,98	9,47	58,11	26,15	—

Примечание. КСЦ — в качестве консерванта использован сульфитный щелок.

рой растений, желто-зеленого цвета, рН 4,0...4,4, среди кислот увеличивается доля молочной кислоты, масляная практически отсутствует.

В заложенном с сульфитным щелоком силосе содержится несколько больше сухого вещества, протеина и БЭВ (см. таблицу). При микробиологических исследованиях, выполненных во ВНИИ сельскохозяйственной микробиологии, в силосе не обнаружены гнилостные микроорганизмы и плесень.

В ряде хозяйств Ленинградской, Новгородской областей, Молдавской ССР поставлены научно-хозяйственные опыты по скармливанию опытного и контрольного силоса крупному рогатому скоту. Животные опытных и контрольных групп получали одинаковые рационы, но в опытных группах скармливали силос, приготовленный с сульфитным щелоком, а в контрольных — с другим консервантом или без него.

Сотрудники Ленинградского сельскохозяйственного института сравнивали силосы, законсервированные с использованием финского консерванта «Вихор» и сульфитного щелока. Исследовали влияние этих кормов на здоровье, продуктивность коров и показатели обмена веществ. При скармливании силоса молочным коровам вредного действия на организм животных не отмечено. Продуктивность коров и качество молока по группам было одинаковым. Коэффициенты переваримости кормов по группам различались незначительно [2].

Исследование влияния силосов, законсервированных сульфитными щелоками, на физиолого-биохимические процессы животных показало, что скармливание этих силосов не приводит к сдвигу белкового спектра в крови животных и не изменяет состояние естественной резистентности [1].

Предварительные расчеты экономической эффективности использования сульфитного щелока при силосовании показали, что затраты на получение и внесение щелока составляют 0,5...1,5 р./т зеленой массы. Применение сульфитного щелока при силосовании способствует повышению сохранности сухого вещества до 5%, увеличению содержания протеина и сахара в готовом корме, улучшению использования силоса животными.

Итак, по данным Всесоюзного института экспериментальной физиологии (проф. Полоз), силос с сульфитным щелоком по эффективности не уступает силосам с традиционными консервантами; его применение не вызывает никаких отклонений в клинко-физиологических и других показателях состояния животных. Кроме того, силосование с применением КСЩ в 10—20 раз дешевле, чем с применением обычных химических консервантов.

Учитывая положительное влияние сульфитного щелока на качество силоса, его технологичность, безвредность, наличие достаточного количества щелоков на целлюлозно-бумажных комбинатах, дешевицу, по сравнению со всеми химическими и микробиологическими консервантами, следует более широко использовать сульфитный щелок в хозяйствах страны.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Белки плазмы крови и обеспеченность организма витамином А у крупного рогатого скота при скармливании силоса, консервированного отходами деревообрабатывающей промышленности/ В. В. Рудаков, Е. Н. Абрамова, В. С. Поспелов и др.— В кн.: Повышение питательности малоценных кормов. Ленинград—Пушкин: ВАСХНИЛ, 1982, с. 120—128. [2]. Использование лактирующими коровами силосов из однолетних трав, заготовленных с применением химических консервантов/ В. М. Крылов, А. П. Тихомирова, Л. И. Зинченко и др.— В кн.: Повышение питательности малоценных кормов. Ленинград—Пушкин: ВАСХНИЛ, 1982, с. 120—128. [3]. Методика определения переваримости кормов и рационов.— М.: ВАСХНИЛ, рабочая группа СЭВ под ред. М. Ф. Томмэ, 1969. [4]. Методические указания о проведении опытов по силосованию кормов.— М.: Колос, 1964. [5]. Таранов М. Т. Химическое консервирование кормов.— М.: Колос, 1964.

УДК 631.571 : 665.5

НЕФТЕЕМКОСТЬ И ТЕПЛОТВОРНАЯ СПОСОБНОСТЬ КОРЫ СОСНЫ И ПИХТЫ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ ЕЕ ДЛЯ ОЧИСТКИ ВОДОЕМОВ ОТ РАЗЛИВОВ НЕФТИ

Т. М. ИВКИНА, Э. Д. ЛЕВИН

Сибирский технологический институт

Ранее [1] нами показано, что измельченная кора лиственницы вполне пригодна для использования ее в качестве сорбента разливов нефти. Однако в производственных условиях при массовой окорке древесины сортировка коры по видам затруднена. В связи с этим необходимо изучить нефтеемкость коры сосны и пихты с целью получения сорбента нефти на основе произвольной смеси коры различных хвойных пород.

Эксперимент проводили по описанной ранее методике [1] в соответствии с планом В₃ [3]. Переменные факторы: влажность исходной коры, пределы изменения которой составили 10...40 %; крупность частиц коры, изменяющаяся от фракции с размером частиц 0...0,5 мм до фракции 2,5...3,00 мм; соотношение нефть — кора в пределах от 1 до 4 г нефти на 1 г коры. Верхний уровень факторов составлял максимальное значение выбранных интервалов, нижний — минимальное.

Основной параметр оптимизации — нефтеемкость коры (г нефти/г коры). В качестве второстепенных приняты влажность и теплотворная способность насыщенной нефтью коры. Это обусловлено необходимостью утилизации полученной смеси нефть — кора. Нефть и кора — высокоэнергетические компоненты, поэтому их смесь можно рассматривать как бытовое топливо, содержащее определенную долю влаги.

Влажность образцов коры, пропитанных нефтью, определяли по методу Дина — Старка [4], а теплотворную способность — по формуле [5]:

$$Q_{\text{н}}^{\text{р}} = Q_{\text{в}}^{\text{р}} - 6 [9 (H_{\text{к}} + H_{\text{н}}) + W_{\text{р}}] 4,19,$$

где $Q_{\text{н}}^{\text{р}}$ — реальное количество тепла, выделившегося при сгорании 1 кг топлива, кДж/кг;

$Q_{\text{в}}^{\text{р}}$ — максимальное количество тепла, выделившегося при сгорании 1 кг абс. сухого топлива, кДж/кг.

Член уравнения, заключенный в квадратные скобки, выражает потери тепла, обусловленные энергетическими затратами на испарение влаги, содержащейся в топливе $W_{\text{р}}$ и образовавшейся при сгорании водорода, входящего в состав коры $H_{\text{к}}$ и нефти $H_{\text{н}}$.

$$Q_{\text{в}}^{\text{р}} = m_{\text{к}} Q_{\text{к}} + m_{\text{н}} Q_{\text{н}}$$

Здесь $m_{\text{к}}$, $m_{\text{н}}$ — массовые доли коры и нефти в топливе, кг;

$Q_{\text{к}}$, $Q_{\text{н}}$ — теплотворная способность коры и нефти, кДж/кг.

Теплотворную способность коры рассчитывали по формуле Д. И. Менделеева, исходя из элементного состава, который устанавливали с помощью СНН-анализатора (табл. 1).

$$Q_{\text{к}} = [300\text{H} + 81\text{C} - 26(\text{O} - \text{S})] 4,19,$$

где H, C, O, S — процентное содержание соответствующих элементов в коре.

Теплотворная способность нефти, определенная по калориметрической бомбе, составляет 41 869 кДж/кг.

Таблица 1

Кора	Элементарный состав, %				Теплотворная способность, кДж/кг
	Н	С	О	Н	
Сосны	51,20	6,00	42,20	0,6	20 305
Пихты	51,08	6,03	42,29	0,6	20 293

Таблица 2

Матрица планирования и результаты реализации эксперимента

Номер опыта	X_1	X_2	X_3	Y_{11}	Y_{12}	Y_{21}	Y_{22}	Y_{31}	Y_{32}
1	1	1	1	0,87	0,85	31,59	34,91	18 356,5	17 559,0
2	-1	1	1	1,22	1,05	13,60	15,02	25 561,4	24 601,3
3	1	-1	1	2,41	1,74	20,07	22,14	25 961,0	24 289,9
4	-1	-1	1	2,68	2,22	5,95	9,03	31 557,8	29 814,5
5	1	1	-1	0,68	0,74	39,85	38,61	15 042,4	15 989,2
6	-1	1	-1	1,00	1,00	23,55	26,52	21 566,9	20 753,6
7	1	-1	-1	0,95	1,00	45,55	50,58	13 956,4	13 135,7
8	-1	-1	-1	1,00	1,00	44,12	48,51	14 692,3	13 791,0
9	1	0	0	1,28	1,37	21,01	28,96	23 279,8	21 114,7
10	-1	0	0	1,91	1,69	15,74	14,38	26 724,5	26 842,4
11	0	1	0	1,18	0,99	17,76	21,26	24 031,2	22 380,0
12	0	-1	0	2,27	2,03	12,06	12,14	28 706,1	28 359,5
13	0	0	1	1,89	1,56	12,99	18,57	27 632,0	25 091,6
14	0	0	-1	1,00	1,00	30,23	40,23	19 358,8	16 422,6

По результатам реализации эксперимента (табл. 2) рассчитаны три группы уравнений. Первая отражает зависимость нефтеемкости коры от выбранных параметров.

$$Y_{11}^* = 1,705 - 0,161X_1 - 0,436X_2 + 0,444X_3 - 0,113X_1^2 - 0,019X_2^2 - 0,26X_3^2 - 0,044X_1X_2 - 0,341X_2X_3; \quad (1)$$

$$Y_{12} = 1,56 - 0,126X_1 - 0,336X_2 + 0,268X_3 - 0,03X_1^2 - 0,05X_2^2 - 0,28X_3^2 - 0,225X_2X_3 - 0,053X_1X_3. \quad (2)$$

Проверка значимости коэффициентов уравнений по методу В. В. Налимова [2] показала, что в каждом уравнении незначимым оказался один из коэффициентов парных взаимодействий. После исключения этих коэффициентов уравнения принимают вид (1), (2).

Сравнение табличного критерия Фишера с расчетным при 5 %-ном уровне значимости свидетельствует о том, что полученные уравнения неадекватны:

$$F_{ал11} = 9,82; \quad F_{ал12} = 11,77; \quad F_{0,05}(5; 14) = 2,96.$$

Неадекватность уравнений можно объяснить низким значением дисперсии среднего значения параметра оптимизации $S^2\{Y\}$ ввиду высокой сходимости параллельных опытов.

Оценка статистической значимости коэффициентов эффективности моделей дала положительный результат. Расчетные значения коэффициентов эффективности значительно превышают табличные

$$F_{эф11} = 19,46; \quad F_{эф12} = 8,78; \quad F_{0,05}(13; 5) = 4,64.$$

* Здесь и далее первая цифра индекса уравнения указывает на тип уравнения; вторая — на вид коры: 1 — сосна; 2 — пихта.

Следовательно, такую неадекватность по методу Фишера можно признать формальной и в дальнейшем использовать эти уравнения для практических расчетов.

Закономерности изменения влажности образцов коры, пропитанной нефтью, отражены в следующих уравнениях:

$$Y_{21} = 13,43 + 5,5X_1 - 9,91X_3 + 4,95X_1^2 + 1,48X_2^2 + 8,18X_3^2 + \\ + 2,34X_1X_2 + 5,68X_2X_3 + 1,8X_1X_3; \quad (3)$$

$$Y_{22} = 18,55 + 6,17X_1 - 10,48X_3 + 3,12X_1^2 - 1,85X_2^2 + 10,85X_3^2 + \\ + 2,1X_1X_2 + 6,59X_2X_3 + 2,36X_1X_3. \quad (4)$$

Здесь незначимыми оказались линейные коэффициенты при X_2 . Основные статистические критерии уравнений соответственно равны:

$$F_{ад21} = 4,66; \quad F_{ад22} = 7,23; \quad F_{0,05}(5; 14) = 2,96;$$

$$F_{эф21} = 12,6; \quad F_{эф22} = 10,46; \quad F_{0,05}(13; 5) = 4,46.$$

Разработанный метод ликвидации нефтяных разливов предусматривает немедленное удаление продуктов взаимодействия коры и нефти из воды. Следовательно, при кратковременном нахождении насыщенной нефтью коры на поверхности воды влажность полученного топлива определяется прежде всего объемом поглощенной нефти и влажностью исходной коры. Подобное явление объясняется тем, что каждая частичка коры, пропитанная нефтью, изолирована от непосредственного контакта с водой, поэтому в данном случае размеры частиц, а значит и удельная поверхность коры не играют существенной роли. Полученные математические зависимости подтверждают эту особенность изучаемого процесса.

В уравнениях, позволяющих оценить теплотворную способность исследуемого топлива, также соблюдаются отмеченные ранее закономерности:

$$Y_{31} = 27014,7 - 2350,7X_1 - 1031,5X_2 + 4445,2X_3 - 2012,5X_1^2 - \\ - 646X_2^2 - 3519X_3^2 - 924,6X_1X_2 - 2695,2X_2X_3 - 692,6X_1X_3; \quad (5)$$

$$Y_{32} = 25054,3 - 2371,4X_1 - 810,8X_2 + 4127,4X_3 - 1075,7X_1^2 - \\ - 315,4X_2^2 - 4302,2X_3^2 - 703,4X_1X_2 - 2720X_2X_3 - 893X_1X_3. \quad (6)$$

При значимости всех коэффициентов уравнений величины расчетных критериев Фишера превышают табличные.

$$F_{ад31} = 12,5; \quad F_{ад32} = 15,0; \quad F_{0,05}(4; 14) = 3,1.$$

Однако эффективность моделей сохраняется высокой

$$F_{эф31} = 15,06; \quad F_{эф32} = 8,71; \quad F_{0,05}(13; 4) = 5,88.$$

Интерпретация полученных уравнений позволяет сделать вывод о том, что наибольшее влияние на величину теплотворной способности суммарного топлива оказывает третий фактор, поскольку он определяет условия сорбции, а следовательно, и объем поглощенной корой нефти.

Значимыми оказались коэффициенты, определяющие влияние крупности коры. Формально теплотворная способность не зависит от крупности коры, однако степень измельчения сырья определяет объем поглощенной корой нефти, а значит, и теплотворную способность, хотя это влияние проявляется в меньшей степени.

Проведенный эксперимент показал, что кора различных хвойных пород мало отличается по нефтеемкости и теплотворной способности. Это доказывает возможность использовать для сбора нефтяных разливов произвольную смесь коры хвойных пород.

ЛИТЕРАТУРА

[1]. Ивкина Т. М., Левин Э. Д. Оптимизация сорбции разливов нефти измельченной корой лиственницы сибирской.— Изв. высш. учеб. завед. Лесн. журн., 1984, № 5, с. 80—83. [2]. Налимов В. В., Чернова Н. А. Статистические методы планирования экстремальных экспериментов.— М.: Наука, 1965.— 340 с. [3]. Пен Р. З. Статистические методы моделирования и оптимизации процессов целлюлозно-бумажного производства.— Красноярск: Изд. Красноярск. ун-та, 1982.— 190 с. [4]. Практические работы по химии древесины и целлюлозы/ Под. ред. В. М. Никитина.— М.: Лесн. пром-сть, 1965.— 411 с. [5]. Теплотехнический справочник/ Под. ред. В. Н. Юрнева, П. Д. Лебедева.— М.: Энергия, 1975.— 744 с.

Поступила 4 августа 1986 г.

УДК 628.336(088.8)

ВЛИЯНИЕ ГИДРОКСИДОВ ЖЕЛЕЗА И КАЛЬЦИЯ НА СВОЙСТВА ПИРОЛИЗОВАННОГО АКТИВНОГО ИЛА КАК СОРБЕНТА ДЛЯ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД

Н. И. БОГДАНОВИЧ, Л. Н. КУЗНЕЦОВА

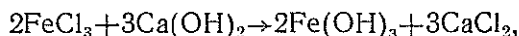
Архангельский лесотехнический институт

Ранее нами было показано, что пиролиз осадков, содержащих активный ил, представляет некоторый интерес при условии сжигания образующихся парогазов и использования пиролизованного остатка в качестве специфичного сорбента для очистки сточных вод [1, 3, 4]. Критически рассматривая результаты предыдущих экспериментальных исследований [4], мы высказали предположение, что получение пиролизованного активного ила (ПАИ) с сорбционными свойствами стало возможным благодаря присутствию в исходном иле хлорного железа, являющегося активирующим агентом. Кроме того, на формирование ПАИ как сорбента, а также и самостоятельное действие при очистке сточных вод должна оказывать известь.

Как хлорное железо, так и известь обязательно вводят в активный ил перед механическим обезвоживанием с целью кондиционирования. Они являются общепринятыми реагентами для этой цели в целлюлозно-бумажной отрасли.

Задача настоящего исследования — экспериментально изучить влияние указанных реагентов на качество ПАИ как сорбента для очистки загрязненных стоков ЦБП.

При обработке ила реагентами протекает реакция



поэтому правильнее говорить о влиянии на свойства ПАИ гидроксидов железа, хлорида кальция и извести (последнюю обычно вводят в двух- и более кратном избытке, чем требуется по стехиометрии).

Ввиду того, что свойства ПАИ зависят от многих факторов, мы отказались от проведения исследования классическим методом и обратились к методам планированного эксперимента. При этом основывались на очевидных преимуществах данного метода, проявляющихся в условиях стохастических процессов и четкого регулирования входных параметров. Так как в качестве независимых переменных были выбраны дозировки реагентов, а также температура, то обеспечить их чет-

кое регулирование при условии неизменности остальных параметров оказалось нетрудно.

В условиях предполагаемой нелинейности исследуемого пространства составлена и реализована матрица центрального композиционного ротатабельного равномерного плана второго порядка. В качестве независимых переменных были выбраны: дозировки хлорного железа; дозировки извести в расчете на $\text{Ca}(\text{OH})_2$; температура пиролиза. Дозировки реагентов выбирали из необходимости обеспечения нормального технологического режима процесса обезвоживания. Именно из этих соображений основной уровень дозировок хлорного железа равнялся 10 %, а извести — 36 % по отношению к сухим веществам ила (табл. 1).

Таблица 1

Уровни факторов и интервалы их варьирования

Фактор	Кодированное обозначение фактора	Интервал варьирования	Уровень фактора				
			$-\alpha$	-1	0	+1	$+\alpha$
Дозировка хлорного железа, %	X_1	2,4	6	7,6	10,0	12,4	14
Дозировка извести, %	X_2	6,0	26	30	36	42	46
Температура пиролиза, °C	X_3	50,0	816	850	900	950	984

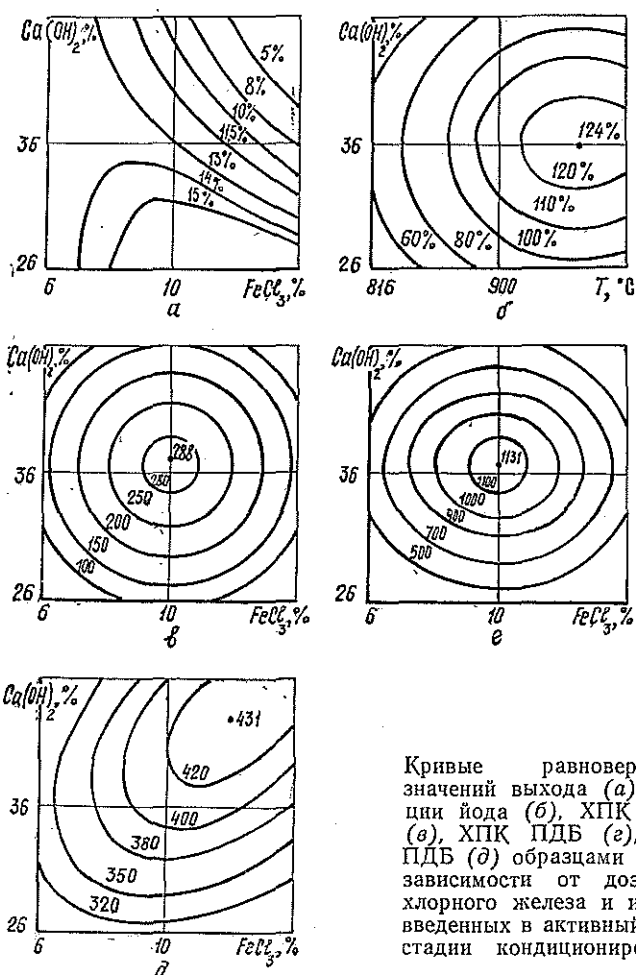
Наработку образцов ила для пиролиза проводили в лабораторных условиях. Для этого моделировали работу барабанных вакуум-фильтров, используя погружную воронку [5]. Концентрация уплотненного ила, использованного для наработки образцов, равнялась 23 г/л. Полученный при обезвоживании и подсушенный до влажности 45 % кека гранулировали на лабораторном шнек-грануляторе до размера частиц 2 мм, высушивали на воздухе до влажности 18...20 % и подвергали пиролизу по методике, изложенной в работе [4]; здесь [4] приведены и методы испытаний полученных образцов ПАИ.

В качестве выходных параметров, характеризующих процесс пиролиза, были выбраны: выход в расчете на органическую массу, % (Y_1); сорбционная активность по йоду, % (Y_2); снижение загрязненности биологически очищенных сточных вод (БОСВ) Архангельского ЦБК по показателю ХПК, мг О/г (Y_3); снижение загрязненности последрожжевой бражки (ПДБ) Архангельского ЦБК по показателю ХПК, мг О/г (Y_4) и БПК₅, мг О/г (Y_5).

Таблица 2

№ п/п	Фактор			Выходной параметр				
	X_1	X_2	X_3	Y_1	Y_2	Y_3	Y_4	Y_5
1	—	—	—	17,9	72,5	94	470	23,2
2	+	—	—	18,4	75,0	133	390	20,7
3	—	+	—	17,9	91,2	117	470	23,2
4	+	+	—	10,0	104,1	97	550	30,5
5	—	—	+	13,0	97,8	185	470	29,3
6	+	—	+	13,0	103,2	148	550	30,5
7	—	+	+	11,0	118,5	219	630	35,4
8	+	+	+	7,2	128,8	235	700	37,8
9 ^a	$-\alpha$	0	0	13,7	121,8	109	630	28,1
10	$+\alpha$	0	0	8,3	103,0	101	550	30,5
11	0	—	0	17,1	105,6	117	390	26,9
12	0	$+\alpha$	0	8,6	63,2	117	550	31,7
13	0	0	$-\alpha$	27,8	50,7	82	470	31,7
14	0	0	$+\alpha$	10,6	128,5	180	860	37,8
15	0	0	0	14,9	116,1	305	1 100	31,7
16	0	0	0	12,0	120,7	274	1 180	34,1
17	0	0	0	12,9	122,0	305	1 020	30,5
18	0	0	0	11,7	102,2	257	1 180	34,1
19	0	0	0	13,3	108,1	266	1 100	30,5
20	0	0	0	13,6	121,3	266	1 180	31,7
						211	780	30,5

Активный уголь ОУ-А



Кривые равновероятных значений выхода (а), сорбции йода (б), ХПК БОСВ (в), ХПК ПДБ (г), БПК ПДБ (д) образцами ПАИ в зависимости от дозировок хлорного железа и извести, введенных в активный ил на стадии кондиционирования.

В табл. 2 представлены матрица планирования, характеризующая условия проведения опытов, и основные результаты экспериментального исследования.

Из данных табл. 2 можно сделать некоторые предварительные выводы относительно свойств образцов ПАИ. Так, их сорбционные характеристики в отношении сорбции йода и органических загрязнений из водных растворов оказались достаточно высокими. Некоторые образцы, особенно полученные в условиях основного уровня, сорбируют загрязнение даже лучше, чем образец сравнения — осветляющий активный уголь марки А. Ввиду низкого выхода по органическим веществам, зольность образцов ПАИ оказалась весьма высокой (70...90%), поэтому их следует отнести к классу органоминеральных сорбентов. Все полученные образцы оказывают подщелачивающее действие на воду. Показатель рН воды после обработки колеблется в пределах 9,5...10,6 при щелочности 1,25...2,70 мг·экв/л. Однако определенной зависимости между сорбционными свойствами образцов и их подщелачивающим действием не выявлено.

На основании опытных данных табл. 2 обычными методами регрессионного и дисперсионного анализа были рассчитаны коэффициенты

уравнений регрессии, связывающих свойства образцов ПАИ с условиями их получения, и оценена их значимость.

Уравнения регрессии со значимыми коэффициентами выглядят следующим образом:

$$Y_1 = 13,1 - 1,7X_1 - 2,5X_2 - 3,4X_3 - 1,9X_1X_2 - 1,0X_1^2 + 1,9X_2^2; \quad (1)$$

$$Y_2 = 115,1 + 17,3X_3 - 10,0X_2^2 - 8,1X_3^2; \quad (2)$$

$$Y_3 = 287 + 15X_2 + 38X_3 + 20X_2X_3 - 57X_1^2 - 53X_2^2 - 50X_3^2; \quad (3)$$

$$Y_4 = 1128 + 54X_2 + 82X_3 - 193X_1^2 - 235X_2^2 - 166X_3^2; \quad (4)$$

$$Y_5 = 409 + 12X_1 + 29X_2 + 43X_3 + 18X_1X_2 - 19X_1^2 - 19X_2^2. \quad (5)$$

Независимые переменные X_1 , X_2 , X_3 в уравнениях (1)–(5) представлены в кодированной форме (табл. 1). Проверка уравнений (1)–(5) на адекватность по критерию Фишера показала их высокие интерполяционные свойства при уровне значимости 0,05. Из уравнений следует, что на выход образцов оказывают влияние все независимые переменные, причем с ростом содержания реагентов выход органической составляющей имеет явную тенденцию к снижению. На сорбционные свойства ПАИ в отношении загрязнений сточных вод реагенты, введенные в ил при кондиционировании, влияют, в основном, положительно. Причем для большинства из них имеет место экстремальная зависимость сорбции от дозировок. Отмеченная особенность иллюстрируется графиками (см. рис.), построенными как сечение поверхности отклика при фиксировании температуры на уровне 900 °С.

Представляет интерес анализ сечений поверхности отклика. Канонические формы уравнений (1)–(5) не приводим, так как исчерпывающую информацию об интересующем нас локальном участке поверхности дают графики, приведенные на рисунке. Как видно, зависимости, связывающие свойства ПАИ сорбировать йод и загрязнения, характеризующиеся ХПК, из водных сред, подчиняются правилу для эллиптического параболоида. Выход органических веществ ПАИ в области экспериментирования соответствует локальному сечению правой верхней ветви гиперболического параболоида. Способность ПАИ снижать БПК₅ соответствует поверхности типа «возрастающее возвышение».

Так как интересующий нас процесс описывается зависимостями и несколькими уравнениями регрессии, при определении экстремального значения одной функции отклика приходится решать компромиссную задачу в условиях ограничений, накладываемых другими функциями и границами области экспериментирования. В качестве основной функции отклика была принята способность ПАИ снижать ХПК стоков. Ограничения, накладываемые на процесс, заключались в обеспечении достаточно высокого выхода органической массы ПАИ, что приводит к снижению их зольности, а также требование сорбировать БПК₅ не хуже, чем образцом сравнения. Решение указанной задачи поиска условного оптимума приводили с использованием неопределенных множителей Лагранжа [2] при ограничениях на X_1 и X_2 , накладываемых областью исследования (точнее условиями кондиционирования активного ила).

На основании проведенного исследования системы уравнений (1)–(5) можно заключить, что дозировки реагентов, оптимальные с точки зрения формирования сорбционных свойств ПАИ в отношении загрязнений сточных вод, составляют 10...10,7 % FeCl₃; 38...40 % Ca(OH)₂. Указанные дозировки реагентов близки к оптимальным при использовании их для кондиционирования (10 % — FeCl₃, 35 % — Ca(OH)₂). Оптимальная область температур при пиролизе сконденсированного и

обезвоженного активного ила находится в пределах 900... 925 °С. Хлорное железо, введенное в активный ил при кондиционировании, влияет лишь на формирование структуры ПАИ, а известь, кроме того, участвует в процессе очистки воды самостоятельно.

В результате проведенного исследования можно констатировать существенное влияние реагентов, вносимых в активный ил при кондиционировании, на свойства ПАИ как сорбентов для очистки стоков ЦБП.

ЛИТЕРАТУРА

[1]. А. с. 686994 (СССР). Сорбент для доочистки биологически очищенных сточных вод целлюлозно-бумажного производства/ Н. И. Богданович, Е. Д. Гельфанд, Л. Н. Кузнецова, Ю. И. Черноусов.— Оpubл. в Б. И., 1979, № 35. [2]. А х н а з а р о в а С. Л., Кафаров В. В. Оптимизация эксперимента в химии и химической технологии.— М.: Высш. школа, 1978, с. 200—207. [3]. Богданович Н. И. Окислительный пиролиз минерализованных осадков сточных вод как альтернатива сжиганию.— В кн.: Безотходные технологические процессы химической переработки древесины и охрана окружающей среды: Тез. докл. Всесоюз. конф. Рига: Зинатне, 1981.— 44—50 с. [4]. Богданович Н. И., Кузнецова Л. Н., Гельфанд Е. Д. Пиролизированный активный ил и его использование для очистки сточных вод ЦБП от органических загрязнений.— Изв. высш. учеб. заведений, Лесн. журн., 1985, № 2, с. 75—79. [5]. Калицун В. И., Ласков Ю. М. Лабораторный практикум по канализации.— М.: Стройиздат, 1978, с. 101—108.

Поступила 10 апреля 1985 г.

УДК 546.224-325

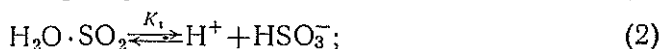
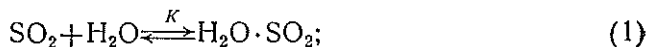
КОМПОНЕНТНЫЙ СОСТАВ СИСТЕМЫ ДИОКСИД СЕРЫ (IV) — ВОДА

К. Г. БОГОЛИЦЫН, С. А. РОМАНЕНКО, Е. В. КОМАРОВ,
В. Г. КРУНЧАК, А. Г. РОДИЧЕВ, Ю. Г. ХАБАРОВ

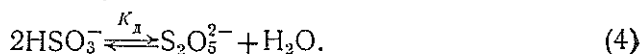
Архангельский лесотехнический институт

Оксисоединения серы — основные компоненты целого ряда технологических растворов в сульфит-целлюлозном производстве. Как известно, оксид серы (IV) в водных растворах в зависимости от рН, температуры, наличия кислорода и других веществ способен образовывать многочисленные соединения с различной степенью окисления, многие из которых имеют близкие физико-химические характеристики и поэтому с трудом поддаются идентификации.

Большинство исследователей считает, что в водных растворах изучаемой системы имеют место следующие ион-молекулярные равновесия:



Рассматриваемые равновесия предполагают существование сернистой кислоты в форме трех изомеров: двух таутомерных форм SO_2 — HOH и $\text{SO} - (\text{OH})_2$ и в виде гидрат-формы $\text{SO}_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$ [3]. Из них образуются бисульфит-ион и далее сульфит-ион. Установлено, что при достижении концентрации бисульфита больше чем 0,01 моль/л в растворе аналитически определяется пиросульфит-ион, образующийся в результате процесса димеризации бисульфита по реакции:



Настоящая работа посвящена установлению компонентного состава водных растворов оксида серы (IV) в широком диапазоне рН и концентраций и исследованию ион-молекулярных равновесий в данных растворах с целью уточнения природы сульфлирующего агента.

Для изучения компонентного состава водных растворов оксида серы (IV) использовали метод потенциометрического титрования. В качестве измерительного прибора использовали иономер И-120. Растворы получали путем пропускания через бидистиллят газообразного SO_2 . Титрование и приготовление изучаемой системы проводили в среде аргона. Постоянство ионной силы поддерживали хлоридом натрия. Температура растворов составляла 25 °С. Концентрация SO_2 изменялась от 0,01 до 0,90 моль/л в ед. SO_2 . Константы диссоциации сернистой кислоты и константы димеризации (K_d) бисульфит-ионов определяли при постоянных ионных силах 0,50, 0,75, 1,00, 1,50 и переменных, создаваемых самими исследуемыми растворами.

На кривой потенциометрического титрования наблюдаются два скачка, первый из них соответствует равновесию (2), второй — равновесию (3). Для описания равновесных процессов, протекающих в исследуемых растворах при различных значениях рН, мы во внимание принимали одновременно реакции (2) — (4).

В результате совместного решения выражений, отражающих суммарный баланс по сере (6), закон действия масс (7) — (9) и условие электронейтральности (10), получаем аналитическое уравнение, связывающее объем раствора титранта с концентрацией ионов водорода, константами равновесий

$$V^p = \frac{K_w/H - H + t + 2K_2t/H + 2K_d t^2}{H + Na - K_w/H}, \quad (5)$$

$$\text{где } t = \frac{-(H/K_1 + 1 + K_2/H) + \sqrt{(H/K_1 + 1 + K_2/H)^2 + 8CK_d}}{4K_d};$$

V_0 — объем титруемой пробы, мл;

C — концентрация оксида серы (IV), моль/л;

V^p — расчетный объем титранта, мл;

K_w — ионное произведение воды;

Na — концентрация титранта, моль/л;

K_1, K_2, K_d — константы равновесия;

$$C_S = [\text{H}_2\text{O} \cdot \text{SO}_2] + [\text{HSO}_3^-] + 2[\text{S}_2\text{O}_5^{2-}] + [\text{SO}_3^{2-}]; \quad (6)$$

$$[\text{H}_2\text{O} \cdot \text{SO}_2] = [\text{HSO}_3^-] [\text{H}^+]/K_1; \quad (7)$$

$$[\text{S}_2\text{O}_5^{2-}] = [\text{HSO}_3^-]^2 K_d; \quad (8)$$

$$[\text{SO}_3^{2-}] = [\text{HSO}_3^-] K_2/[\text{H}^+]; \quad (9)$$

$$[\text{H}^+] + [\text{Na}^+] = [\text{HSO}_3^-] + 2[\text{S}_2\text{O}_5^{2-}] + 2[\text{SO}_3^{2-}] + [\text{OH}^-]. \quad (10)$$

Для решения уравнения (5) находим такие значения констант K_1, K_2, K_d , которые позволяют наилучшим образом рассчитывать экспериментальную кривую $V = f(\text{pH})$. При этом рассматривается функционал $F = \sum^N (V^E - V^p)^2 \rightarrow \min$, где V^E — экспериментальный объем титранта. Результаты расчетов параметров уравнения (5) при помощи псевдоградиентного метода, реализованного для ЕС-1022,2, приведены в табл. 1 и 2.

Как известно, под термодинамической константой равновесия понимают численное значение константы, найденной в условиях, когда реагенты находятся в стандартных состояниях; в нашем случае это одномолярный раствор реагента, обладающий свойствами бесконечно разбавленного.

Полученные зависимости концентрационных констант равновесия от ионной силы и от концентрации не являются линейными, и при гра-

Таблица 1

Значения констант ион-молекулярных равновесий в водных растворах оксида серы (IV) при переменных ионных силах I

C_{SO_2} , моль/л	$K_1 \cdot 10^2$	I	$K_2 \cdot 10^7$	I	$K_d \cdot 10^2$	I
0,011	$0,9 \pm 0,05$	0,008	$0,80 \pm 0,04$	0,027	$0,79 \pm 0,04$	0,010
0,015	$1,2 \pm 0,18$	0,010	$1,21 \pm 0,18$	0,043	$1,90 \pm 0,29$	0,014
0,026	$1,20 \pm 0,13$	0,015	$1,20 \pm 0,13$	0,074	$3,00 \pm 0,33$	0,026
0,033	$1,40 \pm 0,47$	0,017	$1,20 \pm 0,04$	0,059	$3,00 \pm 0,10$	0,025
0,067	$1,60 \pm 0,08$	0,037	$1,59 \pm 0,08$	0,172	$5,00 \pm 0,26$	0,062
0,103	$1,50 \pm 0,04$	0,039	$1,79 \pm 0,05$	0,252	$3,40 \pm 0,89$	0,094
0,162	$1,50 \pm 0,06$	0,090	$1,79 \pm 0,07$	0,367	$3,40 \pm 0,13$	0,141
0,312	$2,80 \pm 0,13$	0,121	$2,22 \pm 0,10$	0,792	$7,10 \pm 0,32$	0,296

Таблица 2

Значения констант ион-молекулярных равновесий в водных растворах оксида серы (IV) при постоянных ионных силах

C_{SO_2} , моль/л	$K_1 \cdot 10^2$	$K_2 \cdot 10^7$	$K_d \cdot 10^2$	I
0,013	$3,30 \pm 0,40$	$2,67 \pm 0,35$	$4,80 \pm 0,60$	0,50
0,018	$3,40 \pm 0,40$	$2,38 \pm 0,29$	$3,00 \pm 0,40$	0,50
0,027	$3,00 \pm 0,20$	$2,78 \pm 0,17$	$3,40 \pm 0,20$	0,50
0,033	$3,40 \pm 0,21$	$2,38 \pm 0,15$	$3,00 \pm 0,19$	0,50
0,040	$3,10 \pm 0,16$	$2,58 \pm 0,14$	$3,40 \pm 0,18$	0,50
0,061	$3,00 \pm 0,09$	$26,5 \pm 0,08$	$4,10 \pm 0,13$	0,50
0,029	$4,00 \pm 0,33$	$3,70 \pm 0,31$	$3,20 \pm 0,26$	0,75
0,052	$4,60 \pm 0,24$	$3,10 \pm 0,16$	$3,80 \pm 0,20$	0,75
0,057	$4,60 \pm 0,20$	$3,10 \pm 0,14$	$3,80 \pm 0,17$	0,75
0,091	$4,60 \pm 0,21$	$3,10 \pm 0,14$	$3,80 \pm 0,17$	0,75
0,012	$5,00 \pm 0,80$	$3,00 \pm 0,49$	$4,00 \pm 0,64$	1,00
0,020	$5,10 \pm 0,46$	$3,49 \pm 0,32$	$4,00 \pm 0,36$	1,00
0,030	$4,90 \pm 0,49$	$3,80 \pm 0,38$	$4,60 \pm 0,46$	1,00
0,046	$4,90 \pm 0,33$	$3,28 \pm 0,22$	$4,40 \pm 0,30$	1,00
0,040	$8,00 \pm 0,14$	$4,80 \pm 0,85$	$5,50 \pm 0,97$	1,50
0,088	$8,40 \pm 0,49$	$4,80 \pm 0,28$	$6,00 \pm 0,35$	1,50
0,248	$8,40 \pm 0,40$	$4,80 \pm 0,24$	$6,00 \pm 0,30$	1,50

фическом экстраполировании на нулевые значения ионных сил возникает неопределенность. Поэтому для определения термодинамических констант равновесия зависимости констант как функции от концентраций и ионных сил были представлены в виде следующего уравнения:

$$pK_i = A_0 + A_1 \sqrt{I} + A_2 I. \quad (11)$$

Константа равновесия химической реакции в идеальном растворе для веществ, взятых в стандартном состоянии, по определению является термодинамической. В реальных условиях этому соответствуют бесконечно разбавленные растворы, для которых ионная сила и концентрация вещества в растворе стремятся к нулю. Для уравнения регрессии (11) при $I \rightarrow 0$ значение A_0 соответствует термодинамической константе равновесия. Получены следующие термодинамические константы: $K_1^0 = (9,8 \pm 1,5) \cdot 10^{-3}$; $K_2^0 = (7,08 \pm 0,68) \cdot 10^{-8}$; $K_d^0 = (6,02 \pm \pm 0,59) \cdot 10^{-3}$. Средняя относительная погрешность аппроксимации с помощью уравнения (11) составила 3,7 0,6 и 4,3 % соответственно для K_1 , K_2 и K_d .

Как известно, закон действия масс можно записать, например, так:

$$K_1^0 = \frac{a_{HSO_3^-} a_{H^+}}{a_{H_2O} \cdot SO_2} = \frac{C_{HSO_3^-} C_{H^+}}{C_{H_2O} \cdot SO_2} \frac{\gamma_{HSO_3^-} \gamma_{H^+}}{\gamma_{H_2O} \cdot SO_2} = K_1 \frac{\gamma_{HSO_3^-} \gamma_{H^+}}{\gamma_{H_2O} \cdot SO_2}, \quad (12)$$

где K_1^0 — термодинамическая константа диссоциации сернистой кислоты;

K_1 — концентрационная константа сернистой кислоты;

a_i — активность иона;

γ_i — средний коэффициент активности иона.

Для проверки численных значений полученных концентрационных и термодинамических констант были использованы оценки коэффициентов активности протона и бисульфит-иона [1]. Расчеты проведены по формуле (12). Результаты приведены в табл. 3.

Таблица 3

C_{S_2} , моль/л	$\gamma_{HSO_3^-}$	γ_{H^+}	K_1	K_1^0 расч
0,011	0,907	0,929	0,009	0,009
0,015	0,905	0,927	0,012	0,010
0,026	0,872	0,906	0,012	0,009
0,033	0,860	0,899	0,014	0,011
0,067	0,827	0,881	0,016	0,011
0,103	0,800	0,871	0,015	0,010
0,162	0,780	0,864	0,015	0,010

По предположению Майера [4], в бисульфитных растворах с концентрацией, близкой к 1 моль/л, $S_2O_5^{2-}$ - и HSO_3^- -ионы находятся в соотношении 1:1. Для проверки этого было проведено потенциометрическое титрование концентрированных растворов бисульфита натрия.

Результаты математической обработки экспериментальных данных с использованием уравнения (5) представлены в табл. 4.

Максимальное содержание пиросульфита натрия в исследуемых растворах отмечается при pH ~ 4,5. На рис. 1 представлена кривая, характеризующая изменение процентного содержания пиросульфита натрия от концентрации оксида серы (V) при pH ~ 4,5.

Таблица 4

$C_{S_2}^-$, моль/л	K_d	$K_2 \cdot 10^7$
0,392	$0,926 \pm 0,050$	$2,74 \pm 0,15$
0,573	$1,714 \pm 0,090$	$5,31 \pm 0,28$
0,755	$5,640 \pm 0,410$	$6,00 \pm 0,49$
0,862	$6,000 \pm 0,400$	$7,86 \pm 0,59$

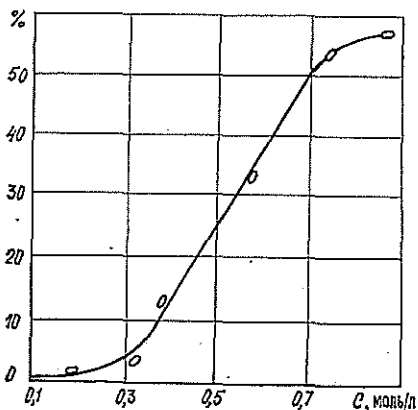


Рис. 1.

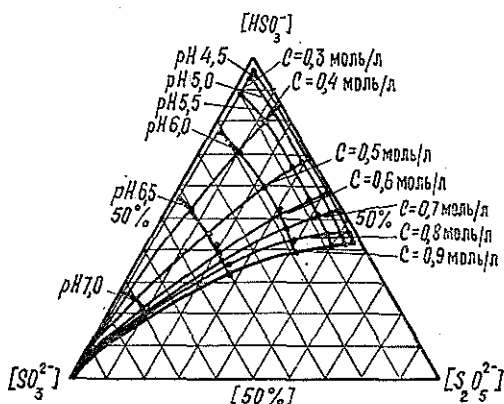


Рис. 2.

Итак, одновременное рассмотрение в широком диапазоне рН трех химических реакций (2)—(4), характеризующих ион-молекулярные равновесия в водных растворах оксида серы (IV), позволило уточнить термодинамические константы диссоциации сернистой кислоты и определить термодинамическую и концентрационную константы димеризации бисульфит-ионов. Найденное нами значение K_d близко к определенному спектрофотометрическим методом в работе [2]. В области больших концентраций SO_2 (более 0,4 моль/л) при рН 4,5 наблюдается стремительное накопление в растворе пиросульфит-ионов. Полученные численные значения концентрационных констант позволяют построить диаграмму компонентного состава сульфитного раствора при 25 °С для рН от 1 до 10. На рис. 2 в качестве примера приведена диаграмма состава водных растворов оксида серы (IV) в области рН 4,5...7,0.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Gmelins Handbuch. Der anorganischen Chemie/ Schwefel. Systemnummer 9.— Weinheim.: Vorlag Chemie, 1960, S. 613. [2]. Golding R. M. Ultraviolet absorption studies of the bisulphite—pyrosulphite equilibrium.—J. chem. soc., 1960, N 10, p. 3711—3716 [3]. Guthrie J. P. Tautomeric equilibria and pK_a values for «sulfurous acid» in aqueous solution: a thermodynamic analysis.—Can. J. Chem., 1979, vol. 57, p. 454—457. [4]. Meyer B. Sulfur. Energy and Environment.—Amsterdam: Elsevier, 1977.—419 p.

Поступила 16 июня 1986 г.

УДК 674.817-41

ВЛИЯНИЕ КАТИОННЫХ ПОЛИЭЛЕКТРОЛИТОВ НА ЭЛЕКТРОКИНЕТИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ВОЛОКОН

В. Б. СНОПКОВ, Т. А. СНОПКОВА, Т. В. СУХАЯ

Белорусский технологический институт

Использование катионных полиэлектролитов при производстве древесноволокнистых плит (ДВП) позволяет получать плиты с высокими физико-механическими показателями [1—3], увеличивать скорость обезвоживания древесноволокнистого ковра [4] и улучшать характеристики оборотных и сточных вод за счет более полного удержания в ковре мелкой фракции древесных волокон [1, 3]. Эффективно применение катионных полиэлектролитов для осаждения на древесных волокнах проклеивающих добавок [5—7].

Цель настоящего исследования — изучить характер воздействия катионных полиэлектролитов на электрокинетические свойства древесных волокон.

В опытах были использованы хорошо зарекомендовавшие себя при изготовлении ДВП [1, 2, 4—7] катионные полиэлектролиты: полиэтиленимин (ПЭИ) с молекулярной массой 30 000, катионный сополимер амифлок [8] и закрепитель У-2, выпускаемый отечественной промышленностью (ГОСТ 6859—78). Исследовали волокна, полученные из древесины березы на лабораторном дефибраторе. Степень помола во всех случаях была одинаковой и составляла 20 ДС. Электрокинетический потенциал (ζ -потенциал) измеряли методом протекания [9] по отношению к дистиллированной воде, 0,001 н. раствором NaCl и HCl и оборотной воде производства ДВП. Обратная вода имела следующие характеристики: содержание взвешенных веществ — 1 006 мг/л; содержание растворенных веществ — 4 316 мг/л; остаток после прокаливания — 464 мг/л; ХПК — 7 300 мг O_2 /л.

На рис. 1 представлены зависимости ζ -потенциала березовых волокон от дозировки катионных полиэлектролитов. Как видно из рис. 1, введение в древесноволокнистую массу любого из рассматриваемых полиэлектролитов приводит к увеличению электрокинетического потенциала волокон и, в конечном итоге, вызывает их перезарядку. Наиболь-

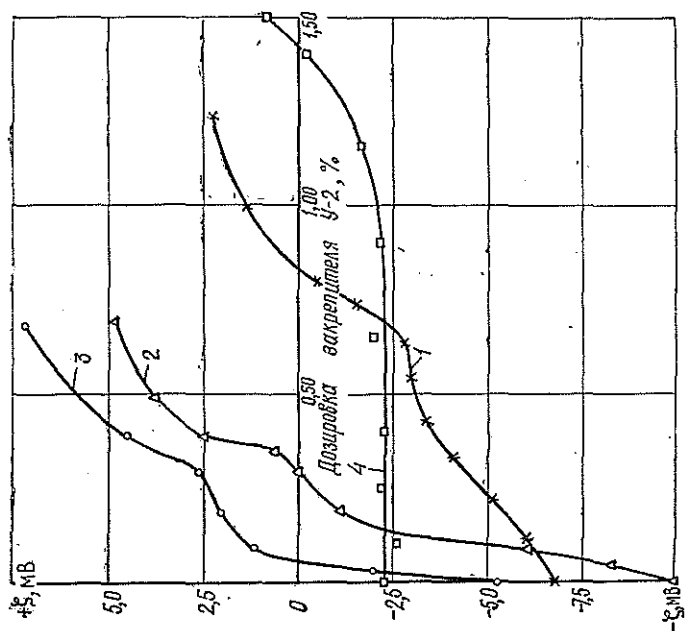


Рис. 2. Зависимость электрокинетического потенциала березовых волокон от дозировки закрепителя У-2 в различных средах.
1 — дистиллированная вода; 2 — 0,001 н. NaCl (рН 6,21); 3 — 0,001 н. HCl (рН 3,03); 4 — обратная вода.

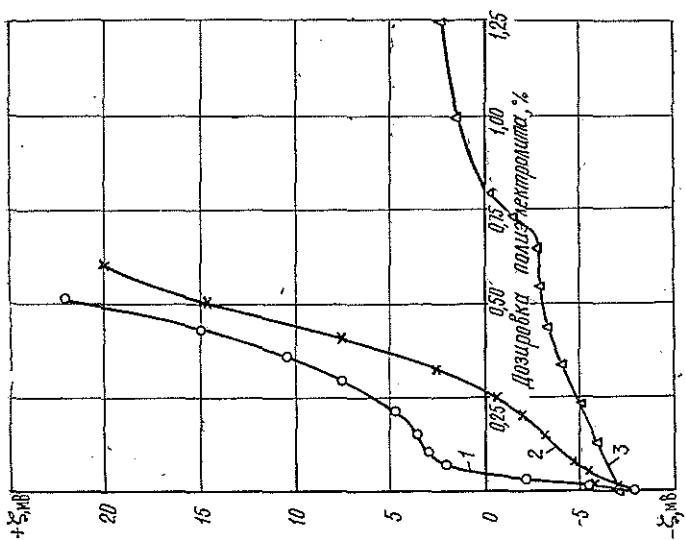


Рис. 1. Зависимость электрокинетического потенциала березовых волокон от дозировки полиэлектролита.
1 — ПЭИ; 2 — амифлок; 3 — закрепитель У-2.

шей перезаряжающей способностью обладает полиэтиленимин; изоэлектрическая точка ($\zeta = 0$) достигается при его введении в количестве 0,05 %. Амифлок менее активен и вызывает перезарядку волокон при большей дозировке — 0,26 %. Катионные свойства закрепителя У-2 наименее выражены, перезарядка волокон наступает при введении в композицию 0,80 % полиэлектролита.

На примере закрепителя У-2 изучали влияние характера дисперсионной среды на эффективность действия катионных полиэлектролитов.

Зависимости, представленные на рис. 2, показали, что когда дисперсионной средой является обратная вода, насыщенная продуктами термической деструкции (кривая 4), тогда дозировка полиэлектролита, вызывающая перезарядку древесных волокон, резко возрастает и до-

стигает 1,40 %. Введение закрепителя У-2 в количестве до 1,15 % не вызывает изменений ζ -потенциала волокон. Полученный результат можно объяснить [12—14] «мешающим» действием соединений анионного типа на перезаряжающую способность полиэлектролитов за счет образования малоактивных поликомплексов, не способных воздействовать на поверхностный заряд древесных волокон. Изменить ζ -потенциал волокон можно лишь после введения в систему избытка полиэлектролита. В составе же оборотных вод производства ДВП обнаружено значительное содержание кислотных продуктов (15...20 % от общего числа растворенных веществ, или примерно 900 мг/л), мешающих действию полиэлектролитов [10].

Электролиты, в особенности кислоты, существенно ускоряют перезарядку древесных волокон (кривые 2 и 3 на рис. 2). Изоэлектрическое состояние волокна достигается при рН 3,03 после введения 0,08 % закрепителя У-2, а при рН 6,21 — 0,30 %.

Следует иметь в виду, что увеличение ионной силы дисперсионной среды, вследствие присутствия минеральных солей, может неоднозначно влиять на перезаряжающую способность катионных полиэлектролитов. С одной стороны, происходит высаливание полиэлектролита [11], препятствующее перезарядке древесных волокон. С другой, возрастание ионной силы раствора приводит, как показано в работе [9], к снижению отрицательной величины электрокинетического потенциала волокон и облегчает их перезарядку. Вероятно, в рассматриваемом случае второй процесс преобладает, и расход полиэлектролита, вызывающий перезарядку, уменьшается.

Интересен факт увеличения перезаряжающей способности закрепителя У-2 в кислой среде. Линдстрем [14], получивший аналогичный результат при изучении перезарядки целлюлозы катионным полиакриламидом, считает, что это происходит вследствие протонизации целлюлозы в кислой среде, вызывающей уменьшение поверхностного отрицательного заряда. Предложенное объяснение можно распространить и на рассматриваемый случай, так как ранее [9] было установлено, что понижение рН уменьшает отрицательное значение ζ -потенциала древесных волокон. Кроме того, следует учитывать возможную протонизацию молекул полиэлектролита и усиление, вследствие этого, его перезаряжающей способности.

С целью проверки последнего предположения было изучено влияние активности дисперсионной среды на электрофоретическую подвижность, т. е. на величину заряда молекул закрепителя У-2. Определение фракционного состава, электрофоретической подвижности и электрокинетического потенциала макромолекул катионного полиэлектролита производили с помощью прибора «Электрофорез-35».

На рис. 3 сплошными линиями показаны градиентные кривые, полученные в результате электрофоретического разделения катионного полиэлектролита У-2 при разных значениях кислотности среды; пунктирными линиями выделены гауссовские кривые распределения, соответствующие отдельным фракциям полиэлектролита.

Как видно из рис. 3, градиентные кривые, полученные для всех трех случаев, имеют примерно одинаковый характер. Каждая позволяет построить шесть кривых Гаусса, т. е. выделить в закрепителе У-2 шесть основных фракций. Доли каждой из них в общем количестве полиэлектролита при различных значениях рН приведены в таблице.

Как следует из полученных результатов, с подкислением среды доля более подвижных фракций катионного полиэлектролита возрастает. Так, уменьшение рН от 6,86 до 5,38 приводит к увеличению суммарной доли фракций IV—VI с 38,4 до 56,0 % и далее до 66,1 % при рН 3,56. Соответственно доля менее подвижных фракций I—III при этом падает и составляет 61,6, 44,0 и 33,9 %. Расчет электрокинетических характеристик макромолекул закрепителя У-2 показал, что с уве-

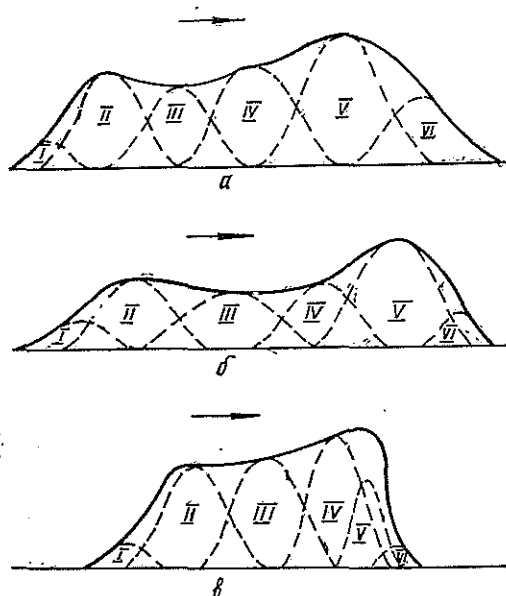


Рис. 3. Градиентные кривые электрофоретического разделения закрепителя У-2.

а — рН 3,56; б — рН 5,38; в — рН 6,86.

рН среды	Номер фракции	Доля фракции, %	Путь, пройденный фракцией, см	Электрофоретическая подвижность, $\text{м}^2 \cdot \text{В}/\text{с} \times 10^2$	Электрокинетический потенциал молекул, мВ	Средний электрокинетический потенциал, мВ
3,56	I	2,6	1,17	9,41	31,32	48,08
	II	17,2	1,35	10,86	36,15	
	III	14,1	1,55	12,47	41,51	
	IV	22,7	1,77	14,24	47,39	
	V	29,7	2,03	16,33	54,36	
	VI	13,7	2,26	18,18	60,51	
5,38	I	5,6	0,59	5,97	19,86	41,27
	II	18,4	0,76	7,70	25,64	
	III	20,0	1,03	10,43	34,73	
	IV	16,5	1,32	13,37	44,51	
	V	34,8	1,56	15,80	52,59	
	VI	4,7	1,76	17,82	59,31	
6,86	I	3,1	0,64	4,33	14,40	25,91
	II	29,6	0,88	5,96	19,85	
	III	28,9	1,13	7,65	25,47	
	IV	26,6	1,37	9,27	30,86	
	V	9,7	1,49	10,08	33,56	
	VI	2,1	1,58	10,69	35,58	

личением кислотности среды возрастает подвижность макромолекул каждой фракции и их электрокинетический потенциал. Это приводит к тому, что общая заряженность макромолекул, характеризующаяся средним значением электрокинетического потенциала, заметно увеличивается. Если при рН 6,86 $\bar{\xi} = 25,91$ мВ, то при рН 5,38 он составляет уже 41,27 мВ, а при рН 3,56 — 48,08 мВ. Следовательно, перезаряжающая способность закрепителя У-2 с подкислением дисперсионной среды возрастает.

В результате проведенных исследований установлено, что катионные полиэлектролиты увеличивают электрокинетический потенциал древесных волокон и могут вызывать их перезарядку. Перезаряжающая способность зависит от свойств самого полиэлектролита и условий его применения.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. А. с. 551190 (СССР). Способ получения древесноволокнистых плит/ Г. Б. Элькина, А. А. Пиргач, Д. С. Жук и др.— Оpubл. в Б. И., 1977, № 11. [2]. А. с. 501890 (СССР). Способ получения древесноволокнистых плит/ Г. Б. Элькина, А. А. Пиргач, Д. С. Жук, П. А. Гембицкий.— Оpubл. в Б. И., 1976, № 5. [3]. А. с. 881100 (СССР). Состав для изготовления древесноволокнистых плит/ Т. В. Сухая, В. Б. Снопков, В. Н. Марцуль и др.— Оpubл. в Б. И., 1981, № 42. [4]. А. с. 697345 (СССР). Состав для производства древесноволокнистых плит/ Т. В. Сухая, Б. И. Энтин, В. Н. Марцуль и др.— Оpubл. в Б. И., 1979, № 42. [5]. А. с. 823168 (СССР). Состав для изготовления древесноволокнистых плит/ Т. В. Сухая, В. Б. Снопков, М. З. Лопотко и др.— Оpubл. в Б. И., 1981, № 15. [6]. А. с. 844373 (СССР). Состав для изготовления древесноволокнистых плит/ Т. В. Сухая, В. Б. Снопков, К. А. Панушкин и др.— Оpubл. в Б. И., 1981, № 25. [7]. А. с. 865672 (СССР). Состав для изготовления древесноволокнистых плит/ Т. В. Сухая, В. Б. Снопков, М. З. Лопотко и др.— Оpubл. в Б. И., 1981, № 35. [8]. Амифлок — новый флокулянт в производстве бумаги и картона/ В. Ф. Филатенков, Г. З. Аксельрод, Б. И. Энтин и др.— Бум. промсть, 1978, № 11, с. 17—18. [9]. Исследование электрокинетических свойств дефибраторных волокон/ Снопков В. Б., Сухая Т. В., Снопкова Т. А.— Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1982, № 3, с. 109—112. [10]. Марцуль В. Н. Совершенствование системы водопотребления при производстве древесноволокнистых плит.— В кн.: Химия и химическая технология, вып. 16. Минск: Высшэйш. школа, 1981, с. 94—96. [11]. Alinse V. Polyethylenimine adsorption on cellulose.— Cellulose Chemistry and Technology, 1974, vol. 8, N 6, p. 573—586. [12]. Horn D. Über die Wirkungsweise organischer Polyelektrolyte bei der Papierherstellung.— Zellstoff und Papier, 1979, Bd 28, N 3, S. 129—136. [13]. Peniman I. G. Maximizing retention—drainage in pulp slurries.— Pap. Trade J., 1978, vol. 162, N 5, p. 52—54. [14]. The Importance of Electrokinetic Properties of Wood Fiber for Papermaking/ T. Lindström, Ch. Söremark, Ch. Heinegard, J. Martin-Löf.— Tappi, 1974, vol. 57, N 12, p. 94—96.

Поступила 17 июня 1985 г.

ЭКОНОМИКА И ОРГАНИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВА

УДК 684 : 331

**СТАТИСТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ
УДЕЛЬНЫХ ЗАТРАТ РУЧНОГО ТРУДА
НА ГАТЧИНСКОМ МЕБЕЛЬНОМ КОМБИНАТЕ**

*Л. Б. ИВАНОВ, И. В. ГЕЛЬМАН, И. И. ЖУРАВЛЕВА,
Т. А. ШАГАЛОВА*

Ленинградская лесотехническая академия

Планомерное сокращение применения ручного малоквалифицированного труда по мере технического перевооружения предприятий — важнейшее условие роста производительности труда в двенадцатой пятилетке. Управление этим процессом возможно на основе статистического моделирования зависимости удельных затрат ручного труда (УЗРТ) от факторов роста производительности труда.

В 1985 г. показатель УЗРТ для мебельных предприятий Северо-Западного экономического района менялся в широком диапазоне: от 23 % для Гатчинского мебельного комбината (МК) до 62 % для Ломоносовской мебельной фабрики (филиала комбината «Нева»). При этом Гатчинский МК отличается высоким организационно-техническим уровнем производства. Здесь систематически обновляется и интенсивно используется активная часть основных производственных фондов (ОПФ), растет квалификация рабочих. Моделирование зависимости УЗРТ от факторов роста производительности труда на Гатчинском МК представляет, таким образом, значительный интерес: выявляются образцовые взаимосвязи, к которым следует стремиться каждому индивидуальному предприятию.

Переменные, характеризующие количественные значения факторов роста производительности труда, назовем определяющими. Экспертным путем установлены следующие определяющие переменные для мебельных предприятий:

- x_1 — коэффициент выбытия активной части ОПФ;
- x_2 — коэффициент годности активной части ОПФ;
- x_3 — электровооруженность труда, тыс. кВт · ч/чел. в год;
- x_4 — коэффициент интенсивности использования активной части ОПФ;
- x_5 — коэффициент прироста активной части ОПФ;
- x_6 — техническая вооруженность труда, тыс. р./чел. в год;
- x_7 — средний разряд работ, ед.

Численные значения УЗРТ (y) равны отношению числа рабочих, выполняющих работу вручную при машинах и механизмах и не при них, к общей численности промышленно-производственных рабочих (в процентах или долях единицы).

Все величины x_1, \dots, x_7, y могут быть получены по данным статистической отчетности непосредственно или с помощью простых преобразований. Для определенности приведем две формулы, отличающиеся от стандартных.

Коэффициент интенсивности использования активной части ОПФ задается равенством

$$x_4 = \frac{W}{k_0 TN}, \quad (1)$$

где W — годовой расход электроэнергии, тыс. кВт · ч;
 k_0 — коэффициент спроса мощности;
 T — средний фонд времени эффективной работы единицы оборудования, ч;

N — номинальная мощность электроприемников, тыс. кВт.
 Техническая вооруженность труда определяется равенством

$$x_6 = \frac{\Phi_a}{Z} \frac{k_1}{k_2}, \quad (2)$$

где Φ_a — среднегодовая стоимость активной части ОПФ, тыс. р.;
 Z — среднегодовая численность промышленно-производственных рабочих;

k_1 — коэффициент сменности работы оборудования;

k_2 — коэффициент сменности работы рабочих.

Определяющую переменную x_i назовем управляющей, если при возрастании x_i уменьшается результирующая переменная y .

Основной результат настоящей статьи — выделение группы управляющих переменных из множества определяющих переменных x_1, x_2, \dots, x_7 .

Задача описания группы управляющих переменных еще мало изучена для мебельных предприятий. В данной работе она решена для Гатчинского МК методом статистического моделирования: характер зависимости y от переменной x_i определяется уравнением множественной регрессии, содержащим x_i как одну из объясняющих переменных. Расчеты, необходимые для построения моделей, велись на основе фактических данных о работе Гатчинского МК в 1976—1985 гг. по стандартным программам статистического анализа зависимостей в информационно-вычислительном центре ЛТА на ЭВМ ЕС-1022.

Статистический материал по всем показателям x_1, \dots, x_7, y для Гатчинского МК за 1976—1985 гг. приведен в табл. 1.

Таблица 1

Год	x_1	x_2	x_3	x_4	x_5	x_6	x_7	y
1976	0,08	0,85	4,09	0,53	0,15	1,62	3,68	0,336
1977	0,18	0,75	6,29	0,48	0,44	1,38	3,68	0,328
1978	0,52	0,80	7,02	0,52	0,23	1,64	3,68	0,319
1979	0,26	0,81	6,80	0,50	0,12	2,14	3,68	0,319
1980	0,15	0,77	7,53	0,55	0,11	1,98	3,80	0,321
1981	0,16	0,72	7,11	0,51	0,28	1,97	3,80	0,322
1982	0,14	0,74	8,02	0,56	0,42	2,02	3,87	0,242
1983	0,72	0,91	8,52	0,60	0,56	3,28	3,87	0,238
1984	0,34	0,82	10,12	0,71	0,78	4,03	3,92	0,240
1985	0,05	0,77	11,59	0,82	0,58	4,28	4,14	0,229

Корреляционно-регрессионный анализ, выполненный по данным табл. 1, приводит к следующему заключению.

Управляющими переменными для Гатчинского МК являются: техническая вооруженность и электровооруженность труда, средний разряд работ, коэффициенты годности, интенсивности использования и прироста активной части ОПФ.

Коэффициент выбытия активной части ОПФ не является управляющей переменной для Гатчинского МК.

Дадим неформальную интерпретацию этого результата.

При увеличении коэффициентов прироста и годности активной части ОПФ снижается потребность в рабочих, выполняющих работу вручную не при машинах и механизмах. Следовательно, уменьшается и показатель УЗРТ.

Возрастание электровооруженности и технической вооруженности труда приводит к снижению численности рабочих, занятых ручным трудом при машинах и механизмах. В условиях Гатчинского МК при этом уменьшается и относительный показатель (УЗРТ), так как при высоких значениях коэффициента годности (см. графу x_2 в табл. 1) число рабочих, занятых ручным трудом не при машинах и механизмах, не возрастает.

Коэффициент интенсивности использования активной части ОПФ растет за счет уменьшения длительности простоев и увеличения спроса мощности на единицу установленного оборудования. И то, и другое приводит к снижению УЗРТ.

При увеличении среднего разряда работ снижается доля физически тяжелых, малосодержательных, рутинных ручных работ, а с ним — и УЗРТ.

Рассмотрим, наконец, коэффициент выбытия активной части ОПФ. Уже в 1983 г. этот показатель достигает значения $x_1 = 0,72$ (см. табл. 1). Дальнейшее возрастание x_1 означало бы, что годное оборудование изымается и заменяется новым. Так как новое оборудование не сразу будет работать с полной отдачей, то возрастет доля рабочих, выполняющих работу вручную не при машинах и механизмах, и показатель УЗРТ также увеличится. Значит, в настоящее время коэффициент выбытия активной части ОПФ не является управляющей переменной. Положение может измениться, если наметившаяся в 1984 и 1985 гг. тенденция уменьшения x_1 сохранится.

Перейдем к описанию статистического анализа, подтверждающего сформулированный выше результат.

Вначале переменные x_1, \dots, x_7 были упорядочены по их важности для формирования значений результирующей переменной y . Для каждой переменной x_i вычисляется балл ранжировки i_0 , равный сумме номеров мест, занимаемых ею при упорядочении следующими четырьмя способами: по убыванию абсолютных величин парных коэффициентов корреляции с y ; убыванию абсолютных величин соответствующих стандартизованных коэффициентов регрессии; возрастанию двустороннего уровня значимости t -критерия Стьюдента для коэффициентов регрессии; убыванию абсолютных величин коэффициентов разложения первой главной компоненты по переменным x_i .

В табл. 2 приведены результаты такой ранжировки.

Таблица 2

x_i	x_7	x_3	x_6	x_5	x_4	x_2	x_1
i_0	9	10	14	16	17	19	27

Пусть i_0, j_0 — баллы ранжировки, вычисленные для переменных x_i, x_j , соответственно. Естественно считать переменную x_i более важной для формирования значений результирующей переменной y , чем переменную x_j , если $i_0 < j_0$.

Таким образом, согласно результатам ранжировки, для Гатчинского МК переменные x_7, x_3, x_6 — ключевые, переменные x_5, x_4, x_2 — потенциально информативные, переменная x_1 — «шумовая». Заметим, что такой вывод не противоречит содержательным априорным представлениям экспертов о значимости переменных x_1, \dots, x_7 .

Далее изучали различные (линейные и нелинейные) варианты зависимостей следующих пяти типов: $y = f(x_1, x_3, x_6)$; $y = f(x_2, x_3, x_6)$; $y = f(x_3, x_4, x_6)$; $y = f(x_3, x_5, x_6)$; $y = f(x_3, x_6, x_7)$.

Группировки переменных в этих моделях не произвольны. С одной стороны, они мотивируются ранжировкой табл. 2, с другой, — следующими неформальными доводами.

Включение в каждую из моделей переменных x_3 , x_6 продиктовано стремлением наиболее полно учесть влияние на УЗРТ технического уровня производства — как по стоимостным, так и по энергетическим показателям. Вводя в модели, наряду с x_3 и x_6 , еще одну из определяющих переменных, получим зависимости, характеризующие с различных точек зрения влияние организационно-технического уровня производства на УЗРТ.

Входящие в модели переменные x_i не являются статистически независимыми. Возникающую в связи с этим проблему мультиколлинеарности решали на основе метода главных компонент.

Среди различных вариантов моделей каждого из перечисленных выше пяти типов оптимальным был признан вариант с наибольшим коэффициентом детерминации R^2 , наибольшим расчетным значением F-критерия Фишера и наименьшим средним значением ϵ^2 остаточной суммы квадратов. Оптимальные варианты моделей и их статистические характеристики приведены в табл. 3. Уравнения регрессии даны в натуральном масштабе. Все расчетные значения F в оптимальных вариантах моделей превосходят значения 5 %-ной точки F-распределения.

Таблица 3

Оптимальные варианты моделей	R^2	F	ϵ^2
$y = 0,170 - 0,001x_1^{-1} + 0,319x_3^{-1} + 0,166x_6^{-1}$	0,78	5,56	0,001
$y = 0,128x_2^{-1} + 0,519x_3^{-1} + 0,117x_6^{-1}$	0,99	381,48	0,001
$y = 0,103 + 0,279x_3^{-1} + 0,057x_4^{-1} + 0,096x_6^{-1}$	0,77	11,80	0,001
$y = 0,164 + 0,404x_3^{-1} + 0,005x_5^{-1} + 0,098x_6^{-1}$	0,81	15,40	0,001
$y = 0,238x_3^{-1} + 0,147x_6^{-1} + 0,712x_7^{-1}$	0,99	448,91	0,001

Выявление факторов сокращения удельных затрат ручного труда и построение моделей регрессии, отражающих специфику каждого предприятия, позволит прогнозировать изменение этих затрат, управлять процессом их сокращения на основе научно-технического прогресса.

Поступила 13 июня 1986 г.

УДК 674.093.6.003.12

ФОРМИРОВАНИЕ СЕБЕСТОИМОСТИ ПРОДУКЦИИ ПРИ АГРЕГАТНОЙ ПЕРЕРАБОТКЕ СЫРЬЯ

Г. П. ФИЛИПОВА, Н. П. КАШЕНЦЕВА

ЦИНИМОД

Один из факторов повышения комплексного использования древесины в условиях научно-технического прогресса — увеличение объемов агрегатной переработки. В связи с тем, что при этом одновременно получают пиломатериалы, технологическая щепка, опилки, необходимо методически обосновать порядок распределения между ними общих затрат на производство.

Вопрос о правильном определении себестоимости отдельных видов продукции лесопиления приобретает актуальность при внедрении полного хозяйственного расчета. В этих условиях в практику планирова-

ния вводится новый показатель — объем конечной продукции во внутривыпускных ценах, основой определения которого является цеховая себестоимость единицы каждого вида продукции. Однако ныне при наличии в лесопильном производстве агрегатного оборудования допущены неточности в расчетах себестоимости (по пиломатериалам ее неоправданно завышают, а по технологической щепе занижают), что ослабляет ее стимулирующую роль как оценочного показателя.

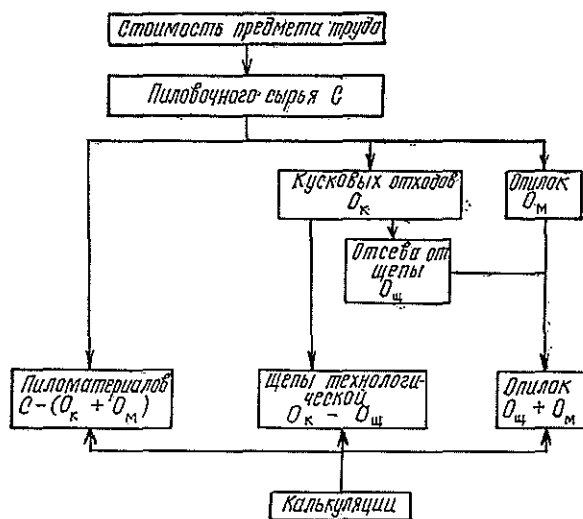
Себестоимость продукции, вырабатываемой на агрегатном и рамном оборудовании, на большинстве предприятий отрасли рассчитывается одинаково. Стоимость пиловочного сырья при калькулировании пиломатериалов уменьшается на величину стоимости возвратных отходов: кусковых отходов на выработку технологической щепы, опилок и некондиционной щепы (отсева) по направлениям использования. Затраты на обработку предмета труда на лесопильных потоках полностью относятся на себестоимость пиломатериалов, что неправомерно для агрегатного лесопиления, где щепка вырабатывается сразу на стадии распиловки, минуя фазу образования кусковых отходов. На некоторых предприятиях Кареллесозэкспорта себестоимость обработки сырья на агрегатах распределяют между пиломатериалами (75 %) и технологической щепой (25 %). Такое соотношение затрат установлено экспертным путем без каких-либо методических обоснований. Следует отметить, что на предприятиях рассчитывается себестоимость только двух видов продукции при комплексном использовании сырья: пиломатериалов и технологической щепы. Себестоимость же опилок не определяется, хотя стоимость их учитывается в статье Возвратные отходы по преysкуранным ценам. А если есть цена, то должна быть и себестоимость как база установления цены.

В работах [1—3] были предложены некоторые варианты распределения затрат на производство продукции в условиях комплексного использования сырья: пропорционально объемным выходам продукции, ее стоимости, стоимости сырья на производство каждого вида продукции. В этих работах предлагается определять себестоимость только двух видов продукции: пиломатериалов и технологической щепы; предлагается единый метод распределения для всех калькуляционных статей. При этом не учитывается тот факт, что технологическая щепка как вид продукции (кондиционная щепка) формируется только после сортирования, а не на стадии выхода с агрегата. То же относится и к пиломатериалам; их объемный выход формируется на последующих за агрегатом стадиях обработки.

На наш взгляд, должен быть дифференцирован подход к распределению себестоимости продукции при агрегатной переработке древесины: стоимости пиловочного сырья и отдельно затрат на его обработку. К себестоимости обработки относятся основная и дополнительная заработная плата производственных рабочих с отчислениями на социальное страхование, расходы на содержание и эксплуатацию оборудования по всему агрегатному потоку. Причем распределению по видам продукции подлежат только затраты на участке переработки сырья (сам агрегат). Все остальные затраты, связанные непосредственно с производством конкретных видов продукции, прямо относятся на себестоимость этих видов. Например, расходы на торцовку пиломатериалов — на себестоимость пиломатериалов, на транспортировку щепы — на щепу.

Методической основой решения этого вопроса является трудовая теория стоимости К. Маркса, согласно которой потребительная стоимость предмета труда — сырья служит основой создания других потребительных стоимостей — пиломатериалов, щепы, опилок. Поэтому потребительная стоимость, относимая на конкретный вид продукции, должна определяться вычитанием из общей потребительной стоимости

предмета труда (сырье) потребительных стоимостей побочных видов продукции. Например, стоимость сырья, израсходованного на производство пиломатериалов, определяется вычитанием из общей стоимости пиловочного сырья стоимости кусковых отходов (в случае агрегатной переработки к ним условно приравниваются объемы несортированной щепы) и стоимости опилок в зависимости от назначения. Причем, в стоимости опилок не учитывается некондиционная щепа (отсев), стоимость которой должна включаться в калькуляцию технологической щепы по статье Возвратные отходы. Такой метод применим как для рамного, так и для агрегатного оборудования. Схематично способ распределения стоимости пиловочного сырья по видам продукции показан на рисунке.



Расчет стоимости предмета труда в калькуляциях продукции лесопиления.

Себестоимость обработки распределяется между видами продукции пропорционально объемам древесины, израсходованной на каждый вид. При этом должна учитываться разница в выходе кондиционной щепы из общего объема несортированной щепы, полученной на рубительных машинах (отсев 15 %) и непосредственно с агрегата (отсев 10 %).

С учетом выдвинутых методических положений приводим пример расчета себестоимости производства пиломатериалов в лесопильном цехе, оснащемом рамным и агрегатным оборудованием (на основе данных ЛДК им. Ленина г. Архангельска за 1984 г.).

Исходные данные: цена 1 м³ пиловочного сырья — 27,89 р.; распилено сырья всего — 506,3 тыс. м³, в том числе на ЛАПБ — 92,1 тыс. м³; валовой выпуск пиломатериалов всего — 264,0 тыс. м³, в том числе на ЛАПБ — 42,9 тыс. м³; выработано неторцованных пиломатериалов лесопильным цехом — 306,5 тыс. м³, в том числе на ЛАПБ — 49,4 тыс. м³.

По исходным данным определяется стоимость пиловочного сырья отдельно для лесопильных рам и ЛАПБ. В статье Возвратные отходы учитывается стоимость кусковых отходов для производства технологической щепы и опилок по направлениям использования без стоимости некондиционной щепы (отсева).

На основе баланса распиленного сырья (табл. 1) определяется доля древесины, израсходованной на выработку каждого вида продукции, по формулам:

$$П = П_T + O_K + УР; \quad (1)$$

$$Щ = Щ'_K + O'_Щ; \quad (2)$$

$$O = O_M. \quad (3)$$

где $П$, $Щ$, O — доля древесины, израсходованной на выработку пиломатериалов, щепы и опилок соответственно.

Таблица 1
Баланс сырья, распиленного на ЛАПБ

Вид продукции	Условное обозначение	Доля, %
Пиломатериалы сухие, торцованные	П _т	46,4
Несортированная щепа:		
всего	Щ _{тс}	34,9
кондиционная	Щ _к	31,7
отсев	О _щ	3,2
Кусковые отходы от торцовки досок:		
всего	О _к	7,1
щепа кондиционная	Щ _к	6,2
отсев	О _щ	0,9
Опилки	О _м	6,1
Усушка, распыл	УР	5,5
Итого	С	100,0

В результате выполненных по формулам (1)–(3) расчетов полученные коэффициенты распределения общих затрат на обработку по видам продукции: пиломатериалы — 0,59, щепа технологическая — 0,35, опилки — 0,06. Сравнение себестоимости производства пиломатериалов в лесопильном цехе, рассчитанной по изложенной и существующей методикам, представлены в табл. 2.

Таблица 2

Себестоимость производства пиломатериалов в лесопильном цехе, тыс. р.

Статьи затрат	Методика					
	существующая			предлагаемая		
	Всего	В том числе		Всего	В том числе	
лесо-рама		ЛАПБ	лесо-рама		ЛАПБ	
Пиловочное сырье	14 124	11 555	2 569	14 124	11 555	2 569
Возвратные отходы (вычитаются)	2 422	1 900	522	2 412	1 892	520
Итого затрат по сырью	11 702	9 655	2 047	11 712	9 663	2 049
Обработка	1 562	1 461	101	1 521	1 461	60
Цеховые расходы	296	281	15	290	281	9
Итого цеховая себестоимость	13 560	11 397	2 163	13 523	11 405	2 118
То же на 1 м ³ , р.-к.	44—24	44—33	43—78	44—12	44—36	42—87

В результате расчетов себестоимость пиломатериалов была уточнена в сторону снижения на 37 тыс. р., или на 0,3%.

Таким образом, методика распределения затрат при агрегатной переработке древесины по видам продукции сводится к следующим основным положениям.

1. Себестоимость распределяется по трем видам продукции: пиломатериалы, щепа технологическая, опилки.

2. Применяется дифференцированный подход к распределению калькуляционных статей себестоимости: стоимости пиловочного сырья — с учетом его потребительной стоимости, затрат на обработку древесины — пропорционально объемам сырья, израсходованного на производство конкретного вида продукции.

3. Стоимость некондиционной щепы (отсева) переносится из состава себестоимости пиломатериалов в калькуляцию технологической щепы по статье Возвратные отходы.

4. Учитываются отдельно объемы щепы, полученной на рубительной машине из кусковых отходов и непосредственно с агрегата, для которых применяются различные нормы отсева щепы при сортировке.

5. Коэффициенты распределения затрат по обработке древесины рассчитываются на основе баланса сырья по двум переделам: на завершающей стадии обработки предмета труда и непосредственно при выходе с агрегата.

Предлагаемая методика при той же, что и на практике, последовательности расчета себестоимости (свод затрат, калькулирование себестоимости по видам продукции), позволит выполнять их более точно и в то же время без значительного увеличения трудоемкости.

ЛИТЕРАТУРА

[1]. Коккина И. В. Исследование эффективности размещения агрегатного оборудования по лесосырьевым зонам страны (на примере предприятий объединений Северолесозэкспорт, Кареллесозэкспорт и Красноярсклесозэкспорт); Дис. ... канд. экон. наук.— Л.: 1977.— 159 с. [2]. Сыропоршнева С. В. Распределение комплексных затрат на продукцию лесопиления при агрегатной переработке сырья.— В кн.: Перспективные направления использования сырья и совершенствования продукции в лесопилении. Архангельск, 1985, с. 100—103. (Науч. тр./ЦНИИМОД). [3]. Трусов А. Д. Совершенствование учета издержек производства в процессах переработки комплексного сырья.— М.: Финансы, 1977.— 142 с.

Поступила 24 июля 1986 г.

УДК 630*79

О СОВЕРШЕНСТВОВАНИИ РАСЧЕТА ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ МОЩНОСТЕЙ ЛЕСОЗАГОТОВИТЕЛЬНЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ

Н. С. ЛАЗАРЕВА

Московский лесотехнический институт

Существующая в лесозаготовительной отрасли практика расчетов производственной мощности предприятий имеет ряд недостатков. В инструкции по расчету мощности леспромхозов с понятием производственной мощности отождествляют расчетную лесосеку, площадь нижнего склада, сплавопропускную способность рек, обеспеченность жилищным фондом, что, на наш взгляд, неверно. Все эти факторы оказывают влияние на величину использования мощности, но их следует рассматривать как ограничения. Что касается определения мощности по ведущей фазе — вывозке древесины, то здесь установление производственной мощности целого предприятия по одному виду машин, хотя и ведущих, не отвечает принципу системного подхода и закону пропорциональности процесса производства. Определение фонда рабочего времени оборудования и его сменной производительности проблематично и не учитывает особенностей различных предприятий, конкретных условий производства. В расчете годовой мощности не предусматривается ввод и выбытие оборудования в течение года. Все это усложняет расчеты производственной мощности и не исключает субъективности в установлении ее величины.

Год — это период, за который обычно определяют производственную мощность. Поэтому возникает представление, что мощность изменяется ступенчато из года в год. Вместе с тем, динамический характер производственной мощности признан всеми, и рассчитывают ее на начало и конец года. Таким образом, признается моментный характер производственной мощности. Дискутируется вопрос, какое время (кален-

дарное или действительное) брать для расчета производственной мощности. Здесь смешиваются две совершенно различные характеристики: производственные возможности предприятия в единицу времени и возможный выпуск продукции за тот или иной период. Производственная способность на определенный момент — это способность не за квартал или год, а способность на 1 января, конец года или середину квартала. Возможный выпуск продукции можно определить за любую единицу времени: сутки, квартал, год.

Определение двух характеристик — производственной способности и возможности за конкретный период работы — отвечает принципу разделения интенсивных и экстенсивных показателей, как, например, разграничивается производительность труда часовая, дневная, месячная, годовая. Поэтому необходимо различать время: за которое устанавливается мощность (сутки, квартал, год), на которое она определяется и которое принимается для измерения мощности. В первой из этих характеристик не учитывается степень использования времени, и оно выступает лишь как измеритель, а во второй берется текущее время, учитываются перерывы в работе и производительность оказывается соответственно меньше.

Вопрос о фонде времени, принимаемом в расчет производственной мощности, имеет большое значение. Речь идет о том, нужна ли производственная способность в единицу времени как самостоятельная характеристика или мощность следует устанавливать по действительному фонду времени.

На наш взгляд, при определении производственной способности предприятия необходимо использовать обе характеристики. При этом возможный выпуск продукции, рассчитанный по действительному фонду времени, надо применять для планирования объема производства, а производственную способность в единицу времени — для выявления недостатков в организации средств труда и определения мероприятий по их устранению путем ликвидации диспропорций мощностей по фазам производства.

Определив зависимость мощности от времени, необходимо выяснить также зависимость ее от степени совершенства производства. Есть два уровня состояния производства — фактический и возможный. Фактический выражает достижения каждого производственного звена в области технологии, организации производства и труда, степень освоения техники, а возможный предполагает использование в производстве всех известных достижений науки, техники и передового опыта. Любой уровень, превышающий фактический, отобразит не фактическую, а какую-то будущую мощность. Поэтому мощность, рассчитанная не по среднему, а по среднепрогрессивному проценту выполнения норм, будет характеризовать производственную способность не на настоящий момент, а на тот, когда будет достигнут этот прогрессивный процент выполнения норм. В этом случае величина мощности является плановой. В ней должен найтись отбразжение не фактический и не возможный вообще, а плановый уровень состояния производства.

Важным моментом в расчете производственной мощности является выбор звена, по которому устанавливается мощность в целом. На наш взгляд, принимать ее нужно не по ведущему звену, а по оборудованию, которое обеспечивает равную пропускную способность на всех фазах производства.

Отмечая специфику лесозаготовительной отрасли, при расчете производственной мощности необходимо учитывать расположение лесосек и их характеристики, количество и вид лесозаготовительных бригад, бригад на вывозке древесины и на нижнем складе, а также режим их работы. Фактические производственные возможности леспромхоза

необходимо, по нашему мнению, устанавливать по суточному объему производства, так как по условиям лесозаготовок определять часовую или сменную производительность не всегда удается из-за больших расстояний вывозки, а более длительный период неприемлем в связи с непрерывными изменениями условий производства. При этом расчет надо вести по следующим операциям: заготовка древесины, погрузка, вывозка, выгрузка, раскряжевка, сортировка и штабелевка.

Производственная мощность определяется по следующим этапам: 1) анализ технологического процесса лесозаготовок и выделение основных звеньев, подлежащих расчету; 2) расчет пропускной способности каждого из выделенных звеньев; 3) установление производственной мощности леспромхоза в целом по производительности оборудования, обеспечивающего равную пропускную способность на всех фазах лесозаготовительного производства.

Мощность на каждой фазе, операции $M_{оп}$ рассчитывается по количеству и производительности лесозаготовительного оборудования, а также количеству и виду бригад по формуле:

$$M_{оп} = \sum_{i=1}^m NHK_{см} K_{т.г} K_{о.р} K_p \quad (i = \overline{1, m}),$$

где i — количество бригад на операции;
 N — списочное количество оборудования, закрепленное за бригадой;
 H — производительность оборудования в смену с учетом характеристики лесосырьевой базы и среднего для бригады процента выполнения норм;
 $K_{см}$ — фактический коэффициент сменности;
 $K_{т.г}$ — нормативный коэффициент технической готовности;
 $K_{о.р}$ — нормативный коэффициент использования оборудования на основных работах;
 K_p — нормативный коэффициент, учитывающий резервное оборудование.

Мощности по раскряжевке, сортировке и штабелевке рассчитывают без учета коэффициентов использования на основных работах и резервного оборудования.

Производственная мощность, найденная по приведенной формуле, фиксирует фактическую суточную мощность леспромхоза при существующей на момент расчета технологической схеме производственного процесса, достигнутой производительности труда и конкретных условиях производства. Расчет ее способствует выявлению «узких мест» в процессе производства, недостатков в организации его и дает объективную информацию о реальных возможностях леспромхоза в конкретный момент времени.

Однако изложенные расчеты мощности еще не дают достаточных оснований для утверждения производственной мощности леспромхоза, так как в течение года существенно изменяются не только условия лесозаготовок, но и производительность труда; может изменяться технология и организация производства. Это вызывает необходимость при планировании годовой мощности предприятия использовать не фактическую суточную мощность, рассчитанную на конкретную дату, а суточную плановую мощность исходя из средних за квартал условий производства, среднего планируемого процента выполнения норм, умноженную на планируемые для работы бригад в каждом квартале.

Подводя итог сказанному, необходимо подчеркнуть, что производственная мощность — показатель динамичный, поэтому следует четко разделять определение ее как моментной характеристики на конкретную

дату и планирование на определенный период. В связи с этим расчеты фактической и планируемой производственной мощности будут различаться, хотя они и ведутся на основе суточной мощности.

Поступила 30 мая 1986 г.

УДК 630*6

ПРИЗНАКИ ИСТОЩЕННОСТИ ЛЕСОСЫРЬЕВЫХ БАЗ

Г. Е. РОМАНОВ

ВНИИЛМ

В районах интенсивной лесозаготовки, включая считающиеся многолесными, заметно увеличилось число лесосырьевых баз (ЛСБ) с признаками истощенности. Основным, а чаще единственным выражением истощенности на практике является малый остаточный (т. е. до полного исчерпания эксплуатационных запасов) срок эксплуатации ЛСБ. В работе [3] было показано, что об истощенности нужно и можно судить и по ряду других признаков. Предложено выделить пять видов истощенности: ресурсную, породную, сортиментную, территориальную, эксплуатационную.

В данной статье приводятся количественные характеристики этих видов истощенности. Как было отмечено в [3], истощенность следует рассматривать в одних и тех же границах за весь период. Более стабильны границы сырьевых баз лесопунктов. Необходимость оценки истощенности по лесопунктам обусловлена и тем, что производственные мощности проектируются и рассчитываются по лесопунктам, а лесоводственно-таксационные характеристики ЛСБ, необходимые для анализа истощенности, не усредняются по лесопунктам, как по лесхозам.

В статье проанализированы данные двух лесопунктов Северного лесхоза ВЛПО Архангельсклеспром — Пермилловского и Озерского. Оба они осуществляют вывозку по автомобильным дорогам к Северной железной дороге МПС.

В табл. 1 приведено изменение таксационных показателей лесосырьевых баз за 19 лет (1964—1983 гг.). Эксплуатационный и ликвидный запасы на 1 га общей площади ЛСБ уменьшились за это время в Озерском лесопункте почти наполовину, а в Пермилловском на 2/3. Снижение общего запаса было меньше на 20...26 пунктов, что вполне естественно. Из граф 6—7 видно, что ту же картину, что и по запасам на 1 га, можно получить, пользуясь другими показателями — долями эксплуатационной площади в общей и эксплуатационного запаса в общем. Двадцать лет назад эксплуатационный запас составлял в обеих ЛСБ 85...93 % от общего. Ныне эта доля сократилась в Озерском лесопункте до 64 %, а в Пермилловском еще более — до 55 %.

Неэксплуатационные запасы на 1 га общей площади составили в начале периода 11,4 м³ в ЛСБ Озерского и 4 м³ ЛСБ Пермилловского лесопункта (разность граф 3 и 4). Ныне эти запасы увеличились до 19,6 и 16,1 м³ соответственно.

Доля ликвидна в эксплуатационном запасе практически не изменилась и осталась в обеих ЛСБ в пределах 88...90 %.

Показатели граф 3—7 табл. 1 свидетельствуют о происшедшей за двадцатилетие в обеих ЛСБ заметной ресурсной (общей) истощенности. При этом в Пермилловском лесопункте она в 1,5 раза сильнее.

В [3] было предложено различать породную истощенность, понимаемая под нею снижение доли основных (в данном регионе — хвойных) пород. В целом в рассматриваемых ЛСБ происходила смена хвойных по-

Таблица 1

Изменение таксационных показателей лесосырьевых баз за 19 лет

Лесопункт	Год	Запас на 1 га общей площади, м³			Доля			Средний объем хлыста, м³	Доля в лесосечном фонде			Среднее расстояние вывозки, км
		общий	эксплуатационный	ликвидный	эксплуатационной площади в общей	эксплуатационного запаса в общем	хвойных		из них сосны	10	11	
1	2											
Пермиловский	1964	62,0	58,0	52,0	0,46	0,93	0,29	9	3	30		
Изменение	1983	35,6	19,5	17,5	0,17	0,55	0,17	9	4	37		
То же, %		-26,4	-38,5	-34,5	-0,29	-0,38	-0,12	0	+1	+7		
Озерской	1964	76,1	64,7	56,7	0,47	0,85	0,24	9	2	21		
Изменение	1983	55,3	35,7	32,1	0,26	0,64	0,27	9	3	36		
То же, %		-20,8	-29,0	-24,6	-0,21	-0,21	+0,03	0	+1	+15		
		-27	-45	-43	-45	-25	+12			+71		

Таблица 2

Трудоёмкость лесозаготовок

Лесопункт	Трудоёмкость на 1000 м³ чел.-дл. по видам работ										
	Лесосечные					Лесотранспортные					
	основные	вспомогательные	подготовительные	итого	основные	вспомогательные	в том числе содержание жезле дорог	строительств союзных дорог	итого	10	11
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	
Пермиловский	196,7	116,1	6,2	319,0	43,9	101,4	41,7	19,4	164,7	483,7	
Озерской	116,7	68,2	16,3	201,2	23,0	63,9	20,4	18,8	105,7	306,9	
Превышение	+80,0	+47,9	-10,1	+117,8	+20,9	+37,5	+21,3	+0,6	59,0	176,8	
То же, %	+68,6	+70,2	-63,2	+ 58,5	+90,9	+58,7	+104,4	+3,2	+55,8	+57,6	

род лиственными. Но она почти не затронула эксплуатационных запасов, что видно из графы 9. Как и прежде, в лесосечном фонде 1980-х гг. 90 % хвойных пород, а доля сосны даже повысилась (графа 10). Это связано с неодинаковым распределением пород по территории ЛСБ.

Считается аксиомой, что средний объем хлыста снижается по мере освоения ЛСБ. Действительно, нередки случаи, когда спешат освоить наиболее крупнотоварную часть лесного массива. Это хорошо видно на примере Пермиловского лесопункта: средний объем хлыста уменьшился на 41 %. А вот в Озерском лесопункте этого не произошло. При послед-

довательном углублении в ЛСБ вполне возможна стабильность среднего объема хлыста и даже увеличение его.

Если средний объем хлыста в Озерском лесопункте был и остается на уровне типичного для Архангельской области, то в Пермилловском лесопункте видна явная эксплуатационная истощенность. Это прямо влияет на величину трудовых и денежных затрат на лесозаготовки. Из табл. 2 видно, что трудоемкость лесопроизводства в Пермилловском лесопункте на 176,8 чел.-дн, или в 1,5 раза выше, чем в Озерском.

Материалы табл. 1 и 2 убедительно, на наш взгляд, показывают, что ЛСБ Пермилловского лесопункта истощена больше, чем Озерского. Однако это лишь сравнительная оценка. Она не дает ответа на вопрос, являются ли обе эти ЛСБ (или хотя бы одна из них) истощенными.

А. И. Орлов [1] предлагает считать истощенными ЛСБ, где эксплуатационный запас на 1 га общей площади ниже 35 м³. С этой точки зрения ЛСБ Пермилловского лесопункта сильно истощена, а ЛСБ Озерского только вступает в фазу истощения (графа 4 табл. 1).

На практике считаются истощенными те ЛСБ, эксплуатационные запасы которых позволяют работать не более 10 лет. Посмотрим, каковы перспективы у рассматриваемых ЛСБ (применительно к 1983 г.). В табл. 3 (графа 3) определены вероятные сроки (перспективные). Они найдены делением остатка ликвиды в ЛСБ на утвержденную производственную мощность лесопункта. Как видим, эти сроки составляют соответственно 19 и 39 лет. Оба они, особенно по Озерскому лесопункту, свидетельствуют, казалось бы, о перспективности лесопунктов. Однако утвержденные мощности 80...82 тыс. м³ могут быть увеличены, и тогда перспективные сроки уменьшатся. Отсюда, по крайней мере, видно, что только одного перспективного срока недостаточно, чтобы уверенно говорить об истощенности.

Таблица 3

Возрастные характеристики лесосырьевых баз

Лесопункт	Срок, лет			Отношение сроков		Разность между оборотом рубки и общим сроком, лет
	прошедший	перспективный	общий	перспективного к общему	перспективного к прошедшему	
1	2	3	4	5	6	7
Пермилловский	35	19	54	0,35	0,54	46
Озерской	34	39	73	0,53	1,15	27

В работе [3] мы предлагали судить об истощенности по тому, какая часть первоначального запаса еще не вырублена. Очевидно, ЛСБ, где осталось не более 1/4...1/5 запаса, может считаться истощенной. Однако практически трудно найти данные о запасах ЛСБ, которые были 20...30 лет назад и более. Их можно взять в проектах лесозаготовительных предприятий (дорог). Но редко, когда к первоначальному запасу ничего не «прирезали» (или, напротив, не сократили его). В итоге определить этот показатель удалось лишь по считанному числу ЛСБ из 180...190 эксплуатируемых в Архангельсклеспроме.

Вместо сравнения оставшегося и первоначального запасов можно сравнить сроки эксплуатации лесосырьевых баз — перспективный и общий. Общий срок можно определить, складывая перспективный срок с уже прошедшим. Из табл. 3 видим, что Озерской лесопункт не проработал еще и половины общего срока (графы 5, 6). Но даже при малой мощности, проработав еще 40 лет, он не может стать постоянно действующим, так как «недоотягивает» до оборота рубки 27 лет (графа 7).

Если, хотя бы в самых общих чертах, исходить из того, что есть ЛСБ неистощенные, слабо-, средне- и сильноистощенные, то ЛСБ Озерского лесопункта можно отнести к неистощенным, но с начальными проявлениями истощенности. Напротив, ЛСБ Пермилловского лесопункта следует отнести к среднеистощенным на грани перехода к сильному истощению. В этом лесопункте истощенность наблюдается и в территориальной форме, т. е. в том, что в лесосечном фонде значительна доля осваиваемых недорубов. Об эксплуатационной истощенности этой ЛСБ говорилось выше.

Итак, приведенные в табл. 1—3 показатели позволяют заключить, что ЛСБ Пермилловского лесопункта истощена. Но как быть с перспективным сроком эксплуатации 19 лет? Он не противоречит выводу. Дело в том, что этот срок определен по заниженной производственной мощности. Ныне распространена «стратегия» снижения объемов лесозаготовок в истощенных ЛСБ задолго до их исчерпания. Это мотивируется стремлением продлить срок эксплуатации ЛСБ. Но если срок недостаточен для перевода лесосырьевой базы в постоянно действующую, нет большого смысла искусственно затягивать его.

Этот вопрос трудно решить в общем виде, но легко решить конкретно — для данной ЛСБ. Если неподвижные основные фонды — производственные и непроизводственные, прежде всего жилье — в хорошем состоянии и далеко недоамортизированы, есть смысл продлить срок эксплуатации, разворачивая одновременно с главным промежуточное и побочное лесопользование, лесовосстановление. Но если жилфонд и производственные объекты сильно изношены, правильнее не снижать объемы лесозаготовок, так как это ухудшит все экономические показатели, не принеся ничего взамен.

Недопустимо использовать истощенность как средство для обоснования снижения объемов лесозаготовок там, где это не диктуется экономическими соображениями. Имеется немало примеров (в Вологодской области, Карелии и др.), когда планы по вывозке устанавливаются леспромхозам со снижением от года к году ввиду истощенности, а леспромхозы перевыполняют эти планы. Слово «истощенность» привычно связано с убыванием запасов леса. Но ему близки по смыслу понятия старения, обветшания (основных фондов). Вероятно, можно говорить о «фондовой» истощенности ЛСБ. Так или иначе, но судьба ЛСБ решается с учетом обоих этих факторов. Если, например, запас близок к исчерпанию, а фонды дееспособны, предприятие можно трансформировать из лесозаготовительного в лесохозяйственное, и ЛСБ продолжит существование. Но если полностью обветшают основные фонды, то и при больших запасах лесосырьевая база перестанет быть таковой: в ней станут невозможны ни лесозаготовка, ни лесовосстановление.

Таким образом, анализ истощенности со стороны лесных ресурсов должен дополняться анализом состояния неподвижных основных фондов (в данной статье это не входило в задачу). Другой вывод состоит в том, что с наступлением истощенности (в привычном смысле слова) подтверждается положение, сформулированное в [2], что лесосырьевая база — это не только запас леса, но и условия для его эксплуатации и восстановления.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Орлов А. И. Совершенствовать учет ресурсов. — Лесн. пром-сть, 1983, № 11, с. 6—7. [2]. Романов Г. Е. Об экономическом содержании понятия лесосырьевой базы. — Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1984, № 4, с. 115—117. [3]. Романов Г. Е. О системе показателей истощенности лесосырьевых баз. — Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1985, № 2, с. 15—17.

КРАТКИЕ СООБЩЕНИЯ И ОБМЕН ОПЫТОМ

УДК 630*907 : 712.2.25

ПЫЛЕЗАДЕРЖИВАЮЩАЯ СПОСОБНОСТЬ
ГОРОДСКИХ ЗЕЛЕННЫХ НАСАЖДЕНИЙ

Ю. Г. МАЛЬКОВ

Марийский политехнический институт

Способность зеленых насаждений задерживать пыль, как одна из санитарно-гигиенических функций, связана с многими факторами, например, с концентрацией пыли в воздухе, метеорологическими условиями, видовым составом и структурой посадок ([1, 5] и др.). Противопылевой эффект различных конструкций насаждений и составляющих их древесно-кустарниковых пород неодинаков. В условиях городов Сибири этот вопрос остается пока недостаточно изученным.

Мы исследовали пылездерживающую способность зеленых насаждений Красноярска, для которого пылевое загрязнение воздуха характерно. Основное внимание уделяли паркам и многорядным посадкам, вклад которых в оздоровление среды считается наибольшим.

В основу исследований положен биофизический принцип изучения влияния леса на среду, разработанный В. В. Протопоповым [3]. Из биометрических показателей, характеризующих зеленые насаждения как биофизическую систему, определяли вертикальную и объемную сомкнутость полога, листовой индекс и др. Листовой индекс рассчитывали, умножая количество листьев на учетных средних деревьях участка без рубки на их площадь, найденную методом высечек. При этом были использованы методики Л. Е. Родина и др. [4], Л. К. Позднякова и др. [2]. В летний период с помощью пылеприемников (чашек Петри) собирали пыль, осевшую под пологом насаждений и на открытых участках. При максимальных снегозапасах с экспериментальных участков парков и вне их весовым снегомером также отбирали образцы снега на анализ количества аккумулируемой пыли. Экспериментальные участки заложены в насаждениях общего пользования с наиболее характерным для города составом и структурой посадок. При описании участков использованы методические приемы, общепринятые в лесоводстве, с учетом особенностей городских насаждений. Ниже приведена краткая характеристика объектов исследований.

1. Центральный парк культуры и отдыха им. М. Горького, площадь 13,7 га. В составе насаждений преобладает сосна обыкновенная (*Pinus silvestris* L.), средний возраст которой более 200 лет, высота 10...12 м, диаметр 24 см. Здесь также произрастают клен ясенелистный (*Acer negundo* L.), вяз мелколистный (*Ulmus pumila* L.), черемуха обыкновенная (*Padus racemosa* (Lam.) Gilib.) и некоторые другие виды (далее при повторении названия видов приведены в сокращении, без латыни). Насаждения размещены неравномерно, куртинами и био группами. Средняя сомкнутость полога 0,65.

2. Парк «Сибтяжмаш» занимает площадь 4,5 га. Образован участками с преобладанием на них чистых по составу посадок тополя бальзамического (*Populus balsamifera* L.), клена ясенелистного, черемухи обыкновенной, вяза мелколистного. Имеются отдельные био группы яблони сибирской (*Malus Pallasiana* Juz.). Возраст посадок 25...30 лет, высота 11 м, сомкнутость полога 0,8.

3. Парк автомобилистов площадью 9,4 га состоит из посадок тополя бальзамического и яблони сибирской, средний возраст которых 17 лет, высота 8 м, диаметр 16 см, сомкнутость полога 0,45. Кустарников нет.

4. Уличные посадки представлены тремя конструкциями: продуваемая — трехрядные посадки тополя бальзамического с кустарником и без кустарника, высотой 10 м, шириной 8 м; ажурная — 8-рядные посадки вяза мелколистного с сиренью обыкновенной (*Syringa vulgaris* L.) высотой 8 м, шириной 23 м; непродуваемая — 7-рядные посадки ели сибирской (*Picea obovata* Ldb.), березы повислой (*Betula pendula* Roth.), лиственницы сибирской (*Larix sibirica* Ldb.) высотой 10 м, шириной 8 м. Посадки расположены на улицах со средним и интенсивным движением автотранспорта по направлению преобладающих ветров и отделяют проезжую часть от тротуаров и ближайших домов.

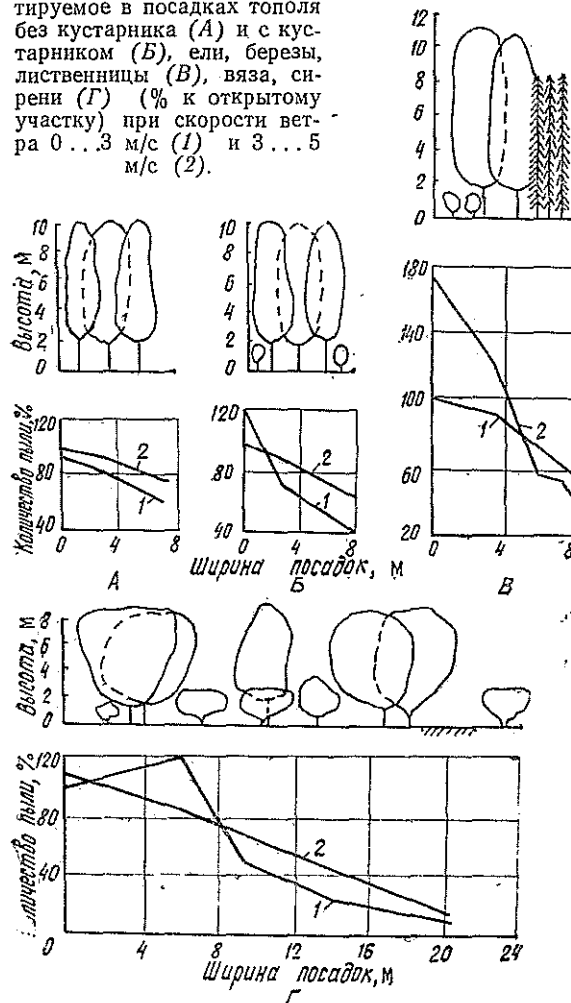
Результаты исследований показали неравномерное накопление пыли как в парках, так и на открытых участках вне парков. В зависимости от запасов снега и уровня загрязнения, ветрового режима, характера источников загрязнения и мощности выбросов колебания составили $\pm 40\%$ от среднего значения. В снеге под пологом насаждений в парках оседает пыли на 8...30% больше, чем на открытых участках. Мак-

Количество седиментируемой пыли в парках и на открытых участках вне парков в летний период*

Но- мер проб- ной пло- щади	Преобла- дающие породы	Сред- няя сомкну- тость полога	Ли- сто- вой ин- декс, га/га	Количество пыли			
				т/га		%	
				Насаждение	Открытый участок	Наса- жде- ние	От- кры- тый уча- сток
1	Сосна, клен	0,65	6	1,07 ± 0,10	1,78 ± 0,14	60	100
2	Тополь, клен, чере- муха	0,80	5	0,47 ± 0,05	0,81 ± 0,09	58	100
3	Тополь, яблоня	0,45	4	1,46 ± 0,15	1,88 ± 0,09	77	100
4**	Тополь, клен, чере- муха	0,80	5	0,88 ± 0,07	1,09 ± 0,01	81	100

* Пылеприемники устанавливали в числе 10...15 шт. на каждый участок в пятикратной повторности с продолжительностью одновременного отбора образцов пыли 8 ч. **При скорости ветра 3...6 м/с.

Количество пыли, седиментируемое в посадках тополя без кустарника (А) и с кустарником (Б), ели, березы, лиственницы (В), вяза, сирени (Г) (% к открытому участку) при скорости ветра 0...3 м/с (1) и 3...5 м/с (2).



симальное накопление пыли обнаружено в сомкнутых насаждениях парков: на 14... 38 % больше, чем на открытых участках. В разреженных насаждениях количество пыли меньше.

В летний период в пологе насаждений парков задерживается 19... 42 % пыли (см. табл.). Больше пыли улавливают смешанные, меньше — чистые по составу посадки. С повышением скорости ветра до 3... 6 м/с количество пыли, задерживаемой пологом, уменьшается. Это связано с проникновением пыли под полог с ветром через подкрановое пространство, а также в результате ее сдувания с листьев, ветвей, стволов деревьев. Среди парковых насаждений максимально задерживают пыль посадки клена сомкнутостью 0,95—56 %, тополя с сомкнутостью 0,72—51 %, а минимально — участки тополя сомкнутостью 0,25 и вяза сомкнутостью 0,20 — соответственно 12 и 14 % (от количества пыли, осевшей на открытых участках). Выявлено, что чем выше сомкнутость полога, тем меньше количество пыли оседает на поверхность почвы.

На основании множественного линейного регрессионного анализа достоверно установлена тесная зависимость количества пыли, задерживаемой пологом насаждений, от его листового индекса и объемной сомкнутости. С увеличением этих показателей повышается пылезадерживающая способность насаждений. Сомкнутые насаждения с листовым индексом 5... 6 га/га задерживают пыли в 2... 4 раза больше, чем насаждения с листовым индексом 3 га/га.

Установлено, что уличные посадки уменьшают количество пыли в зоне тротуара (см. рис.). Наибольшее количество ее оседает перед посадками в первых рядах, что говорит об их основной нагрузке при уменьшении количества пыли. В трехрядных посадках тополя продуваемой конструкции с приподнятыми и ажурными кронами без кустарника количество пыли, осевшей в зоне тротуара, было больше на 15... 30 %, чем в таких же по конструкции посадках, но с бордюром из кустарника высотой 1,3... 1,5 м у проезжей части. Это свидетельствует об эффективности кустарников в первых рядах посадок. Перед посадками ели, березы, лиственницы непродуваемой конструкции пыли оседает на 75 % больше, чем на открытом участке. Такие посадки действуют как экран, препятствуя проникновению пыли. В зоне тротуара ее количество уменьшается до 35... 47 %.

Наибольшая эффективность пылезадерживания отмечена у многорядных посадок вяза с сиренью шириной 18 м, ажурной конструкции. Посадки этой конструкции работают как фильтр, сначала пропуская пыль вместе с воздушным потоком, а затем осаждая ее.

При повышении скорости ветра от 3 до 5 м/с количество осевшей пыли за посадками увеличивается, что говорит о снижении их пылеулавливающей способности.

На территории, где основной задачей озеленения является достижение наибольшего пылезадерживающего эффекта, необходимо создавать сомкнутые посадки, с большей концентрацией листового фитомассы на единицу площади, непродуваемые или ажурные конструкции. Обрезать и стричь деревья надо лишь при особой необходимости. Предпочтение следует отдавать видам с компактными, плотными кронами и высокой степенью облиственности.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Подзоров Н. В. Пылезадерживающая роль насаждений.— Лесн. хоз-во, 1967, № 6, с. 39—40. [2]. Поздняков Л. К., Протопопов В. В., Горбатенко В. М. Биологическая продуктивность лесов Средней Сибири и Якутии.— Красноярск: Кн. изд-во, 1969.— 155 с. [3]. Протопопов В. В. Средообразующая роль темнохвойного леса.— Новосибирск: Наука, 1975.— 328 с. [4]. Родин Л. Е., Ремезов Н. П., Базилевич Н. И. Методические указания к изучению динамики и биологического круговорота в фитоценозах.— Л.: Наука, 1967.— 145 с. [5]. Смирнов И. А. Роль зеленых насаждений в борьбе с запыленностью воздуха.— В кн.: Озеленение сельских населенных пунктов. (Реф. докл. республ. совещ.). Алма-Ата: КазНИИЛХ, 1973, с. 110—112.

УДК 630*377.44

ОБОСНОВАНИЕ ПАРАМЕТРОВ БУРОВОЙ МАШИНЫ ДЛЯ ОСМОЛОЗАГОТОВОК

А. А. АНДРЕЕВ, А. И. АНДРЕЕВ-ТВЕРДОВ, В. М. НИКИФОРОВ

Московский лесотехнический институт

На осмолотавоготовительных предприятиях СССР пневый осмол заготавливают двумя способами: взрывным и механизированным. В настоящее время наметилась тенденция к применению механизированного метода извлечения пня [1]. Но все же большую часть пневого осмола (79 %) заготавливают взрывным способом. В соответствии с планами развития отрасли этот способ будет основным и в ближайшее десятилетие. Главным его недостаток — наличие трудоемких ручных операций, и в первую очередь — ручного

бурения шпуров. В этой связи актуальна задача по разработке и внедрению специализированной буровой машины для осмолзаготовок.

Буровые машины широко применяют при проведении геолого-разведочных работ, добыче угля и т. д. Но их нельзя использовать на осмолзаготовках.

Цель настоящей работы — обосновать параметры машины для бурения шпуров при взрывном способе заготовки осмола. Основные параметры установки для бурения шпуров: угол наклона к горизонту бурового инструмента, размеры породоразрушающего (бурового) инструмента (длина и диаметр), усилие подачи, частота вращения инструмента, потребный крутящий момент, мощность на бурение.

Оптимальное значение угла наклона бурового инструмента к горизонту γ лежит в пределах $40-50^\circ$. При меньших углах наклона грунтовая подушка имеет недостаточную толщину, снижается объем разрушения, значительная часть корней, в том числе и крупных, не попадает под действие взрыва. Бурение шпуров с большими углами к горизонту приводит лишь к неоправданному завышению их глубины и повышенному расходу взрывчатого вещества. В связи с этим для проектируемой буровой машины можно принять $\gamma = 45^\circ$.

Длина породоразрушающего инструмента l_n связана с длиной шпура $l_{ш}$ зависимостью

$$l_n \geq l_{ш}, \quad (1)$$

в свою очередь длину шпура найдем из условия совпадения центра заряда и вертикальной оси пня

$$l_{ш} = \frac{1}{\cos \gamma} (0,5D_n + a) + 0,5l_3, \quad (2)$$

где D_n — диаметр пня, мм;

a — расстояние от периферийной части пня до центра шпура, мм;

l_3 — длина заряда (200...400) мм.

На участках заготовки осмола в Восточной Сибири встречаются пни с диаметром до 900 мм.

Для извлечения части боковых корней, в которых содержится осмол, шпуры закладывают на некотором расстоянии $a = 150 \dots 300$ мм от периферии пня (большие значения соответствуют большим диаметрам пней).

Подставив формулу (2) в зависимость (1) и заменив переменные их максимальными значениями, получим $l_n \geq 1300$ мм.

Для взрыва пня диаметром 900 мм необходимо заложить около 2 кг взрывчатки (аммонита). Длина заряда не должна превышать $1/3$ длины шпура. Отсюда вместимость взрывчатого вещества в 1 м длины шпура должна быть около 5,0 кг (при $l_n = 1300$ мм). Такой вместимости соответствует диаметр шпура, равный 85 мм [3].

При взрывных работах на заготовке осмола часто используют связку из трех-четырех стандартных зарядов (свеч), диаметр которых равен 33 мм. Для того чтобы поместить такую связку в шпур, его диаметр также должен быть около 85 мм. Следовательно, целесообразно принять диаметр бура D_6 равным 85 мм.

Нагрузка на инструмент и частота его вращения определяют производительность буровой машины. Увеличение нагрузки ведет к снижению времени бурения, но одновременно возрастает объем разрушаемой породы, подлежащей удалению из скважины. Расчет продолжительности составляющих цикла показал, что скорость подачи инструмента должна быть не менее 60 мм/с. При этом обеспечивается эффективная по экономической оценке производительность — 300 шпуров в смену.

Как показали эксперименты, проведенные сотрудниками МЛТИ, такую скорость при диаметре бура 85 мм обеспечивает усилие подачи, равное 7...9 кН.

Частоту вращения шнека n найдем из условия удаления всего грунта из скважины, которое аналитически описывается неравенством:

$$K_p D_{ш}^2 V_n \leq K_{ш} (D_{ш}^2 - d^2) V_{ср}^*, \quad (3)$$

где $D_{ш}$ и d — диаметры шнека и внутренней трубы соответственно, мм ($D_{ш} \approx D_6 = 85$ мм; $d = 42$ мм);

K_p и $K_{ш}$ — коэффициенты разрыхления и полезного использования объема затрубного пространства (1,3 и 0,94);

V_n и $V_{ср}$ — скорости подачи инструмента и движения породы по скважине, мм/с.

Средняя скорость движения буровой мелочи по скважине $V_{ср}$ зависит от частоты вращения шнека n , шага шнека h (75 мм) и скорости подачи V_n :

$$V_{ср} = K_n (chn - V_n). \quad (4)$$

* При выводе формул (3) и (4) использовали исходные данные из литературного источника [2]. Там же приведены рекомендации по назначению коэффициентов K_p , $K_{ш}$, K_n и расчету $K_{ш}$.

Здесь K_N — коэффициент изменения скорости по ширине кольца щека (0,6);
 c — средний коэффициент проскальзывания (0,67).

Решая совместно выражения (3) и (4) относительно n , найдем:

$$n \geq \frac{V_n}{ch} \left\{ \frac{K_p}{K_N K_{ш} \left[1 - \left(\frac{d}{D_{ш}} \right)^2 \right]} + 1 \right\}. \quad (5)$$

Подставляя принятые значения параметров и коэффициентов в зависимость (5), получим $n = 4,85$ об/с (290 об/мин).

Потребный крутящий момент M на резание грунта найдем по формуле

$$M = \left[\frac{K h_n (D_6^2 - d^2)}{16 \cos \beta (\sin \beta - f_2 \cos \beta)} + \frac{(D_6^3 - d^3) f_2 l}{12 D_6 \sin \alpha} \right] \sigma Z, \quad (6)$$

где Z — число резцов в инструменте (2);

σ — предел прочности грунта на сжатие (10 МПа);

K — коэффициент хрупкости грунта (0,3);

f_2 — коэффициент трения (0,7);

l — износ лезвия по торцу (0,001 м);

β — угол скалывания (45°);

α — угол наклона режущей кромки (90°);

h_n — величина подачи инструмента на оборот, м

$$h_n = \frac{V_n}{1000n} \text{ м}. \quad (7)$$

Подставляя выражение (7) в формулу (6), для принятых значений параметров и коэффициентов найдем $M = 172$ Нм.

С учетом затрат энергии на трение щека о грунт и удаление грунта из скважины, принимаем момент на бурение $M_6 = 250$ Нм. Необходимая для бурения мощность на двигателе

$$N = \frac{2\pi M_6 n K_N}{\eta} 10^{-3} \text{ кВт}. \quad (8)$$

Здесь K_N — коэффициент резерва мощности (1,5);

η — коэффициент полезного действия силовой передачи (0,7).

На основании проведенного расчета параметров произведем выбор базового шасси буровой самоходной машины для осмолозаготовок.

Участки осмолозаготовок характеризуются значительной полнотой подроста, грунтами с низкой несущей способностью, разбросанностью предмета труда. Поэтому в качестве базовой машины целесообразно выбрать колесный трактор Т-40АМ высокой проходимости, который отличается маневренностью, легкостью управления, удобством обслуживания. Преимущество этого трактора — использование двигателя воздушного охлаждения в качестве силовой установки. Из всех существующих трактор Т-40АМ в наибольшей степени соответствует требованиям по мощности и крутящему моменту.

Наличие бокового и заднего валов отбора мощности позволяет конструктивно просто обеспечить привод бурового инструмента. Этот трактор широко применяют на осмолозаготовках (машины ТПО-5, ЛТ-176А), вследствие чего он имеет ремонтную базу, для работы на нем в отрасли подготовлены специалисты.

Расчетные параметры буровой машины для осмолозаготовок: угол наклона бурового инструмента к горизонту 45° ; длина рабочей части бурового инструмента 1300 мм; усилие подачи бурового инструмента 7 кН; частота вращения щека 4,85 об/с; крутящий момент на бурение 250 Нм; мощность на бурение (на двигателе) 16,3 кВт.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Новоселов Ю. М. Механизация осмолозаготовок. — М.: Лесн. пром-сть, 1984. — 232 с. [2]. Перетолчин В. А. Вращательное бурение скважин на карьерах. — М.: Недра, 1975. — 128 с. [3]. Шалаев С. Р., Паюсов С. А., Новоселов Ю. М. Организация взрывных работ в лесной промышленности: Справочник. — М.: Лесн. пром-сть, 1977. — 105 с.

УДК 630*36(088.8)

РАЦИОНАЛЬНАЯ ФОРМА СОБИРАЮЩИХ ЗУБЬЕВ ПОДБОРЩИКОВ ЛЕСОСЕЧНЫХ ОТХОДОВ

В. Г. КОЧЕГАРОВ, В. В. САБОВ, Ю. Ф. КИЧКИН

Ленинградская лесотехническая академия
Ухтинский индустриальный институт
Марийский политехнический институт

Очистка лесосек — одна из трудоемких операций лесозаготовительного процесса и важнейшее лесохозяйственное мероприятие. До недавнего времени она осуществлялась вручную, на что затрачивалось в целом по стране около 100 млн р. в год [2]. Применение подборщиков лесосечных отходов дало возможность повысить производительность труда на очистке лесосек в 10...15 раз и сократить денежные затраты в 3...4 раза [3].

Собирающие зубья серийно выпускаемых подборщиков лесосечных отходов состоят из прямых рычагов 1 (рис. 1), шарнирно подвешенных к базовой машине (тракторам ТДТ-55 или ТТ-4), и криволинейных зубьев 2, жестко присоединенных к рычагам 1.

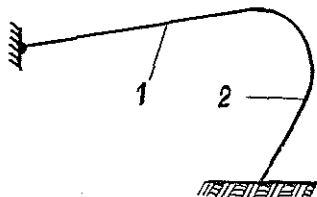


Рис. 1. Форма собирающих зубьев подборщиков лесосечных отходов.

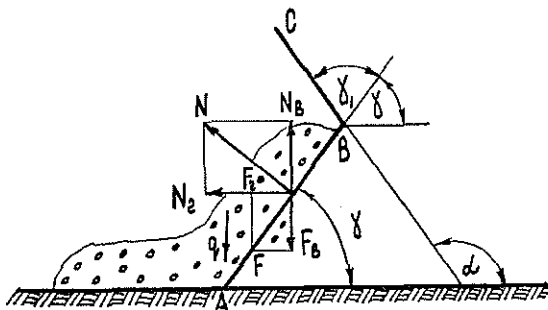


Рис. 2. Схема сил, действующих на сучья со стороны зубьев.

Недостатком конструкции зубьев 2 является трудоемкость изготовления (зубья — коробчатого сечения, состоят из четырех пластин криволинейной формы, вырезаемых газорезкой из листовой стали и свариваемых электросваркой) и высокая их себестоимость.

Один из путей уменьшения трудоемкости изготовления зубьев — замена их криволинейной формы на прямолинейную [1]. Такая замена возможна.

Исследованиями [3] установлено, что движение сучьев при их сборе сучкоуборочными машинами может осуществляться двумя способами: свертыванием (рациональный способ) и смещением.

Сбор сучьев первым способом состоит из двух движений: первоначального подъема слоя (порции) сучьев по зубьям вверх и последующего заворачивания его «в рулон».

Рассмотрим механическую сущность воздействия прямых зубьев *AB* на сучья.

Схема сил, действующих на сучья со стороны зубьев в начальный момент их сбора, показана на рис. 2, где *N* — сила нормального давления зубьев на сучья; $F = Nf$ — сила трения сучьев о зубья ($f = 0,2 \dots 0,4$ [2] — коэффициент трения сучьев о зубья); N_1, F_1, N_2, F_2 — горизонтальные и вертикальные составляющие сил *N* и *F*; *q* — сила тяжести слоя сучьев.

Из анализа этой схемы сил следует, что подъем сучьев по зубьям возможен при соблюдении неравенства

$$N_2 > F_2 + q, \tag{1}$$

в котором силы

$$N_2 = N \cos \gamma, \tag{2}$$

$$F_B = F \sin \gamma = Nf \sin \gamma, \quad (3)$$

где γ — угол наклона зубьев к поверхности почвы.

Пренебрегая при некотором допущении силой q , ввиду ее незначительной величины, и решая совместно выражения (1)–(3), находим значение угла:

$$\gamma \leq \arctg \frac{1}{f}, \quad (4)$$

обеспечивающего движение сучьев по зубьям вверх.

Второе движение — заворачивание слоя сучьев — можно достичь приданием верхней части зубьев также вида прямой BC , расположенной под углом α к поверхности почвы.

Значение угла α можно определить исходя из следующих соображений. При движении зубьев слой сучьев, достигнув прямой BC , сначала под действием сил инерции скользит по ней, а затем под действием сил тяжести падает вниз. Следовательно, этот процесс также можно разделить на два движения — первоначальный подъем сучьев по прямой BC и последующее их падение. Рассматривая прямую BC как прямую AB и проводя аналогичные исследования воздействия прямой BC на сучья, находим, что подъем слоя сучьев по прямой BC возможен при значении угла $\gamma_1 \leq \gamma$ (рис. 2). Зная величины углов γ и γ_1 , согласно рис. 2, имеем:

$$\alpha \leq \gamma_1 + \gamma$$

или при $\gamma_1 = \gamma$

$$\alpha = 2\gamma. \quad (5)$$

Полученная форма собирающих зубьев, состоящая из двух рычагов — AB и BC (рис. 3), обеспечивает возможность движения сучьев при их сборе способом свертывания и сокращает трудоемкость изготовления зубьев (прямые рычаги AB и BC можно делать из профильного материала — швеллера, двутавра, труб и др.). Все это дает значительный экономический эффект.

Формулы (4) и (5) пригодны для рабочих органов машин, производящих сбор другого материала (например грунта, сена, соломы и др.), с заменой коэффициента трения сучьев о зубья на коэффициент трения материала о рабочий орган.

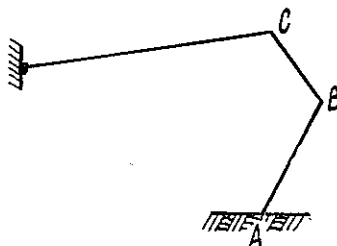


Рис. 3. Рациональная форма собирающих зубьев.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. А. с. 1050607 (СССР). Устройство для сбора лесосечных отходов/ Ю. Ф. Кичкин.— Оpubл. в Б. И., 1983, № 40. [2]. Виногоров Г. К. Очистка лесосек в современном аспекте.— Тр./ЦНИИМЭ, 1969, № 96, с. 3—38. [3]. Желтов Е. М. Исследование рабочих органов машин для очистки лесосек. Дис. . . канд. техн. наук.— М., 1965.— 166 с.

УДК 674.05

УСИЛИЯ НА НОЖАХ ТОРЦОВО-КОНИЧЕСКИХ ФРЕЗ ДЛЯ ОКАНТОВКИ БРЕВЕН

Н. И. ТИМОФЕЕВ

Таджикский сельскохозяйственный институт

При фрезеровании бревен с получением одновременно технологической щепы рядом с многоножевыми торцовыми фрезами с короткими двухлезвийными ножами [1] применяют также малоножевые торцово-конические фрезы с ножами, имеющими основное наклонное лезвие, рубящее щепу, и короткое зачистное, формирующее пластъ бруса.

Схема обработки бревен такими фрезами изображена на рисунке. Здесь процесс образования элементов щепы при фрезеровании аналогичен процессу в барабанных рубильных машинах при подаче измельчаемого материала под острым углом к оси барабана. Специфичны только условия среза щепы участком ножа в области, грани-

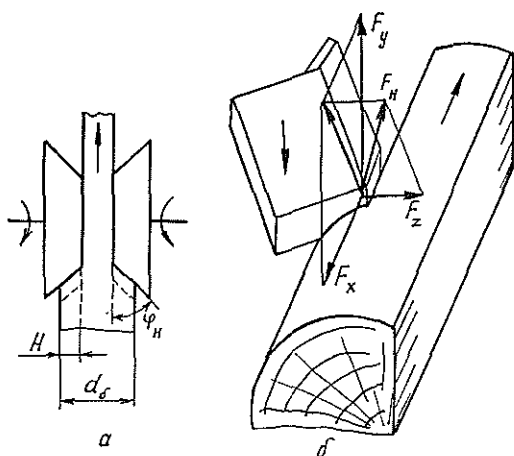


Схема торцово-конического фрезерования бревен мало-ножевыми фрезами.

a — обработка двухкантного бруса; *b* — схема сил на ноже фрезы.

чащей с зачистным лезвием. Передняя грань этого лезвия воздействует на отрезаемый слой древесины в направлении, перпендикулярном оси бревна, в то время как усилия со стороны основного лезвия направлены вдоль оси. Особенность деформирования срезаемого слоя, обусловленная одновременным действием двух лезвий, проявляется только при измельчении слоя древесины относительно малой толщины (при подаче на нож 15...20 мм толщина слоя H до 10 мм), когда стружка срезается в виде ленточки. С ростом толщины измельчаемого слоя влияние на процесс стружкообразования зачистного лезвия уменьшается и элементы щепы образуются скалыванием или расслоением. При расчетах величину усилия на ноже условно можно принимать пропорциональной длине его режущей части. Тогда касательное усилие на ноже

$$F_t = p_{уд} l_p \quad (1)$$

где $p_{уд}$ — удельная сила резания, Н/мм;
 l_p — длина режущей части ножа, мм;

$$l_p = \frac{H}{\sin \varphi_n}$$

Здесь H — толщина измельчаемого слоя, мм;
 φ_n — угол наклона ножа.

Удельная сила резания

$$p_{уд} = \left(20 + \frac{100}{l_p} \right) K_l K_\psi K_\phi K_\delta K_\alpha K_w K_p K_n \quad (2)$$

где K_l, K_ψ, \dots, K_n — поправочные коэффициенты, учитывающие влияние режимных факторов фрезерования на усилие резания.

Значения коэффициентов были определены экспериментально на лабораторной установке для следующих условий: длина щепы, равная величине подачи на нож, $l_{щ} = U_z$ — от 5 до 25 мм; угол встречи ψ — от 30 до 100°; угол наклона ножа φ_n — от 20 до 50°; угол резания на основном лезвии δ_n — от 30 до 50°; задний угол резания α_n — от 2 до 10°; влажность древесины W — от 15 до 80 %; порода древесины — сосна, ель, береза.

Углы резания δ_c и α_c на зачистном лезвии взаимосвязаны с углами основного лезвия зависимостями

$$\delta_c = \arctg (\tg \delta_n \cos \varphi_n); \quad (3)$$

$$\alpha_c = \arctg (\tg \alpha_n \cos \varphi_n). \quad (4)$$

Опыты проводили при измельчении слоя древесины толщиной до 40 мм. Значения коэффициентов K_l, K_ψ, \dots, K_n приведены в табл. 1—7.

Таблица 1

Длина щепы $l_{щ}$, мм	10	15	20	25
Коэффициент K_l	0,8	0,9	1,0	1,1

Таблица 2

Угол встречи ψ , град	30	50	70	90
Коэффициент K_{ψ}	0,4	0,6	1,0	1,4

Таблица 3

Угол наклона φ_n , град	20	30	40	50
Коэффициент K_{φ}	0,85	1,10	1,40	1,70

Таблица 4

Угол резания δ_n , град	30	35	40	45
Коэффициент K_{δ}	0,8	1,0	1,2	1,4

Таблица 5

Задний угол α_n , град	3	5	8	10
Коэффициент K_{α}	1,15	1,00	0,90	0,90

Таблица 6

Влажность древесины W , %	20	40	60	80
Коэффициент K_W	1,2	1,1	1,0	1,0

Для острых ножей $K_p = 1$, для затупленных $K_p = 1,3^*$. Влияние породы древесины учитывается коэффициентами K_n : для сосны, ели, березы соответственно K_n равен 1,0; 0,9; 1,1.

Опыты также проводили без зачистного лезвия на ноже. Заметного влияния его на величину касательного усилия F_t при большой толщине измельчаемого слоя древесины не обнаружено. Обрабатываемая плоть формировалась скалыванием элементов щепы и отличалась большими неровностями и ворсисостью. Неблагоприятные условия резания на конце ножа приводили к его разогреву и засинению лезвия, чего не наблюдалось при наличии зачистного лезвия.

Сила резания на ноже значительно изменяется как по длине обрабатываемого бревна из-за переменной толщины измельчаемого слоя, так и в пределах дуги контакта ножа с древесиной.

Наибольшее значение сила резания принимает при максимальных углах встречи и наличии сучков и косослоя в зоне резания. При этом удельное усилие в пределах размеров перерезываемого сучка увеличивается в 2...3 раза по сравнению с усилием для участков, где нет сучков.

Таблица 7

Угол встречи ψ , град	Коэффициент	
	n	m
60	0,60	0,75
70	0,50	0,85
80	0,40	0,95
90	0,25	1,00
100	0	1,02

Относительная величина составляющих силы резания по координатным осям (см. рис.) зависит от сочетания значений ψ , φ_n , δ , u_z , α_z и соотношения рабочих длин лезвий ножа, находящихся в момент реза в контакте с древесиной. Значения составляющих F_x и F_y можно определить ориентировочно, учитывая коэффициенты n и m , найденные по экспериментальным данным для наиболее характерных условий фрезерования ($u_z = 15...20$ мм; $\delta = 30...35^\circ$; $\varphi_n = 30...35^\circ$; $\alpha_n = 5...6^\circ$) в зависимости от углов встречи ψ [3]:

$$F_x = nF_t; \quad F_y = mF_t. \quad (5)$$

При тех же условиях и $\psi = 60...70^\circ$ осевая составляющая $F_z = (0,3...0,4) F_t$ и уменьшалась до значений $F_z = (0,1...0,05) F_t$ со снижением углов зазора на лезвиях α_z до $1...2^\circ$, увеличением углов резания δ до 50° и уменьшением углов встречи ψ до 30° .

* Принято по аналогии с рубительными машинами.

Следовательно, при необходимости уменьшить осевую составляющую силы резания на фрезе следует снижать значения задних углов резания на лезвиях до предельно возможных по условиям подачи бревна и работать с малыми углами встречи.

Найденное по [1] значение силы на ноже используют при расчетах мгновенных крутящих моментов на фрезе, при анализе вопросов прочности ножей и фрез, а также вопросов вибрации инструмента и обрабатываемых бревен.

При определении мощностных затрат на фрезерование предпочтительнее пользоваться методом расчета по удельным энергозатратам [2]. Удельную работу резания $a_{ср}$, Дж/см³, находили по средней величине удельной силы $p_{уд. ср}$:

$$a_{ср} = \frac{P_{уд. ср}}{u_z \sin \psi_{ср} \sin \varphi_H}, \quad (6)$$

где $p_{уд. ср}$ — удельное среднее усилие в пределах дуги контакта для точки ножа, расположенной на радиусе $R_{ср}$:

$$R_{ср} = R_{min} + 0,4H \operatorname{ctg} \varphi_H.$$

Здесь R_{min} — минимальный радиус резания на рубящем лезвии.

Значение $p_{уд. ср}$ определяли с учетом коэффициента K_ψ для среднего угла встречи $\psi_{ср}$

$$\psi_{ср} = \arccos \frac{2H_n - d_6}{2R_{ср}},$$

где d_6 — диаметр бревна в данном сечении, мм;

H_n — расстояние от оси фрезы до опорного лотка.

Определяют значения крутящего момента на фрезе M_ϕ , Нм, и мощности на фрезерование P , кВт, при обработке бревен заданных размеров [2]:

$$M_\phi = 15,9 \cdot 10^{-5} a_{ср} A u_{об}; \quad (7)$$

$$P = 16,7 \cdot 10^{-9} a_{ср} A u_{об} n_\phi. \quad (8)$$

Здесь A — площадь поперечного сечения измельчаемого слоя на бревне, мм²;

$u_{об} = u_z Z$ — подача бревна на один оборот фрезы, имеющей Z ножей, мм;

n_ϕ — частота вращения фрезы, мин⁻¹.

В случае обработки бревен с измельчением слоя H малой величины (до 10 мм) рекомендуется при силовых расчетах использовать методику, приведенную в работе [1], так как при этом характер стружкообразования специфичен, стружка срезается в основном, в виде ленточки с последующим разламыванием ее на отдельные элементы, а фреза работает как торцовая.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Тимофеев Н. И. Усилия на ножах торцовых фрез для окантовки бревен.— Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1985, № 3, с. 123—125. [2]. Тимофеев Н. И. К расчету мощности на фрезерование бревен торцовыми фрезами.— Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1985, № 2, с. 50—54. [3]. Тимофеев Н. И. Исследование инструмента дискового типа для получения технологической щепы при окантовке бревен фрезерованием: Дис. . . канд. техн. наук.— Львов, 1971.— 182 с.

УДК 621.316 : 658.26 : 676.011

МОДЕЛИРОВАНИЕ РЕЖИМОВ ЭЛЕКТРОПОТРЕБЛЕНИЯ ПРЕДПРИЯТИЙ ЦЕЛЛЮЛОЗНО-БУМАЖНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

П. И. ПОТЕРЯЕВ

Архангельский лесотехнический институт

Графики электрических нагрузок — следствие действия множества социально-экономических, производственно-технических и экологических факторов, которые принято считать реализациями случайных процессов.

Один из эффективных способов исследования случайных процессов — их моделирование. При построении моделей стохастических процессов в работе [1] предложено расчленять их с последующим синтезом на сумму трех составляющих, выделяя, во-

первых, детермированный (неслучайный) тренд $m_x(t)$, во-вторых, периодическую составляющую $P_n = \sum_i \varphi_i(t)$ и, в-третьих, случайный «остаток» $\sum_j \varepsilon_j(t)$:

$$x(t) = m_x(t) + \sum_i^n \varphi_i(t) + \sum_j^m \varepsilon_j(t), \quad (1)$$

где $x(t)$ — исследуемый или моделируемый процесс;
 $m_x(t)$ — среднее значение процесса;
 $\varphi_i(t)$ — координатные (неслучайные) функции;
 ε_j — случайная величина с нулевым математическим ожиданием.

Модели графиков электрических нагрузок применяют при проектировании систем электроснабжения для нахождения расчетных нагрузок элементов этих систем и построения их оптимальной структуры. Другая область использования моделей режимов электропотребления — задача оптимизации функционирования региональных электроэнергетических систем.

При проектировании систем электроснабжения предприятий зачастую довольствуются знанием математического ожидания нагрузок некоторых групп электроприемников (обычно в форме коэффициента использования номинальной мощности K_M), в то время как дисперсионные характеристики фактически не находят места в расчетных соотношениях. Например, в широко используемом методе упорядоченных диаграмм расчетную нагрузку P_p определяют по соотношению [4]:

$$P_p = K_M P_c. \quad (2)$$

Здесь K_M — коэффициент максимума;
 P_c — средняя нагрузка;

$$K_M = f(n, K_n);$$

$$P_c = K_n P_n,$$

где P_n — номинальная установленная мощность группы электроприемников.

При получении соотношений статистического метода [3], на первый взгляд, использована дисперсионная характеристика, однако в конечных соотношениях эта характеристика оказалась «подменной» числом эквивалентных электроприемников n .

Достаточно продуктивный подход к реализации соотношения (1) — гармонический анализ, в частности, представление процессов в виде ряда Фурье [2]:

$$x(t) = A_0/2 + \sum_{k=1}^{\infty} (A_k \cos \omega_k t + B_k \sin \omega_k t). \quad (3)$$

Здесь $\omega_k = \frac{2\pi k}{T}$ — частота k -той гармоники;

$$A_0/2 = m_x = \frac{1}{T} \int_{-T/2}^{T/2} x(t) dt;$$

$$A_k = \frac{2}{T} \int_{-T/2}^{T/2} x(t) \cos \omega_k t dt;$$

$$B_k = \frac{2}{T} \int_{-T/2}^{T/2} x(t) \sin \omega_k t dt.$$

В этих формулах обозначено:

$A_0/2$ — постоянная составляющая процесса;
 T — основной период разложения ($k = 1$).

Если (3) переписать в виде

$$x(t) = \sum_{k=0}^m C_k \cos(\omega_k t - \psi_k), \quad (4)$$

где m — число гармоник разложения; $\psi_k = \arctg A_k/B_k$,

то оценка дисперсии

$$D_p = \sigma_p^2 = \frac{1}{2} \sum_{k=1}^m C_k^2 \quad (5)$$

где σ_p — среднее квадратичное отклонение (СКО).

Следовательно, выражение (4) позволяет получить не только модель процесса, в которой случайными величинами можно считать начальные фазы и амплитуды гармоник, но и спектральную характеристику дисперсии процесса.

При изучении режимов электропотребления предприятий целлюлозно-бумажной промышленности (ЦБП) разложены по Фурье два рода графиков электрических нагрузок (ГЭН): суточные — с часовым усреднением по замерам «режимного дня» — и сменные — с получасовым усреднением. Кроме того, из сменных графиков получены ряды значений нагрузок длительностью более, чем суточные.

С целью уточнения имеющихся коэффициентов использования $K_{\text{п}}$ и спроса $K_{\text{с}}$, получения отсутствующих дисперсионных характеристик процессов электропотребления и разработки моделей режимов электропотребления исследовано несколько сотен сменных ГЭН, относящихся к производствам варки, отбелки, сушки целлюлозы, подготовки сырья и др.

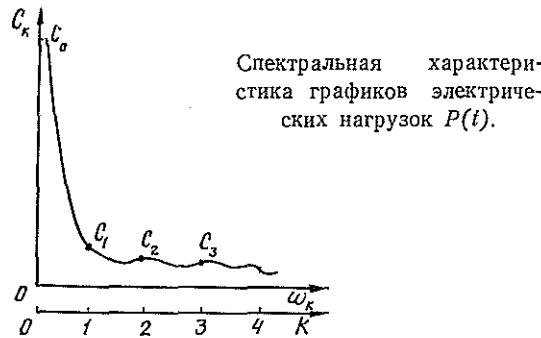
Согласно проведенным исследованиям, можно сделать выводы:

1) коэффициенты использования групп электроприемников ЦБП варьируют от 0,25 до 0,50;

2) коэффициенты вариации ($v = \sigma_p / P_{\text{с}}$, σ_p — СКО) оценивают величиной от 4...5 до 25...50 %;

3) спектральные характеристики этих величин достаточно устойчивы, а именно: если за единицу принять постоянную составляющую, то амплитуды каждой из гармонических составляющих не превышает 5...7 %.

Если разложение представить непрерывным, то оно имеет вид, изображенный на рисунке.



На основании приведенных результатов можно рекомендовать модель графика электрических нагрузок в виде суммы постоянной составляющей ($P_{\text{с}} = K_{\text{п}} P_{\text{уст}}$) и нескольких (до 10) гармонических с постоянной амплитудой $P_{\text{г}} = (0,05 \dots 0,15) P_0$ и «случайной» начальной фазой ψ_k

$$P(t) = P_0 + P_{\text{г}} \sum_{k=1}^m \cos(\omega_k t - \psi_k), \quad (6)$$

где

$$P_{\text{г}} = \sigma_p \sqrt{2/m}. \quad (7)$$

Здесь m — число гармонических составляющих.

$$\psi_k = U_k 2\pi,$$

где U_k — квазислучайное число, равномерно распределенное на отрезке 0—1.

Получаемые по выражению (6) смоделированные графики статистически эквивалентны исходным графикам.

В таблице приведен суточный график электрических нагрузок ЦБК, полученный в течение «режимного дня», а также синтезируемые по моделям ряды-графики нагрузок: «восстановление» по коэффициентам Фурье исходного графика и модели графика по выражениям (6) и (8):

$$P(t) = P_0 + U_t \sigma_p. \quad (8)$$

Здесь U_t — квазислучайное нормально распределенное число с нулевым средним и единичным средним квадратичным отклонением.

Астрономическое время суток, ч	Экспериментальный график электрических нагрузок ЦБК, тыс. кВт	Модели графика, тыс. кВт, по		
		ряду Фурье	выражению (6)	выражению (8)
1	154,9	154,89	148,09	142,70
2	140,8	140,80	145,89	143,60
3	149,1	149,09	146,99	130,30
4	131,0	130,99	142,09	144,55
5	136,2	136,20	124,92	130,90
6	145,3	145,31	152,41	141,20
7	147,3	147,29	143,47	152,20
8	131,5	131,49	147,91	142,20
9	138,6	138,60	140,13	140,70
10	131,7	131,69	138,66	142,30
11	139,7	139,70	131,29	130,50
12	129,0	128,99	139,91	148,40
13	138,8	138,82	133,79	140,20
14	136,8	136,79	138,37	138,20
15	141,1	141,10	135,11	131,80
16	126,4	126,37	145,04	133,90
17	143,1	143,16	143,78	138,50
18	141,1	141,03	130,67	133,70
19	131,4	131,45	143,31	141,80
20	148,5	148,50	139,69	131,10
21	143,1	145,10	130,00	152,00
22	140,8	140,75	132,21	147,90
23	135,1	135,12	139,60	139,70
24	136,5	136,47	135,11	138,90
P_0	139,2	139,20	139,00	139,50
ε_p	6,77	6,77	6,77	6,57

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Венсель В. В. Интегральная регрессия и корреляция: статистическое моделирование рядов динамики.— М.: Финансы и статистика, 1983.— 223 с. [2]. Кобринский Н. Е. Информационные фильтры в экономике.— М.: Статистика, 1978.— 287 с. [3]. Федоров А. А., Каменева В. В. Основы электроснабжения промышленных предприятий.— М.: Энергия, 1979.— 408 с. [4]. Электрические нагрузки промышленных предприятий/ С. Д. Волобринский, Т. М. Каялов, П. Н. Клейн, Б. С. Мешель.— Л.: Энергия, 1971.— 264 с.

ИСТОРИЯ НАУКИ

УДК 06.091.5

ОТДЕЛЕНИЮ ЛЕСОВОДСТВА
И АГРОЛЕСОМЕЛИОРАЦИИ ВАСХНИЛ — 30 ЛЕТ

В 1956 г. во Всесоюзной академии сельскохозяйственных наук имени В. И. Ленина было создано Отделение лесоводства и агролесомелиорации, которое в течение 30 лет координирует исследования в этой отрасли знания. В состав Отделения тогда вошли избранные общим собранием Академии академики И. С. Мелехов, А. С. Яблоков, почетный академик Н. И. Сус, члены-корреспонденты А. В. Альбенский, Н. П. Анучин, А. Д. Букштынов, С. С. Пятницкий.

В дальнейшем членами-корреспондентами ВАСХНИЛ по этому Отделению были избраны В. Г. Нестеров (1958 г.), В. Н. Виноградов (1970 г.), Г. П. Озолин (1972 г.), Н. И. Казимиров (1975 г.), М. И. Долгилевич (1978 г.), Е. С. Павловский (1978 г.), Н. А. Моисеев (1985 г.). В 1966 г. академиками ВАСХНИЛ избраны Н. П. Анучин, в 1973 г. — В. Н. Виноградов.

До организации Отделения с 1935 г. по 1940 г. в составе ВАСХНИЛ активно работал акад. Г. Н. Высоцкий.

В разное время Отделением руководили академики-секретари: академик А. С. Яблоков (1956—1961 гг.), член-корреспондент Н. П. Анучин (1961—1966 гг.), академик И. С. Мелехов (1966—1971 гг.), исполнял обязанности академика-секретаря член-корреспондент А. Д. Букштынов (1971—1973 гг.).

С 1973 г. Отделение возглавляет академик В. Н. Виноградов.

В настоящее время в состав Отделения лесоводства и агролесомелиорации входят академики В. Н. Виноградов и И. С. Мелехов, члены-корреспонденты А. Д. Букштынов, М. И. Долгилевич, Н. И. Казимиров, Н. А. Моисеев, Г. П. Озолин, Е. С. Павловский. В состав бюро Отделения входят также ответственные представители различных министерств и ведомств. Это способствует скорейшей реализации решений Отделения, внедрению научных достижений в практику.

В Отделении функционируют постоянно действующие секции и комиссии: секции лесоведения и лесоводства; защитного лесоразведения; экономики и организации лесного хозяйства и защитного лесоразведения; комиссии полезного лесоразведения на равнинных и склоновых землях; комплексного освоения песков и лесомелиорации аридных пастбищ; селекции, интродукции и семеноводства; агролесомелиоративного устройства и ведения хозяйства в защитных лесных насаждениях; по лесоводству; использованию леса как фактора окружающей среды; организации лесного хозяйства и устройству насаждений; вопросам экономики и управления лесным хозяйством; рационального использования пищевых и лекарственных ресурсов леса.

На годичных собраниях Отделения, заседаниях его бюро, секций и комиссий рассматриваются актуальные вопросы лесохозяйственной и агролесомелиоративной науки.

Годичные общие собрания академиков и членов-корреспондентов посвящены рассмотрению итогов работы Отделения за год или пятилетку в целом и наиболее важных вопросов отраслевой науки. За последние годы были заслушаны следующие доклады: «Лес и современные проблемы экологии», «Агролесомелиорация и экологическое равновесие», «Многоцелевое использование лесов», «Влияние промышленных выбросов на лесные экосистемы», «Ведение хозяйства в защитных лесных насаждениях, колхозных и совхозных лесах», «Системы мероприятий по воспроизводству лесных ресурсов на зонально-типологической основе», «Использование космической фотонформации при изучении и комплексном освоении песков юго-востока европейской части страны».

Повестка дня бюро, как правило, посвящена рассмотрению законченных научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ. Например, были одобрены новая технология выращивания полезного лесного пояса с минимальным отводом пашни, результаты исследований ВНИАЛМИ по возможному использованию защитных лесных насаждений как биогеохимического фактора ограничения отрицательных антропогенных воздействий на современные агроландшафты, программно-методические положения по моделированию лесных экосистем. Апробированы также вопросы ведения лесного хозяйства и лесопользования в лесах I группы, о ходе выполнения постановления ЦК КПСС и Совета Министров СССР от 20 августа 1984 г. «Об улучшении использования лесосырьевых ресурсов».

Результаты ряда исследований рекомендованы для рассмотрения НТС министерств и ведомств на предмет внедрения.

На заседаниях секций и комиссий заслушаны доклады о правильной организации сельскохозяйственного использования лесных земель в Дальневосточном регионе, о предтундровых лесах, о лесопользовании и рубках леса, о путях использования микотрофии древесных пород в лесном хозяйстве, о проблемах кооперации сельского и лесного хозяйства в системе агропромышленного комплекса, о водоохранных лесах и другие вопросы, результаты которых имеют большое теоретическое и практическое значение.

Отделение и его бюро периодически проводят выездные заседания в различных районах страны, рассматривая и решая на месте крупные региональные научные и производственные проблемы. В частности, рассматривались вопросы пойменных лесов и хозяйства в них на примере Калининской и Волгоградской областей, проблема использования сточных, подземных и морских вод для орошения при комплексном освоении песков Туркмении (совместно с Туркменской академией наук), состояние полезащитного лесоразведения и его эффективность на примере зерносовхоза «Гигант» Ростовской области (совместно с НТС Минлесхоза РСФСР).

Отделение выпускает сборники научных трудов, монографии, методические рекомендации. В их числе можно назвать «Лесоводство и агролесомелиорация» (1959), «Лесохозяйственная и лесомелиоративная наука в СССР» (1967), «Защита леса от вредителей и болезней» (1972), «Возобновление леса» (1975), «Пути повышения эффективности полезащитного лесоразведения» (1979), «Освоение песков» (1980), «Дубравы и повышение их продуктивности» (1981), «Ускоренное выращивание сеянцев березы» (1982), «Научные основы ведения хозяйства в защитных лесных насаждениях» (1985).

Отделение непосредственно руководит ВНИАЛМИ и работает в контакте с научно-исследовательскими институтами лесохозяйственного профиля, а также лесными вузами.

За выдающиеся работы в области лесоведения, лесоводства и агролесомелиорации Президиумом ВАСХНИЛ присуждается Золотая медаль имени Г. Ф. Морозова (один раз в три года). Среди лауреатов почетной медали: член-корреспондент АН СССР А. А. Молчанов (1974), доктор с.-х. наук, профессор В. П. Тимофеев (1980), академик ВАСХНИЛ И. С. Мелехов (1983), доктор с.-х. наук, профессор А. В. Побединский (1986).

В двенадцатой пятилетке ученые Отделения сосредоточат свои усилия на решении важных вопросов, касающихся роли защитных насаждений в повышении эффективности сельскохозяйственного производства, борьбы с засухой, ветровой и водной эрозией почв, расширенного воспроизводства лесов, повышения их продуктивности, качества, улучшения породного состава, рационального использования земель лесного фонда и оптимизации аграрных ландшафтов.

Перед Отделением стоят ответственные задачи по выполнению решений XXVII съезда КПСС, ускорению научно-технического прогресса в области лесного хозяйства и агролесомелиорации.

М. А. Игумнов

ВАСХНИЛ

НАУЧНЫЕ КОНФЕРЕНЦИИ И СОВЕЩАНИЯ

УДК [630*6 + 630*24](049.3)

ЕДИНЕНИЕ ВУЗОВСКОЙ И ОТРАСЛЕВОЙ НАУКИ

Руководствуясь решениями XXVII съезда КПСС об улучшении взаимодействия вузовского и отраслевого сектора науки, Брянский технологический институт (БрТИ) включился в координацию многих направлений лесной науки, возглавляемых ВНИИЛМом. В начале июня 1986 г. на базе БрТИ и его учлесхоза были проведены два координационных совещания: по лесоустроительной тематике и по рубкам ухода.

На первом обсуждались вопросы учета лесных ресурсов, обоснования размеров лесопользования, его организации и размещения, контроля за использованием лесных ресурсов и др. При открытии совещания ректор БрТИ Е. С. Мурахтанов указал на особую роль науки, в том числе вузовской, в ускорении научно-технического прогресса в лесном хозяйстве. Он особо подчеркнул задачу, поставленную XXVII съездом КПСС, по укреплению связи науки с производством и расширению внедрения научных разработок в практику. Рассказал о многогранной работе коллектива БрТИ по подготовке инженерных и научных кадров для разных отраслей народного хозяйства страны и выполнению многих актуальных научных исследований.

В. С. Чуенков (ВНИИЛМ) в своем докладе сказал, что рассматриваемая проблема является комплексной, она включает количественную и качественную характеристику и оценку древесины и других полезностей леса (фитомасса, пищевые, лекарственные и технические продукты, лесная охотничья фауна, полезные функции леса). Для многих из них еще не разработаны методы оценки и нормативы, не ясна приоритетность каждого ресурса или их сочетаний и пр. В интегрированной системе ведения хозяйства особое значение приобретают способы рубок в лесах различных групп и категорий защитности, прогнозирование лесопользования с учетом его многоцелевого содержания. В текущей пятилетке практика выдвигает задачу уточнить деление лесов на группы и категории защитности и обосновать принципы выделения хозяйственных частей и образования хозяйственных секций. Необходимо разработать четкие требования к основным параметрам целевых насаждений различных категорий защитности. В региональном аспекте должны решаться задачи по уточнению возрастов спелости и рубок в лесах I группы, предстоит определить объект применения принципа непрерывности и неистощительности лесопользования как по древесине, так и по другим ресурсам леса.

А. Н. Федосимов (ВНИИЛМ) в содокладе указал, что решения XXVII съезда КПСС предъявляют повышенные требования к контролю качества продукции и производственных процессов. Поэтому составной частью задания должны быть исследования по разработке новых и совершенствованию существующих методов контроля за лесопользованием. Контроль должен быть объективным, достаточно точным, репрезентативным и методически простым. В двенадцатой пятилетке намечается провести контроль за точностью таксации лесосек в Иркутской, Пермской, Ленинградской, Вологодской, Архангельской областях и Коми АССР.

В. В. Загреев (ВНИИЛМ) в докладе «Совершенствовать методы таксации леса и нормативы для комплексной оценки лесных ресурсов» дал краткую характеристику выполненных НИР и указал, что заданием на разработку темы предусматривается создание методов и нормативов для комплексной оценки всех лесных ресурсов. В результате проработки задания планируется: дать обзор и оценку состояния этой крупной и важной проблемы; выявить и обосновать приоритетность компонентов лесного биогеоценоза и его полезность с точки зрения их значимости и необходимости для нужд производства; с учетом степени изученности и задела по отдельным аспектам проблемы использовать возможности всех институтов-исполнителей в разработке надлежащей программы на двенадцатую пятилетку; разработать методы таксации и нормативы для оценки комплекса лесных ресурсов.

Исходя из того, что число компонентов лесного биогеоценоза велико, а методов и нормативов для их оценки практически нет, основной задачей институтов-координаторов по отдельным аспектам проблемы является разработка методик по выявлению и оценке предусмотренных программой видов лесных ресурсов, а институтов-исполнителей — создание для этой цели системы нормативов по зонам деятельности.

В двенадцатой пятилетке должны быть продолжены традиционные исследования: по выявлению общих закономерностей и региональных особенностей роста, строения, товарной структуры и продуктивности древостоев; выяснению их причинно-следственных связей с комплексом почвенно-климатических факторов.

Совершенствование системы лесотаксационных нормативов — процесс непрерывный. Итоги проведенных в одиннадцатой пятилетке исследований и подготовка серии справочников знаменуют собой лишь завершение длительного и важного этапа НИР, но не означают, что проблема решена полностью. В настоящее время 47 % лесов страны не изучено в лесотаксационном отношении.

С докладами и в общей дискуссии выступили представители институтов-соисполнителей.

В. Н. Корякин (ДальНИИЛХ) сообщил, что в текущем году в институте закончены работы по подготовке справочников для Дальнего Востока, но они охватывают не все формации края. В двенадцатой пятилетке исследования необходимо продолжить: составить нормативы по рекреационной нагрузке и на все древесные ресурсы.

В. Е. Попов (Институт леса и древесины СО АН СССР) заявил, что к концу текущего года институт завершит составление справочника сортиментных и товарных таблиц. Для целей рационального нестоищительного лесопользования создаются имитационные модели. Применение региональных таблиц по товаризации лесов только по Восточной Сибири даст экономический эффект в 0,82 млн р.

М. А. Чиненов (Союзгипролесхоз) сказал, что современному лесохозяйственному производству нужны объективные данные относительно размера лесопользования на период до 2000 г. При этом важно спланировать и объемы лесовосстановления, а также сельскохозяйственное пользование. Требуется пересмотреть отнесение лесов к различным группам, обоснование возрастов рубок, особенно в регионах с дубовыми насаждениями. Следует уточнить хозяйственные мероприятия в притундровых и низкобонитетных лесах, повсеместно принять принцип нестоищительного лесопользования.

А. С. Смольянов (СибТИ) сообщил, что институт составил сортиментные и товарные таблицы сосновых древостоев, в том числе заподсоченных. Созданы нормативы по оценке продуктивности ягодников, составлены таблицы фитомассы основных лесобразующих пород Сибири, проанализировано состояние использования лесосечного фонда.

П. М. Верхунов (МПИ) отметил, что составленные институтом сортиментные и товарные таблицы рассмотрены на уровне координационного совещания во ВНИИЛМе. В настоящее время разрабатываются основы организации хозяйства при антропогенном влиянии. В двенадцатой пятилетке предстоят научные разработки части координируемой проблемы.

Н. М. Панаит (Кавказский филиал ВНИИЛМа) сказал, что по общему заданию институтом разработана методика по теме VIII.3.2, подготавливается нормативная база для горных лесов Кавказа.

А. И. Колтунова (КазНИИЛХ) сказала, что институтом подготовлен справочник сортиментных и товарных таблиц с учетом замечаний координационного совета, нормативные данные надземной фитомассы по березе, сосне, ели Шренка, саксаулу; составлено около 400 таблиц хода роста сосны в зависимости от полноты (от 0,4 до 1,0) с разной густотой, изучен ход роста насаждений сосны в режиме рубок ухода. На двенадцатую пятилетку планируются работы по теме VIII.3.1.1 и VIII.3.2. Однако затруднены исследования комплексной продуктивности лесов.

А. А. Гурский (Прииртышская ЛОС КазНИИЛХ) сообщил о заделе по обоснованию выделения хозяйственных частей и образованию хозяйственных секций в лесах различного целевого назначения. Станция будет прорабатывать вопросы организации лесопользования с учетом перехода на непрерывное и нестоищительное лесопользование.

Б. П. Шевцов (Кавказский филиал ВНИИЛМа) сообщил, что в одиннадцатой пятилетке составлен ряд таблиц хода роста и сортиментной структуры для пород Кавказа, выразил намерение создать единый справочник для лесов Северного и Южного Кавказа. Предстоят большие работы по комплектации лесотаксационного справочника для региона.

Г. С. Войнов (Архангельский институт леса и лесохимии) отметил, что полностью завершены работы по составлению справочника сортиментных и товарных таблиц для лесов Европейского Севера. В настоящее время комплектуется лесотаксационный справочник для четырех подрайонов, согласно схеме ЛенНИИЛХ. В двенадцатой пятилетке НИР будет сосредоточена на задании VIII.3.1.

А. М. Нильсон (Эстонская СХА) сказал, что в прошлой пятилетке академия работала над созданием таблиц хода роста на бонитетной основе. Составлены модели роста основных древесных пород республики. Выявлен дрейф хода роста от загрязнения окружающей среды. Для условий Эстонии нужен справочник сортиментных и товарных таблиц, а также региональный лесотаксационный; в 1986 г. необходимо завершить составление первого справочника. Вопросы контроля лесного фонда следует поручить ЭНИИЛХОП.

Р. Л. Терехова (БелНИИЛХ) доложила, что для условий БССР издан лесотаксационный справочник. В настоящее время институт занимается вопросами комплексного многоцелевого лесопользования. В двенадцатой пятилетке планируется работа по заданиям VIII.3.1 и VIII.3.2 в части составления многовариантных таблиц хода роста.

А. А. Кулешис (ЛитНИИЛХ) сообщил, что в институте разработан метод выборочной инвентаризации лесов, что имеет большое значение для мониторинга. В двенад-

цатой пятилетке ученые будут заниматься обоснованием возрастов рубок, продолжатся работы по контролю за производительностью древостоев, а также выявлению новых закономерностей в целях прогнозирования прироста и отпада. Сортиментные таблицы и товарные по региону будут представлены своевременно. Планируется работа по заданию VIII.3.1 и VIII.3.2.

Р. П. Дялгувас (ЛитСХА) отметил, что по Литве издан лесной справочник на литовском языке. В связи с заменой ряда нормативов, в 1987 г. будет готовиться новый справочник. ЛитСХА занимается вопросами контроля лесохозяйственных мероприятий, подключается к заданию VIII.3.1 и VIII.3.2 по отдельным пунктам.

Я. П. Бисениек сообщил, что НПО «Силава» занимается созданием нормативной базы по определению объемов лесохозяйственных мероприятий применительно ко всему лесному фонду, а также долгосрочными программами воспроизводства лесных ресурсов. Внес предложение об объединении лесов в три группы: эксплуатационные, с ограниченным режимом пользования, защитные.

В. П. Заломанов (ВНИИЛМ) указал на важность исследований по совершенствованию методов отвода и таксации лесосек, отметил необходимость разработки базового метода на основе использования материалов прежнего лесоустройства.

В. В. Кузьмичев (БрТИ) обратил внимание на необходимость изучения вопросов пространственной изменчивости древостоев, которую следует учитывать при составлении таблиц хода роста насаждений.

В процессе осмотра натуральных опытных объектов демонстрировались следующие стационары Опытного лесничества БрТИ, которому в 1986 г. исполнилось 80 лет: экологический центр БрТИ, состоящий из реверберационной камеры и комплекса зеленого черенкования (рук. Е. С. Мурахтанов); географические культуры сосны А. В. Тюрина 1913 г. и культуры сосны разной густоты В. П. Тимофеева 1924 г. (рук. Е. С. Крегов); опыт внедрения срединного метода рубок ухода в сосновых насаждениях (Ф. В. Кишенков); формация коренных хвойно-широколиственных насаждений 160-летнего возраста, развивающаяся по Ia классу бонитета (Ф. В. Кишенков); дендрарий учебно-опытного лесхоза БрТИ (И. Н. Лигачев); участок соснового леса, сформировавшийся в процессе постепенных рубок (А. С. Тихонов и Г. М. Орловский); опыт комплексных рубок в осиново-березовых насаждениях (Л. М. Битков) и др.

На основе разработок ВНИИЛМа и общей дискуссии по проблеме VIII.3, а также с учетом предложений институтов-соисполнителей редакционной группой были подготовлены и обсуждены: проект решения данного координационного совещания; проект сводного рабочего плана на 1986—1990 гг. по проблеме VIII.3. Оба документа единогласно одобрены участниками координационного совещания.

* * *

На другом координационном совещании — по рубкам ухода — с приветственным словом к участникам также обратился Е. С. Мурахтанов.

Затем В. И. Суворов (ВНИИЛМ) указал на низкую эффективность исследований по рубках ухода в прошлой пятилетке. Поэтому главной задачей является приближение научных исследований к требованиям производства, выделение необходимого времени на внедрение прошлых разработок. Нужно создать новые машины и технологии, повышающие производительность труда не менее чем в 2—3 раза.

Доклад о координационных исследованиях сделал В. И. Желдак (ВНИИЛМ). Он отметил, что в практике рубок ухода наблюдается снижение интенсивности выборки запаса нежелательных пород в молодняках и, наоборот, высокий (40 %) выход хвойной древесины на проходных рубках. Осветления и прочистки проводятся лишь на 1/3 требуемой площади; доля механизированного ухода не превышает 32 %. Применяемая технология прореживаний и проходных рубок вызывает недопустимые повреждения деревьев, уплотнение почвы; лесоводственные критерии не обоснованы. Для сохранения лесной среды нужно при рубках леса ходовую часть машин оснащать специальными шинами или гусеницами. Рубки ухода должны иметь экологическое и экономическое обоснование. Следует ограничить число методик построения программ рубок ухода и продлить исследования по оптимизации технологий лесосечных работ на базе существующих средств механизации. Нужна незамедлительная разработка всесоюзного документа — Основных положений по рубкам ухода, а с учетом результатов местных исследований и опыта должны быть разработаны региональные наставления. При этом рубки ухода надо рассматривать в увязке с общей зональной системой лесохозяйственных мероприятий на лесотипологической основе.

С. Н. Сеннов (ЛТА) отметил, что современная механизация подрывает всю биологическую основу рубок ухода. Нег системы пресечения нарушений принципов рубок ухода. При составлении новых наставлений уход следует рассматривать как систему, определяемую программами рубок ухода, которые, однако, не должны быть шаблоном.

А. М. Кожевников (БелНИИЛХ) высказался за необходимость разработки программ рубок ухода на бонитировочной основе, а при хорошей изученности почв — на почвенно-типологической.

А. И. Юодвалькис (ЛитНИИЛХ) поделился опытом составления программ оптимального режима рубок ухода, обеспечивающих достижение максимальной продуктивности формируемых насаждений и включающих оставляемую густоту, абсолютную полноту и запас. Каждая программа объединяет группу типов леса с учетом однообразия классов бонитета.

И. И. Котляров (Кавказский филиал ВНИИЛМа) считает, что для горных лесов объектом ухода должны быть не отдельные деревья будущего, а совокупность деревьев, морфологические признаки которых требуется обосновать.

А. И. Питикин (Карпатский филиал УкрНИИЛХа) высказал тревогу, что полное использование лесосечных отходов в некоторых случаях будет приводить к истощению почвы; обратил внимание на недопустимо длительный (многолетний) процесс утверждения Гослесхозом СССР региональных наставлений.

Е. А. Макаренко (КазНИИЛХ) сообщил, что в условиях «сухого» лесоводства оставление порубочных остатков опасно в пожарном отношении, а уборка их обедняет почву; выход он видит в применении передвижных измельчителей, так как древесная крошка быстро минерализуется.

В. В. Гринченко (ВИПКЛХ) указал на слабую разработку технологий рубок ухода. Эти исследования трудоемки, но средства должны быть найдены. Пока на исследования ухода за лесом приходится лишь несколько процентов научных ассигнований; в лесохозяйственном производстве почти половина средств затрачивается на рубки ухода.

А. Я. Кажемакс (НПО «Силава») привел примеры многолетней задержки серийного производства специализированных машин для рубок ухода, позволяющих сохранить производительность лесов. Он предлагает исследовать влияние повторных повреждений стволов на качество древесины.

Н. А. Яковенко (НПО Молдлес) потребовал радикального решения проблемы регулирования численности копытных животных, которые уничтожают главные породы и сводят на нет не только рубки ухода, но и искусственное возобновление дуба, сосны и других пород.

А. С. Тихонов, Ф. В. Кишенков и И. С. Марченко (БрТИ) познакомили с историей изучения рубок ухода в Брянском опытном лесничестве А. В. Тюриным, Б. Д. Жилкиным, В. П. Тимофеевым, Н. П. Георгиевским, а также о новых предложениях и разработках, обусловленных современной экономикой.

Участники координационного совещания посетили 12 уникальных природных объектов учлесхоза БрТИ.

В принятом постановлении, в частности, указывается на необходимость привлечения к исследованиям технологий рубок ухода инженеров-технологов, экономистов и специалистов по защите леса, выпуска в 1987 г. новой редакции Основных положений по рубкам ухода, утверждения региональных наставлений республиканскими органами лесного хозяйства, проведения Всесоюзной научно-практической конференции по рубкам ухода в 1988 г.

Е. С. Мурахтанов, Ф. В. Кишенков, А. С. Тихонов.

Брянский технологический институт

КРИТИКА И БИБЛИОГРАФИЯ

УДК 581.1(049.3)

НОВОЕ ПОСОБИЕ ПО ФИЗИОЛОГИИ РАСТЕНИЙ*

Важнейшим орудием самостоятельного труда студентов является учебник. До самого последнего времени студенты лесохозяйственных факультетов не имели учебника по физиологии растений, поэтому сообщение о предстоящем издании пособия И. В. Гуняженко было встречено в лесных вузах с удовлетворением. Однако вышедший в свет курс физиологии растений с основами биохимии не оправдал ожиданий. Подробное знакомство с книгой показывает, что она имеет немало существенных недостатков. К их числу относится, прежде всего, неполнота освещения вопросов, предусмотренных программой курса, и большое количество неточных или даже ошибочных формулировок, что в учебнике, разумеется, совершенно недопустимо.

Наименее удачно в учебнике изложен материал главы 1. В ней полностью отсутствует описание структуры и функций клеточных органоидов, ничего не сказано о физико-химических свойствах цитоплазмы, о свойствах белков и их функциях, поверхностно охарактеризованы нуклеиновые кислоты и процессы их биосинтеза. В главе 2 не описано строение устьиц, без чего невозможно понять механизм их движений. В главе 4 не рассмотрен процесс биосинтеза хлорофилла, даже не упоминаются такие явления, как этиоляция и хлороз. Недостаточно полно охарактеризованы светолюбивые и теневыносливые растения, хотя этот вопрос очень важен для будущих лесоводов. В главе 7 не рассмотрены такие необходимые для понимания физиологии роста растений явления, как механизм действия ауксинов, структурные и физиологические изменения клеток при прохождении трех фаз роста. Осталась неизученной корреляция роста главного и боковых корней, не вскрыты причины глубокого покоя семян. В главе 9 из всех средств борьбы с засухой упомянуто лишь повышение засухоустойчивости растений путем селекционного отбора.

В то же время автор нерационально использовал имевшиеся в его распоряжении ресурсы, уделив в главе 8 половину печатного листа рассмотрению полового размножения растений, уже изученного студентами в курсе ботаники. Очевидно, излишне в этой же главе и описание агротехнических приемов вегетативного размножения.

Книга слабо иллюстрирована и не содержит необходимого в каждом учебнике предметного указателя.

Перейдем к ошибкам и неточностям, допущенным автором пособия. Приведем лишь часть из них по порядку изложения текста. Ошибочны некоторые положения. Так, автор пишет: «Первичной структурой обладает небольшое количество белков» (с. 9); в действительности же любой белок имеет первичную структуру, закодированную в ДНК. Информационная РНК не «локализуется в ядре» (с. 11), а лишь синтезируется. Нуклеиновые кислоты в простетической группе ферментов не содержатся (с. 11). В длинном ряду случаев давление указано в миллипаскалях (мПа), а не в мегапаскалях (МПа), т. е. уменьшено в миллиард раз (с. 38, 40, 43, 44, 195). Жидкость, выделяющаяся при гуттации, не является пасокой, как она ошибочно поименована автором на с. 43. Автор неправ, утверждая, что при передвижении воды по стволу наблюдается «обратимость водного тока» (с. 44 и 45); на самом деле это присуще лишь древесине, как материалу или может наблюдаться в отрезках стеблей в искусственных условиях эксперимента. Ряд грубых ошибок допущен при наименовании бактерий (с. 64 и 65). Компонент хлорофилл фитол неправильно именуется «фетиловым спиртом» (с. 72—73).

* Гуняженко И. В. Физиология растений с основами биохимии: Учеб. пособие для лесохозяйственной специальности вузов.— Минск: Высшейш. школа, 1985.— 207 с.

Неверно утверждение, что «вторая фотосистема обнаружена только у высших растений» (с. 79); на самом деле она известна у всех зеленых растений, в том числе у водорослей и цианобактерий. «Отрицательно сказывается на интенсивности фотосинтеза и скорость оттока ассимилятов из листьев» (с. 88),— это, конечно, неправильное утверждение; отрицательное влияние оказывает низкая скорость или полное отсутствие оттока. Неправильно положение, что «у лиственных пород образовывать фототропические изгибы способны толстые ветви и стволы диаметром 8—10 см» (с. 136); известно, что к тропическим изгибам способны лишь молодые растущие части органов растений. Конечно, абсолютно неверно утверждение автора, что низкие положительные температуры вызывают образование льда (с. 185).

Наряду с такими явными ошибками, в тексте встречаются неудачные формулировки и выражения. Так, на с. 47 говорится о «затемнении на 0,12 % от полного освещения»; кривая большого периода роста показывает зависимость прироста не «от возраста растения», как утверждается на с. 123, а от возраста отдельных органов или их частей; несколько неточностей допущено в описании полового размножения растений: по столбику передвигается в завязь пыльцевая трубка, а не пыльца, как указано на с. 159; шишки голосеменных названы цветками (с. 163). Пробковый камбий (феллоген) неправильно назван «пробковым феллогеном» (с. 176). Теория дыхания разработана В. И. Палладиным примерно на 10 лет ранее, чем указывает автор (с. 95).

В ряде случаев автор пользуется устаревшими терминами (например, фотопериодическая индукция на с. 151 именуется световой стадией) или дает устаревшие толкования явлений. Так, со старых позиций освещаются вопросы об обратимости действия ферментов (с. 12), о причинах глубокого покоя семян (с. 168). Не лишена книга и опечаток в некоторых терминах (с. 17, 64) и химических формулах (с. 129, 134).

Разумеется, книга И. В. Гуняженко обладает и достоинствами. Текст написан хорошим литературным языком, автору удалось изложить в доступной форме ряд достаточно сложных вопросов. Приведено много примеров, касающихся непосредственно физиологии древесных растений. Однако, если бы автор придал своему курсу более четкий экологический аспект, ценность учебного пособия, рассчитанного на будущих лесоводов, стала бы заметной выше.

П. Б. Раскатов, Д. П. Викторов
Воронежский лесотехнический институт

СОДЕРЖАНИЕ

- Е. С. Романов. Совершенствовать хозяйственный механизм 3

ЛЕСНОЕ ХОЗЯЙСТВО

- А. В. Веретенников. К вопросу об интенсивности фотосинтеза различных частей всходов древесных растений 5
Л. И. Лотова. Анатомия коры *Carpinus betulus* L. и ее таксономическое значение 8
А. Г. Мошкалева, Р. И. Поторовская. Выбор пород и обоснование возраста главной рубки в плантационных лесах 13
Г. С. Тутыгин. Эффективность внесения сухих гербицидов при уходах за культурами сосны на Севере 16
Я. Олексин, М. Гертых, Г. И. Редько. Новый взгляд на географические культуры сосны обыкновенной В. Д. Огиевского 20
А. С. Яковлев. Основные этапы восстановления и формирования искусственных насаждений дуба в Среднем Поволжье 24

ЛЕСОЭКСПЛУАТАЦИЯ

- С. И. Морозов. Устойчивость температурно-напряженного пути при асимметричном изменении сил сопротивления 29
В. Г. Пузанов, Н. И. Билюк. Математическая модель курсового движения лесозного автопоезда 35
Г. Ф. Храмцов. Об изгибных колебаниях хлыстов, уложенных на две опоры с двумя консолями 42
В. Г. Васильев. О выборе оптимальных соотношений скоростей рабочих движений крана и грейфера 46

МЕХАНИЧЕСКАЯ ОБРАБОТКА ДРЕВЕСИНЫ И ДРЕВЕСИНОВЕДЕНИЕ

- Р. Е. Калитеевский. Направления научно-технического прогресса в лесопилении 51
Е. Н. Серов. Анализ напряженного состояния клееных балок в зоне наблюдаемого разрушения 55
А. С. Федоренчик, Н. Ф. Ковалев. Расчет пропускной способности многостаночных потоков с последовательным расположением оборудования 61
А. Б. Зырянова, А. А. Санников. Источники колебаний корообдирочных барабанов 67

ХИМИЧЕСКАЯ ПЕРЕРАБОТКА ДРЕВЕСИНЫ

- В. А. Амосов, Г. И. Чижов, В. В. Шарков, В. В. Шамко, Л. Б. Шапкина. Гидроксисоединения алюминия — связующие вещества для бумаги сухого формования 72
Т. А. Туманова, В. А. Часовенная, Е. И. Малькова, Л. Н. Пахомова. Состав отбельных растворов после обработки небеленой сульфатной целлюлозы 76
Э. М. Науменко, Л. К. Эрнст, С. И. Ладинская, А. В. Сурков. Применение сульфитного щелока в качестве консерванта при силосовании кормов 79
Т. М. Ивкина, Э. Д. Левин. Нефтеемкость и теплотворная способность коры сосны и пихты при использовании ее для очистки водоемов от разливов нефти 83
Н. И. Богданович, Л. Н. Кузнецова. Влияние гидроксидов железа и кальция на свойства пиролизированного активного ила как сорбента для очистки сточных вод 86
К. Г. Боголицын, С. А. Романенко, Е. В. Комаров, В. Г. Крунчак, А. Г. Родичев, Ю. Г. Хабаров. Компонентный состав системы диоксид серы (IV) — вода 90
В. Б. Снопков, Т. А. Снопкова, Т. В. Сухая. Влияние катионных полиэлектролитов на электрокинетические свойства волокон 94

ЭКОНОМИКА И ОРГАНИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВА

Л. Б. Иванов, И. В. Гельман, И. И. Журавлева, Т. А. Шагалова. Статистический анализ удельных затрат ручного труда на Гатчинском мебельном комбинате	99
Г. П. Филиппова, Н. П. Кашенцева. Формирование себестоимости продукции при агрегатной переработке сырья	102
Н. С. Лазарева. О совершенствовании расчета производственных мощностей лесозаготовительных предприятий	106
Г. Е. Романов. Признаки истощенности лесосырьевых баз	109

КРАТКИЕ СООБЩЕНИЯ И ОБМЕН ОПЫТОМ

Ю. Г. Мальков. Пылеудерживающая способность городских зеленых насаждений	113
А. А. Андреев, А. И. Андреев-Твердов, В. М. Никифоров. Обоснование параметров буровой машины для осмолзаготовок	115
В. Г. Качегаров, В. В. Сабов, Ю. Ф. Кичкин. Рациональная форма собирающих зубьев подборщиков лесосечных отходов	118
Н. И. Тимофеев. Усилия на ножах торцово-конических фрез для окантовки бревен	119
П. И. Потеряев. Моделирование режимов электропотребления предприятий целлюлозно-бумажной промышленности	122

ИСТОРИЯ НАУКИ

М. А. Игумнов. Отделению лесоводства и агролесомелиорации ВАСХНИЛ — 30 лет	126
--------------------------------------------------------------------------------------	-----

НАУЧНЫЕ КОНФЕРЕНЦИИ И СОВЕЩАНИЯ

Е. С. Мурахтанов, Ф. В. Кишенков, А. С. Тихонов. Единение вузовской и отраслевой науки	128
--------------------------------------------------------------------------------------------------	-----

КРИТИКА И БИБЛИОГРАФИЯ

П. Б. Раскатов, Д. П. Викторов. Новое пособие по физиологии растений	132
--------------------------------------------------------------------------------	-----

Указатель

Рефераты

CONTENTS

<i>E. S. Romanov.</i> Improve of economy mechanism	3
--------------------------------------------------------------	---

FORESTRY

<i>A. V. Veretennikov.</i> On Photosynthesis Intensity of Different Parts of Sprouts of Woody Plants	5
<i>L. I. Lotova.</i> The Bark Anatomy of <i>Carpinus betulus</i> L. and its Taxonomical Significance	8
<i>A. G. Moshkalev, R. I. Poyurovskaya.</i> Choice of Best Tree Species and Age Substantiation of Main Clear Cutting in Forest Plantations	13
<i>G. S. Tutygin.</i> Efficiency of Dry Herbicides Application in Care of Pine Plantations in the North	16
<i>Ya. Oleksin, M. Gertykh, G. I. Redko.</i> Modern View on Ogievsky Common Pine Geographical Plantations	20
<i>A. S. Yakovlev.</i> Main Stages of Regeneration and Fornation of Oak Artificial Plantations in Middle Volga Area	24

FOREST EXPLOITATION

<i>S. I. Morozov.</i> Stability of Temperature Strained Way in Asymmetrical Measurement of Resistance Forces	29
<i>V. G. Puzanov, N. I. Biblyuk.</i> Mathematical Simulation of Logging Truck-and-trailer Unit Course Movement	35
<i>G. F. Khramtsov.</i> On Bending Vibrations of Tree-length Logs Laid on Two Double-console Supports	42
<i>V. G. Vasiliev.</i> On Choice of Optimal Speeds Correlations between Crane and Grab Working Movements	46

MECHANICAL TECHNOLOGY OF WOOD AND WOOD SCIENCE

<i>R. E. Kalitseevsky.</i> Science and Technological Progress Trend in Woodsawing	51
<i>E. N. Serov.</i> Analysis of Sandwich Beams Strained State in Zone of Observed Destruction	55
<i>A. S. Fedorenchik, N. F. Kovalev.</i> Calculation of Capacity for the Consecutive Multi-Machine Production Lines	61
<i>A. B. Zyryanova, A. A. Sannikov.</i> Vibration Sources of Barking Drums	67

HEMICAL WOODWORKING

<i>V. A. Amosov, G. I. Chizhov, V. V. Sharkov, V. V. Shamko, L. B. Shapkina.</i> Aluminium Hydroxycompound as Dry-process Paper Adhesive	72
<i>T. A. Tumanova, V. A. Chasovennaya, E. I. Malkova, L. N. Pakhomova.</i> Composition of Bleach Liquors after Treatment of Unbleached Sulfate Pulp	76
<i>Z. M. Naumenko, L. K. Ernst, S. I. Ladinskaya, A. V. Surkov.</i> Application of Sulfite Liquor as Forage Siloing Preservative	79
<i>T. M. Ivkina, E. D. Levin.</i> The Oil Capacity and Heat Output of Pine and Fir Bark in Application it for Oil Flow Treatment of Water Basins	83
<i>N. I. Bogdanovich, L. N. Kyznetsova.</i> Influence of Iron and Calcium Hydroxides on Pyrolized Activated Sludge Properties as Sorbent for Effluents Treatment	86
<i>K. G. Bogolitsyn, S. A. Romanenko, E. V. Komarov, V. G. Krunchak, A. G. Rodichev, Yu. G. Khabarov.</i> Component Composition of Sulphur (IV) — Water Dioxide System (SO ₂ —H ₂ O)	90
<i>V. B. Snopkov, T. A. Snopkova, T. V. Sukhaya.</i> Influence of Cation Polyelectrolytes on Electrokinetic Properties of Woody Fibres	94

ECONOMICS AND MANAGEMENT

<i>L. B. Ivanov, I. V. Gelman, I. I. Zhuravlyova, T. A. Shagalova.</i> Statistical Analysis of Manual Labour Specific Outlay at Gatchina Furniture Integrated Plant	99
-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	----

<i>G. P. Filippova, N. P. Kashentzeva.</i> Formation of Raw Materials Agregate Treatment Production Cost	102
<i>N. S. Lazareva.</i> On Perfecting the Calculation of Industrial Capacities of Logging Enterprises	106
<i>G. E. Romanov.</i> Signs of Timber Resources Depletion	109

SUMMERIES AND EXCHANGE OF EXPERIENCE

<i>Yu. G. Malkov.</i> Dust Retention Capability of Urban Green Plantings	113
<i>A. A. Andreev, A. I. Andreev-Tverdov, V. M. Nikiforov.</i> Substantiation of Boring Machine Parameters at Stumping	115
<i>V. G. Kochegarov, V. V. Sabov, Yu. F. Kichkin.</i> Rational Form of Logging Waste Pickers Tooth	118
<i>N. M. Timofeev.</i> Strains on Knives of Log Edging Cross-cut End Coned Cutters	119
<i>P. I. Poteryaev.</i> Simulation of Electroconsumption Regimes of Pulp-and-Paper Industrial Enterprises	122

HISTORY OF SCIENCE

<i>M. A. Igumnov.</i> Forestry and Cilvcultural Amelioration Department of VASKHNIL—30 Years Old	126
------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-----

SCIENTIFIC AND LEARNED CONFERENCES

<i>E. S. Murakhtanov, F. V. Kishenkov, A. S. Tikhonov.</i> Unity of Higher Educational and Sectorial Research	128
-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-----

CRITIQUE AND BIBLIOGRAPHY

<i>P. B. Raskatov, D. P. Viktorov.</i> New Training Aid on vegetation physiology	132
Precis	136
Index	139

РЕФЕРАТЫ

Совершенствовать хозяйственный механизм. РОМАНОВ Е. С. Изв. высш. учеб. заведений, Лесн. журн., 1986, № 6, с. 3—4.

УДК 581.132

К вопросу об интенсивности фотосинтеза различных частей всходов древесных растений. ВЕРЕТЕННИКОВ А. В. Изв. высш. учеб. заведений, Лесн. журн., 1986, № 6, с. 5—7. Изложены экспериментальные материалы по потенциальной интенсивности фотосинтеза семян, первичных и переходных листьев, а также стеблей всходов акации белой, ясени зеленого и лиственницы сибирской. Указана важная роль фотосинтеза влистных частей в росте и устойчивости всходов древесных растений. Табл. 3. Библиогр. список: 12 назв.

УДК 581.821.2:674.031:632.122

Анатомия коры *Carpinus betulus* L. и ее таксономическое значение. ЛОТОВА Л. И. Изв. высш. учеб. заведений, Лесн. журн., 1986, № 6, с. 8—13.

Приведено подробное описание микроструктуры коры граба, отмечены сходство и различия в строении коры граба, березы, ольхи и лещины, высказано подтверждение целесообразности объединения граба и лещины в один таксон. Ил. 2. Библиогр. список: 12 назв.

УДК 630*614

Выбор пород и обоснование возраста главной рубки в плантационных лесах. МОШКАЛЕВ А. Г., ПОЮРОВСКАЯ Р. И. Изв. высш. учеб. заведений Лесн. журн., 1986, № 6, с. 13—16.

Рассмотрены факторы, влияющие на обоснование выбора главных пород и возраста главной рубки в плантационных лесах. Изложен методический подход к учету этих факторов для обоснований. Библиогр. список: 6 назв.

УДК 630*232.325:632.954

Эффективность внесения сухих гербицидов при уходах за культурами сосны на Севере. ТУТЫГИН Г. С. Изв. высш. учеб. заведений, Лесн. журн., 1986, № 6, с. 16—20.

Приведены данные двухлетних наблюдений за степенью изреживания растений живого напочвенного покрова, за состоянием и ростом культур сосны под влиянием обработки гербицидами. Табл. 2. Библиогр. список: 5 назв.

УДК 630*232.11

Новый взгляд на географические культуры сосны обыкновенной В. Д. Огневского. ОЛЕКСИН Я., ГЕРТЫХ М., РЕДЬКО Г. И. Изв. высш. учеб. заведений, Лесн. журн., 1986, № 6, с. 20—24.

Для сравнительности данные обмеров географических культур сосны 1910—1916 гг., полученные различными методами, оценены отклонением их от средней для каждого варианта опыта (в единицах стандартного отклонения). Лучшими оказались климатны сосны: волынский, минский, могилевский и черниговский. Самыми плохими на большинстве опытных участков оказались климатны: вологодский, вятский и пермский. Плохими также оказались скандинавские и горные климатны. Самые продуктивные и пластичные расы сосны находятся в зоне смешанных лесов. Ил. 4. Табл. 1. Библиогр. список: 8 назв.

УДК 630*232:674.031.632.264

Основные этапы восстановления и формирования искусственных насаждений дуба

в Среднем Поволжье. ЯКОВЛЕВ А. С. Изв. высш. учеб. заведений, Лесн. журн., 1986, № 6, с. 24—28.

Показано, что искусственное возобновление и формирование насаждений дуба на лесокультурной площади расчленяется на пять этапов, имеющих различное биологическое содержание и требующих применения биологических, технических и хозяйственных приемов. Библиогр. список: 21 назв.

УДК 625.31.001.24

Устойчивость температурно-напряженного пути при асимметричном изменении сил сопротивления. МОРОЗОВ С. И. Изв. высш. учеб. заведений, Лесн. журн., 1986, № 6, с. 29—35.

Дан вывод расчетных зависимостей для определения критической силы на момент выброса рельсошпальной решетки при действии асимметричных сил сопротивления поперечному сдвигу пути. Полученные зависимости могут быть использованы при решении задач по устойчивости температурно-напряженного железнодорожного пути при проведении ремонтных работ, связанных с ослаблением верхнего строения, а также при действии поездной нагрузки. Ил. 5. Табл. 2. Библиогр. список: 4 назв.

УДК 629.1.073

Математическая модель курсового движения лесовозного автопоезда. ПУЗАНОВ В. Г., БИБЛЮК Н. И. Изв. высш. учеб. заведений, Лесн. журн., 1986, № 6, с. 35—42.

На основе пространственной расчетной схемы получена математическая модель криволинейного курсового движения лесовозного автопоезда, учитывающая специфику кинематических взаимодействий его звеньев, а также колебательные характеристики пакета древесины. Модель позволяет исследовать курсовую устойчивость и управляемость лесовозного автопоезда и обосновать выбор оптимальных компоновочных и конструктивных параметров, обеспечивающих активную безопасность его движения. Ил. 3. Библиогр. список: 12 назв.

УДК 630*375.5.001.2

Об изгибных колебаниях хлыстов, уложенных на две опоры с двумя консолями. ХРАМЦОВ Г. Ф. Изв. высш. учеб. заведений, Лесн. журн., 1986, № 6, с. 42—46.

Представлена теория расчета и результаты теоретических и экспериментальных исследований изгибных колебаний хлыстов, уложенных на две опоры, с учетом переднего и заднего свеса. Ил. 5. Библиогр. список: 10 назв.

УДК [630*377.1:621.86.063.2]:621.873

О выборе оптимальных соотношений скоростей рабочих движений крана и грейфера. ВАСИЛЬЕВ В. Г. Изв. высш. учеб. заведений, Лесн. журн., 1986, № 6, с. 46—50.

Изучены зависимости мощностей привода крана и грейфера с помощью метода Лагранжа. Определены соотношения мощностей приводов крана и грейфера в зависимости от условий эксплуатации. Библиогр. список: 2 назв.

УДК 674.093:65.011.8

Направления научно-технического прогресса в лесопилении. КАЛИТЕВСКИЙ Р. Е. Изв. высш. учеб. заведений, Лесн. журн., 1986, № 6, с. 51—55.

УДК 624.011:674.028.9.002.237

Анализ напряженного состояния клееных балок в зоне наблюдаемого разрушения. СЕРОВ Е. Н. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1986, № 6, с. 55—61.

Показано, что в диапазоне типовых клеющих балок влияние упругих характеристик древесины на максимальные напряжения не превышает 3%. Приведена инженерная методика дополнительной проверки балок по главным напряжениям. Ил. 3. Табл. 2. Библиогр. список: 5 назв.

УДК 630*648.7

Расчет пропускной способности многостаночных потоков с последовательным расположением оборудования. ФЕДОРЕНЧИК А. С., КОВАЛЕВ Н. Ф. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1986, № 6, с. 61—67.

Приведены расчетные формулы, позволяющие в условиях недетерминированного ритма работы технологического оборудования решать задачи проектирования и эксплуатации машин в потоках последовательного агрегатирования (жесткая, гибкая и комбинированная связи машин) с буферными емкостями транзитного и тупикового типов. Ил. 1. Библиогр. список: 3 назв.

УДК 676.051.345.3:534

Источники колебаний корообдирочных барабанов. ЗЫРЯНОВА А. Б., САННИКОВ А. А. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1986, № 6, с. 67—71.

Приведены результаты экспериментальных исследований колебаний корообдирочных барабанов, предназначенных для окорки балансовой древесины, а также рассматриваются источники, возбуждающие эти колебания. Ил. 5. Библиогр. список: 4 назв.

УДК 676.044:546.621

Гидроксисоединения алюминия — связующие вещества для бумаги сухого формирования. АМОСОВ В. А., ЧИЖОВ Г. И., ШАРКОВ В. В., ШАМКО В. В., ШАПКИНА Л. Б. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1986, № 6, с. 72—76.

Изучено удержание гидроксисоединений алюминия (ГСА) различными видами целлюлозы, подвергнутой сухому размолу, и установлено, что максимальное удержание имеет место при pH 8,0...9,5 и концентрации исходного раствора алюмината натрия 4%. Максимальный эффект упрочнения достигается при введении в композицию бумаги 4...6% ГСА от массы абс. сухих волокон и прессовании при 120°C и давлении 20 МПа. Ил. 4. Табл. 1. Библиогр. список: 6 назв.

УДК 676.1.023.1

Состав отбельных растворов после обработки небеленой сульфатной целлюлозы. ТУМАНОВА Т. А., ЧАСОВЕННАЯ В. А., МАЛЬКОВА Е. И., ПАХОМОВА Л. Н. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1986, № 6, с. 76—79.

Обработана целлюлоза Архангельского ЦБК из древесины лиственных пород (осина, береза) до ступени хлорирования с целью удаления экстрактивных веществ. Из отработанных отбельных растворов выделены сульфатный лигнин, нейтральные, фенолы, кислоты, оксикислоты и углеводы. В каждой группе определено содержание связанного хлора. В кислой фракции методом колоночной и тонкослойной хроматографии идентифицированы двухосновные жирные кислоты. Табл. 5. Библиогр. список: 5 назв.

УДК 636.087.36

Применение сульфитного щелока в качестве консерванта при силосовании кормов. НАУМЕНКО Э. М., ЭРНСТ Л. К., ЛАДИНСКАЯ С. И., СУРКОВ А. В. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1986, № 6, с. 79—82.

Для сокращения потерь при силосовании нами разработана технология получения и применения консерванта из сульфитного щелока. Табл. 1. Библиогр. список: 5 назв.

УДК 631.571:665.5

Нефтеемкость и теплотворная способность коры сосны и пихты при использовании ее для очистки водоемов от разливов нефти. ИВКИНА Г. М., ЛЕВИН Э. Д. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1986, № 6, с. 83—86.

На основе методов математического планирования исследованы нефтеемкость коры сосны и пихты, а также влажность и нефтеемкость насыщенной нефтью коры. Рассмотрена возможность утилизации последней. Табл. 2. Библиогр. список: 5 назв.

УДК 628.336(088.8)

Влияние гидроксидов железа и кальция на свойства пиролизированного активного ила как сорбента для очистки сточных вод. БОГДАНОВИЧ Н. И., КУЗНЕЦОВА Л. Н. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1986, № 6, с. 86—90.

Экспериментально доказано, что содержание гидроксидов железа и кальция, оптимальное на стадии кондиционирования активного ила, является оптимальным и с точки зрения сорбции органических загрязнений органоминеральными сорбентами на основе ила. Гидроксиды железа влияют на формирование структуры сорбентов. Известь, кроме того, участвует в процессе очистки сточных вод самостоятельно. Ил. 1. Табл. 2. Библиогр. список: 5 назв.

УДК 546.224=325

Компонентный состав системы диоксид серы (IV) — вода. БОГОЛИЦЫН К. Г., РОМАНЕНКО С. А., КОМАРОВ Е. В., КРУНЧАКОВ В. Г., РОДИЧЕВ А. Г., ХАБАРОВ Ю. Г. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1986, № 6, с. 90—94.

Потенциометрическим методом исследован компонентный состав водных растворов оксида серы (IV). Рассмотрены в широком диапазоне pH от 1 до 10 ион-молекулярные равновесия в системе оксид серы (IV) — вода. Уточнены термодинамические константы диссоциации сернистой кислоты. Определена термодинамическая константа димеризации бисульфит-иона. Ил. 2. Табл. 4. Библиогр. список: 4 назв.

УДК 674.817-41

Влияние катионных полиэлектролитов на электрокинетические свойства волокон. СНОПКОВ В. Б., СНОПКОВА Т. А., СУХАЯ Т. В. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1986, № 6, с. 94—98.

Установлено, что введение в древесноволокнистую массу любого из рассматриваемых полиэлектролитов приводит к увеличению электрокинетического потенциала волокон и, в конечном итоге, вызывает их перезарядку. Ил. 3. Табл. 1. Библиогр. список: 14 назв.

УДК 684:331

Статистический анализ удельных затрат ручного труда на Гатчинском мебельном комбинате. ИВАНОВ Л. Б., ГЕЛЬМАН И. В., ЖУРАВЛЕВА И. И., ШАГАЛОВА Т. А. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1986, № 6, с. 99—102.

Построены и исследованы математические модели зависимости удельных затрат ручного труда (УЗРТ) от различных показателей организационно-технического уровня производства для Гатчинского мебельного комбината. Выделена группа управляющих переменных, т. е. величин, изменение которых вызывает снижение УЗРТ. Табл. 3.

УДК 674.093.6.003.12

Формирование себестоимости продукции при агрегатной переработке сырья. ФИЛИППО-

ВА Г. П., КАШЕНЦЕВА Н. П. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1986, № 6, с. 102—106.

На основе анализа существующих способов формирования себестоимости продукции лесопиления при агрегатной переработке сырья на предприятиях отрасли с учетом имеющихся методических предложений разработана методика распределения затрат по видам продукции. Ил. 1. Табл. 2. Библиогр. список: 3 назв.

УДК 630*79

О совершенствовании расчета производственных мощностей лесозаготовительных предприятий. ЛАЗАРЕВА Н. С. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1986, № 6, с. 106—109. Показаны недостатки существующей инструкции по определению производственных мощностей, а также различия между суточной фактической мощностью и планируемой мощностью на определенный период и необходимость использования этих показателей в расчете мощности предприятия.

УДК 630*6

Признаки истощенности лесосырьевых баз. РОМАНОВ Г. Е. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1986, № 6, с. 109—112.

На примере лесопунктов Архангельской области показаны признаки истощенности, влияние ее на трудоемкость лесозаготовок. Табл. 3. Библиогр. список: 3 назв.

УДК 630*907:712.2.25

Пылезадерживающая способность городских зеленых насаждений. МАЛЬКОВ Ю. Г. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1986, № 6, с. 113—115.

Рассмотрена пылезадерживающая способность парковых насаждений и уличных посадок Красноярска в зависимости от скорости ветра, конструкция посадок, сомкнутости полога, листового индекса. Ил. 1. Табл. 1. Библиогр. список: 5 назв.

УДК 630*377.44

Обоснование параметров буровой машины для осмолозаготовок. АНДРЕЕВ А. А., АНДРЕЕВ-ТВЕРДОВ А. И., НИКИФОРОВ В. М. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1986, № 6, с. 115—117.

Обоснован выбор базового трактора для буровой самоходной машины. Доказана целесообразность использования в качестве базового трактора — колесного трактора высокой проходимости Т-40АМ. Библиогр. список: 3 назв.

УДК 630*36(088.8)

Рациональная форма собирающих зубьев подборщиков лесосечных отходов. КОЧЕГАРОВ В. Г., САБОВ В. В., КИЧКИН Ю. Ф. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1986, № 6, с. 118—119.

Исследована механическая сущность воздействия зубьев на сучья. Установлена рациональная форма зубьев из двух прямых жестко соединенных рычагов, расположенных под различными углами к поверхности почвы. Ил. 3. Библиогр. список: 3 назв.

УДК 674.05

Усилия на ножах торцово-конических фрез для окантовки бревен. ТИМОФЕЕВ Н. И. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1986, № 6, с. 119—122.

Даны рекомендации по расчету усилий на ножах торцово-конических фрез при обработке бревен с одновременным получением технологической щепы. Ил. 1. Табл. 7. Библиогр. список: 3 назв.

УДК 621.316:658.26:676.011

Моделирование режимов электропотребления предприятий целлюлозно-бумажной промышленности. ПОТЕРЯЕВ П. И. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1986, № 6, с. 122—125.

Приведены результаты исследования графиков электрических нагрузок потребителей целлюлозно-бумажной промышленности с помощью преобразования Фурье. Ил. 1. Табл. 1. Библиогр. список: 4 назв.

УДК 06.091.5

Отделению лесоводства и агролесомелиорации ВАСХНИЛ — 30 лет. ИГУМНОВ М. А. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1986, № 6, с. 126—127.

УДК [630*6+630*24] (049.3)

Единение вузовской и отраслевой науки. МУРАХТАНОВ Е. С., КИШЕНКОВ Ф. В., ТИХОНОВ А. С. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1986, № 6, с. 128—131.

УДК 581.1(049.3)

Новое пособие по физиологии растений. РАСКАТОВ П. Б., ВИКТОРОВ Д. П. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1986, № 6, с. 132—133.

УКАЗАТЕЛЬ СТАТЕЙ, ПОМЕЩЕННЫХ В «ЛЕСНОМ ЖУРНАЛЕ»

в 1986 г.

ПЕРЕДОВЫЕ

- Романов Е. С. Начало перестройки и ускорения. № 4—3.
Романов Е. С. Совершенствовать хозяйственный механизм. № 6—3.
Сабуров Э. Н. Задачи вузовской науки. № 3—3.
Чудинов И. А. Курс на ускорение социально-экономического развития страны. № 2—3.

ПРОБЛЕМНЫЕ СТАТЬИ

- Грунянский И. И. Роль сотрудничества науки и производства в ускорении научно-технического прогресса (на примере Минлеспрома УССР и Львовского ЛТИ). № 1—3.

ЛЕСНОЕ ХОЗЯЙСТВО

- Арлаукас Л. С., Тябера А. П. Закономерности сучковатости стволов в ельниках Литвы. № 1—13.
Ащеулов Д. И. Продуктивность и устойчивость древостоев фенологических разновидностей дуба в степных условиях. № 5—6.
Баглаева Л. Ю. Продуктивность сосновых культур в северном горно-лесном районе Крыма. № 1—17.
Бессчетнов В. П. Динамика запасных сахаров в побегах облепихи крушиновидной различного географического происхождения. № 4—22.
Биюков Н. А., Стасюк Л. К. Изучение транспирации травостоем на площадях рубок в буковых лесах. № 4—25.
Бондаренко В. Д., Копий Л. И. Динамика отпада и пути сохранения самосева дуба в условиях Западной лесостепи. № 4—15.
Бугаев В. А., Мамонов Д. Н. Надземная фитомасса культур сосны обыкновенной в условиях Марийской АССР. № 4—12.
Веретенников А. В. К вопросу об интенсивности фотосинтеза различных частей ветхого древесных растений. № 6—5.
Воронин И. В., Мишин В. И. О продукции лесного хозяйства. № 3—17.
Гордиенко М. И., Нагорная Р. В., Кистель А. В. Влияние раскорочки вырубок на свойства почвы. № 1—8.
Гусев И. И. Динамика изменчивости высоты деревьев таежных ельников. № 2—5.
Гутман А. Л., Гутман М. А. Модель роста древостоев и ее применение для выравнивания таксационных показателей. № 5—17.
Денисов А. К., Денисов С. А. К познанию природы морозобоя. № 2—13.
Карамышев В. Р., Курина Г. А. Динамика лесохозяйственных машин с центральным приводом при их перегрузке. № 1—23.
Кожухов Н. И. К вопросу об измерении продукции и производительности труда в лесном хозяйстве. № 3—23.
Кречетова Н. В. Сравнительная характеристика некоторых показателей бархата амурского в условиях Поволжья и в ареале. № 5—14.
Лебедев А. В. Состояние деревьев ели при различном рекреационном воздействии. № 5—20.
Логгинов Б. И. Лесное хозяйство — важная составная часть агропромышленного комплекса. № 5—3.
Лотова Л. И. Анатомия коры *Carpinus betulus* L. и ее таксономическое значение. № 6—8.
Мальшиков В. И. История изменения в лесном фонде Ужеской низменности. № 5—21.

- Мерзленко М. Д. Теоретические аспекты зависимости оптимальной густоты стояния лесных культур от площади питания. № 1—28.
Мигунова Е. С., Шинкаренко И. Б., Таран Н. Д., Шопя Н. П. Проверка прогноза влияния межбассейновой переброски речного стока на примере канала Днепр—Донбасс. № 3—25.
Михайлов М. М. Моделирование хода роста дубовых древостоев. № 3—7.
Мошкалева А. Г., Поюровская Р. И. Выбор пород и обоснование возраста главной рубки в плантационных лесах. № 6—13.
Олексин Я., Гертых М., Редько Г. И. Новый взгляд на географические культуры сосны обыкновенной В. Д. Огневского. № 6—20.
Попков М. Ю. Обрезка почек как способ регулирования роста деревьев сосны. № 2—18.
Пошарников Ф. В., Ивановский В. П. Результаты испытаний высеваящих аппаратов для строчно-луночного посева лесных семян. № 3—13.
Прогунков В. В. Влияние эгитомофильных растений на возобновление кедр корейского на Дальнем Востоке. № 4—18.
Родин А. Р., Угаров А. И. Определение оптимальных размеров микроповышений в условиях влажной и сырой сурамени. № 4—5.
Тарасова О. В., Суховольский В. Г. Развитие большого соснового долгоносика на вырубках и оценка опасности вредителя для насаждений. № 2—24.
Тронов А. Б., Ларина З. И., Рий В. Ф., Самошкин Е. Н. Применение аминокислотных металлохелатов для стимулирования роста березы повислой. № 1—20.
Тутыгин Г. С. Эффективность внесения сухих гербицидов при уходе за культурами сосны на Севере. № 6—16.
Цветков В. Ф. К характеристике территориального размещения деревьев в сосновых молодняках Кольского полуострова. № 4—8.
Цурик Е. И. Эмпирическая оценка точности алгоритмов таксации запаса древостоев. № 2—9.
Чиндяев А. С. Динамика радиального прироста осушенных древостоев Среднего Урала. № 5—9.
Чудный А. В., Новиков М. Н., Шувалов С. В. О путях создания семенной базы лиственницы польской в Подмосковье. № 3—5.
Чураков Б. П. Распространенность смоляного рака в ленточных борах Алтайского края. № 2—21.
Яковлев А. С. Основные этапы восстановления и формирования искусственных насаждений дуба в Среднем Поволжье. № 6—24.
Ярославец С. В. Возрастное строение ельников Крайнего Севера. № 3—9.

ЛЕСОЭКСПЛУАТАЦИЯ

- Азаренков В. М. Определение длины тормозного пути плота при остановке. № 5—52.
Анисимов Г. М., Перельман А. Я., Михайлов О. А. Прогнозирование времени движения трелевочной системы на отдельных передачах. № 5—30.
Библюк Н. И., Стыранивский О. А., Перетятко Б. Т., Бойко А. А. Обобщенные статистические характеристики микропрофилей лесных дорог. № 4—44.
Болотов О. В., Худоногов В. Н., Мордвинов В. С. Оптимизация формы поперечного сечения сплотно-формирующих устройств. № 1—45.

- Буторин Н. Н., Калинин Г. А., Казанцев В. В. Расчет на прочность переносного элемента временного пути УЖД. № 2—43.
- Васильев В. Г. О выборе оптимальных соотношений скоростей рабочих движений крана и грейфера. № 6—46.
- Васильев Г. М. Определение межоперационных запасов хлыстов на нижних складах методов «Монте Карло». № 1—48.
- Дергунов Н. П. Синтез автоматической подвески лесовозного автомобиля. № 3—29.
- Дуров А. В. Топливная экономичность тепловозов при маневровой работе на лесовозных дорогах. № 4—39.
- Жуков А. В., Кирильчик А. И. Скоростные показатели и время хода лесовозных автопоездов при движении на поворотах. № 2—28.
- Жуков А. В., Янушко В. В. Оценка эффективности применения системы подрессоривания прицепа-роспуска при перевозке его на шасси тягача. № 4—30.
- Ильин Б. А., Никифоров А. Г. Обоснование направления магистрального пути лесовозной дороги. № 4—34.
- Крылов В. В. Исследование характеристик гидроривода неполноповоротного ротатора. № 2—37.
- Крылов В. В., Панченко А. И. Динамическая нагруженность ротатора в процессе торможения грейфера с лесоматериалом методом противодавления. № 4—52.
- Лебедев Ю. В. Транспортно-технологическое обоснование рационального распределения объемов раскряжевки хлыстов. № 5—41.
- Лебедь С. С., Янковский Ю. В. Математическое моделирование процесса формирования пакетов цилиндрических изделий. № 1—36.
- Малюгин Т. Т., Ленюк Г. К. О динамических моделях автомобильных пакетов. № 1—32.
- Мигляниченко В. П. Диспергирующее влияние растворов нитрита натрия на мерзлые и талые грунты. № 2—41.
- Морозов С. Н. Влияние местного ослабления балласта на устойчивость температурно-напряженного пути УЖД. № 2—33.
- Морозов С. И. Устойчивость температурно-напряженного пути при асимметричном изменении сил сопротивления. № 6—29.
- Мурашкин Н. В., Кузьминных Н. Н., Архипов Ю. И., Рошин И. М. Определение уровня безотказности тракторов с применением ЭВМ. № 3—48.
- Неввержичкий В. Н., Перельмутер Ю. Н., Минков А. С. Метод оптимизации типоразмерных рядов объектов ремонтно-обслуживающей базы. № 1—51.
- Остриков Я. И., Жуков А. В., Лифшиц Г. И. Обобщенная имитационная модель движения лесовозного автопоезда с гидромеханической трансмиссией. № 3—37.
- Пузанов В. Г., Библиук Н. И. Математическая модель курсового движения лесовозного автопоезда. № 6—35.
- Пуланов С. В., Харитонов В. Я. Центр масс и центр тяжести пучков из хлыстов и полухлыстов. № 5—47.
- Русakov В. Ф. Применение электронерционного аккумулятора для троллейного лесовоза. № 2—47.
- Слепко И. И. Исследование характера изменения контактных напряжений пары несущий канат — каток в процессе эксплуатации. № 5—33.
- Суров Г. Я., Барабанов В. А. Движение плавающего твердого тела при взаимодействии его с механизмом. № 1—40.
- Суров Г. Я., Барабанов В. А. Движение сплошной единицы в сортировочном устройстве. № 4—48.
- Турлай Н. В. Алгоритм расчета работоспособности лесозаготовительных систем. № 3—34.
- Уваров Б. В., Щелкунов В. В. Расчет на прочность основания зимних автомобильных дорог на болотах с поперечным настилом. № 3—43.
- Храмцов Г. Ф. Об изгибных колебаниях хлыстов, уложенных на две опоры с двумя консолями. № 6—42.
- Чивиксин Л. Е., Ширшов С. И. Выбор технологии и типа механизма при работе с запасами хлыстов на нижнем складе. № 5—37.

МЕХАНИЧЕСКАЯ ОБРАБОТКА ДРЕВЕСИНЫ И ДРЕВЕСИНОВЕДЕНИЕ

- Афанасьев О. П., Леонов А. Л. Колебания ножей передвижных сучкорезных машин. № 2—50.
- Баранов Ю. Д., Купчинов Б. И., Шумилин В. А., Савицкий В. Н. К вопросу модифицирования уплотненной древесины березы полэфирной смолой ПЭ-265. № 1—58.
- Бова Ю. А., Еловский В. В. Теоретический расчет изменения угла обжима древесины наклонной фаской прижимной линейки в процессе лущения шпона. № 1—73.
- Варакин М. Ю., Веселков В. И. К вопросу об использовании термокомпенсационных направляющих для ленточных пил. № 3—56.
- Вольянский В. Н. Определение реологических коэффициентов по диаграмме изгиба древесины. № 5—63.
- Вьюков Б. Е., Мишура Е. И. Вопрос оценки численных значений коэффициентов теплового линейного расширения коры и древесины. № 3—63.
- Дерягин Р. В., Дерягин В. Н. Динамика механизма подачи лесопильной рамы с переменной передаточной функцией. № 4—63.
- Дорожко А. В. К вопросу об определении коэффициентов поперечной деформации при сжатии древесины вдоль волокон. № 1—66.
- Зырянова А. Б., Сайников А. А. Источники колебаний корообдирочных барабанов. № 6—67.
- Калитеевский Р. Е. Направления научно-технического прогресса в лесопилении. № 6—51.
- Костриков П. В. Физико-механические процессы склеивания гнукотеклевого блока из шпона лиственницы. № 5—55.
- Лурье Л. Л. Упорядочение потоков оперативной информации на лесопильном предприятии. № 4—67.
- Меремьянин Ю. И. Измерение влажности древесной стружки с помощью спектра шума. № 3—65.
- Минин Н. С., Москалева С. А. Влияние рубок ухода на физико-механические свойства древесины культур сосны. № 2—68.
- Серов Е. Н. Анализ напряженного состояния клееных балок в зоне наблюдаемого разрушения. № 6—55.
- Серов Е. Н., Табунов С. Ю. Уточнение инженерного расчета на прочность дощатоклееных рам с криволинейными участками. № 4—72.
- Соловьев В. В., Моргачев А. М., Михайлова А. Р. Влияние наплавки стеллита на прочность рамных пил. № 2—59.
- Стукова Т. П., Попова И. А. Влияние двоякого изменения реакции бревна на угловые отклонения торцовой плоскости фрезы. № 4—59.
- Федоренчик А. С., Ковалев Н. Ф. Расчет пропускной способности многостаночных потоков с последовательным расположением оборудования. № 6—61.
- Фергин В. Р. Регулирование и контроль процессов продольного пиления древесины. № 4—55.
- Фонкин В. Ф. Выбор материала дереворежущего инструмента. № 2—62.
- Фрейдин А. С., Отарбаев Ч. Т., Лемешова Т. Я. Развитие трещин в клееной древесине. № 3—59.
- Хлуд В. И., Сагаль С. З., Пожиток Л. И. Расчет процесса формирования древесностружечного ковра с заданным распределением фракционного состава по толщине. № 5—60.
- Черемных Н. Н., Канунников Н. И. Оптимизация размеров шумозащитного устройства для станков проходного типа. № 1—69.

- Шабалин Л. А., Виноградов В. Ф., Кириченко В. М., Миндияров А. М. О причинах отказов пыльных рамок тарных лесопильных рам. № 3—52.
- Шабалин Л. А., Кучумов Е. Г. Прочность элементов сепаратора нижних шатунных подшипников лесопильных рам. № 2—54.
- Шамаев В. А. Некоторые особенности химико-механического модифицирования древесины мочевиной. № 1—62.
- Шпряев Я. М. Применение механики разрушения к анализу прочности клееной деревянной конструкции. № 1—55.
- Яцюк А. И., Бирюченко Н. В. Разработка абразивных кругов для шлифования древесины и взаимосвязь их структуры с физико-механическими свойствами. № 5—67.

ХИМИЧЕСКАЯ ПЕРЕРАБОТКА ДРЕВЕСИНЫ

- Агабеков Н. М., Алиев С. М. Модификация древесины дивинилстирольным олигомером. № 1—91.
- Азаров В. И., Осовцева И. М. Улучшение свойств карбамидоформальдегидных пенопластов, применяемых в малоэтажном домостроении, модификацией полимера. № 3—69.
- Амосов В. А., Чижов Г. И., Шарков В. В., Шамко В. В., Шапкина Л. Б. Гидроксисоединения алюминия — связующие вещества для бумаги сухого формования. № 6—72.
- Барашко О. Г., Ползик П. В. Стохастическая модель процесса смешивания древесных частиц со связующими в производстве древесностружечных плит. № 5—83.
- Богданович Н. И., Кузнецова Л. И. Влияние условий термообработки на свойства пиролизованного активного ила. № 3—84.
- Богданович Н. И., Кузнецова Л. И. Влияние гидроксидов железа и кальция на свойства пиролизованного активного ила как сорбента для очистки сточных вод. № 6—86.
- Боголицын К. Г., Романенко С. А., Комаров Е. В., Крунчак В. Г., Родичев А. Г., Хабаров Ю. Г. Компонентный состав системы диоксид серы (IV) — вода. № 6—90.
- Гермер Э. И., Григорьев И. А. Кислородно-щелочные варки лиственницы с предварительной экстракцией водорастворимых веществ. № 1—81.
- Головин А. И., Киприанов А. И., Соколова М. И., Канышева А. М. Сульфоземулягатор на основе талловых жирных кислот. № 5—72.
- Горбунова О. Ф., Богомоллов Б. Д., Боголицына Г. М. Исследование сульфатных лигнинов. № 2—78.
- Грошев И. М., Марцуль В. Н., Сухая Т. В. Исследование процесса очистки сточных вод производства древесноволокнистых плит. № 5—88.
- Захарова Г. А., Киприанов А. И., Головин А. И., Канышева А. М. Технология производства этиленгликолевых эфиров жирных кислот таллового масла. № 4—78.
- Зорни И. Ф., Зорина Р. И., Федоров О. К. Влияние структуры полисахаридов на значения параметров уравнений химической кинетики. № 2—83.
- Ивчина Т. М., Левин Э. Д. Нефтеемкость и теплопроводная способность коры сосны и пихты при использовании ее для очистки водоемов от разливов нефти. № 6—83.
- Луговая Н. П., Гончарова Е. В., Ревенко О. М. Об определении переводных коэффициентов при анализе состава бумаги по волокну. № 2—87.
- Малков Ю. А., Иванов И. И., Доминский В. В. Влияние состава сернистых соединений варочного раствора на распределение серы при варке целлюлозы. № 3—76.
- Малышева О. Н., Соловьев В. А. Оценка способности щепы к саморазогреванию. № 4—82.
- Науменко З. М., Эрнст Л. К., Ладинская С. И., Сурков А. В. Применение сульфитного щелока в качестве консерванта при силосовании кормов. № 6—79.

- Новожилов Е. В., Тушина И. Г., Богомоллов Б. Д. Изучение состава моносульфитного щелока методами гель-фильтрации и электрофореза. № 4—85.
- Плотников И. А., Непсин В. Н., Киприанов А. И. К оценке реологических свойств волоконистых суспензий. № 1—78.
- Плотников И. А., Непсин В. Н., Киприанов А. И. Метод определения коэффициента ориентации волокон в бумаге. № 2—72.
- Прокшин Г. Ф., Миловидова Л. А., Цвиль В. С. Снижение сорности листовой сульфатной целлюлозы при отбелке ее различными реагентами. № 5—76.
- Сабуров Э. Н., Осташев С. И. Об особенностях турбулентного обмена в циклонных кольцевых камерах. № 4—91.
- Снопков В. Б., Снопкова Т. А., Сухая Т. В. Влияние катионных полиэлектролитов на электрокинетические свойства волокон. № 6—94.
- Снопков В. Б., Сухая Т. В., Якубович В. А., Храпова Г. И. О кинетике и механизме поглощения воды древесноволокнистыми плитами. № 3—71.
- Соколова О. К., Соколова Т. А., Мартынова И. А., Ришес Н. М. Жидкофазное каталитическое окисление дигексадецилметана. № 4—88.
- Тришин С. П., Цветков В. Е. Анализ модифицированных фенолоформальдегидных полимерных систем. № 5—80.
- Туманова Т. А., Буйницкая М. И., Часовенная В. А., Малькова Е. И., Дьяченко Ю. И. Действие окислителей на экстрактивные вещества целлюлозы. № 2—74.
- Туманова Т. А., Часовенная В. А., Малькова Е. И., Пахомова Л. Н. Состав отбеленных растворов после обработки небеленой сульфатной целлюлозы. № 6—76.
- Хабаров Ю. Г., Боголицын К. Г., Романенко С. А. Алгоритм для расчета констант равновесия по данным потенциометрического титрования. № 1—85.
- Черная Н. В., Колесников В. Л., Гридюшко Г. С. Влияние механических воздействий на удержание частиц осадка каучука на поверхности волокон при латексной проклейке бумаги и картона. № 1—87.
- Черная Н. В., Колесников В. Л., Гридюшко Г. С. Особенности роспуска сухого влагопрочного брака бумаги с латексной проклейкой. № 3—80.
- Шкирандо Т. П., Сухая Т. В., Резников В. М. Химические изменения древесины в процессе горячего прессования древесноволокнистых плит полусухого формования. № 2—90.
- Юрьев Ю. Л., Никифорова М. В. Оптическая плотность древесных смол и масел. № 1—93.

ЭКОНОМИКА И ОРГАНИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВА

- Бабинский Г. А., Соминский В. С. Вопросы прогнозирования потребностей в продукции целлюлозно-бумажной промышленности. № 5—97.
- Бычков В. П., Львин С. Я. Экономико-математическое обоснование структуры дорожной сети на лесных предприятиях. № 1—112.
- Гейзлер П. С. Методические вопросы решения на ЭВМ задач комплексного использования древесного сырья. № 1—99.
- Духон Ю. И., Кузьмин В. В., Соколик А. М. Комплекс задач по определению потребности отрасли в капитальных вложениях и их структуры в ОАСУ. № 1—96.
- Дынька П. К. Эколого-экономическая эффективность использования древесной зелени. № 1—104.
- Закиров А. И. Формы интеграции в лесопромышленном производстве. № 2—98.
- Иванов А. П., Дмитринская Г. Ф. Современное состояние и перспективы развития организационной структуры управления лесозаготовками и лесным хозяйством ПО Усть-Илимский ЛПК. № 5—101.

- Иванов Л. Б., Гельман И. В., Журавлева И. И., Шагалова Т. А. Статистический анализ удельных затрат ручного труда на Гатчинском мебельном комбинате. № 6—99.
- Книже И. Технологическая схема оперативного управления мебельным производством в условиях ЧССР. № 2—105.
- Кожевников Е. А. Оптимизация рубок ухода — важный резерв повышения их экономической эффективности. № 4—104.
- Кожин В. М., Кондратьев В. А. Эффективность использования материальных ресурсов в лесозаготовительной отрасли. № 1—109.
- Кожухов Н. И., Подшивалов Г. К. Методика измерения риска при прогнозе хозяйственных ситуаций. № 4—97.
- Кузнецов Ю. Д. Особенности нормативных расчетов в условиях АСУ. № 4—108.
- Кузнецова Л. И., Байгозина Т. П., Махина В. А., Зибарева Л. В., Иванова Н. В. Резервы древесного сырья Западной Сибири. № 2—107.
- Лазарева Н. С. О совершенствовании расчета производственных мощностей лесозаготовительных предприятий. № 6—106.
- Лобовиков Т. С. Концепция хозрасчетной организации лесохозяйственного производства. № 3—89.
- Лобовиков Т. С. О руководящих началах организации лесопользования на современном этапе развития. № 5—92.
- Мурашкин Н. В., Мурашкин А. Н. Совершенствование методов экономической оценки создания и внедрения новой лесозаготовительной техники. № 2—102.
- Ольшанский И. С., Спринцын С. М. Стимулирование использования мягколиственной древесины. № 2—94.
- Петров А. П., Долженко Л. М. Оценка районных различий в эффективности освоения древесных отходов. № 3—103.
- Починков С. В. О хозяйственном механизме лесного комплекса. № 3—98.
- Романов Г. Е. Признаки истощенности лесосырьевых баз. № 6—109.
- Степанова Л. В. К вопросу об оценке технико-экономического уровня спичечных предприятий. № 5—104.
- Филиппова Г. П., Кашенева Н. П. Формирование себестоимости продукции при агрегатной переработке сырья. № 6—102.
- Чантхавонг М. Организация лесопользования в Лаосской Народно-Демократической Республике. № 4—112.
- Гурьева Е. Н. Состояние лесных ресурсов как условие интенсификации лесного хозяйства. (На примере предприятий ВО Свердловскпром). № 2—126.
- Давидов Г. М. Зависимость среднего диаметра плантационных древостоев от густоты и средней высоты. № 4—115.
- Денеш Н. Д. Экспериментальное исследование влияния охлаждения пиломатериала на его жесткость и прочность при изгибе. № 3—115.
- Дериюжкин Р. И., Матвеев А. М. Создание культур лиственницы сибирской сеянцами, выращенными с применением искусственных подкормок. № 2—113.
- Дивин Н. П., Некрасова Н. В., Некрасов В. В., Прокшин Г. Ф. О возможности использования микрокалориметрического измерения теплоемкости для оценки качества целлюлозы. № 4—129.
- Дьяконов К. Ф., Курьянова Т. К. Критическая влажность древесины. № 1—120.
- Егоров А. И., Сабуров Э. Н., Каторина Л. С. Анализ эксергетического КПД котлов, работающих на некондиционных древесных отходах. № 1—125.
- Ивашов А. В., Подмарьков Н. Ю., Сиренко М. Д. Паразиты куколок зеленой дубовой листовертки в Крыму. № 3—108.
- Калитеевский Р. Е., Коноплева И. А. Выбор рациональной системы сортировки пиловочного сырья. № 3—113.
- Камкина Н. Д., Новожилов Е. В., Богомолов Б. Д. О вязкости моносульфитных щелоков производственных варок. № 5—123.
- Карамышев В. Р. Особенности расчета новой конической предохранительной муфты лесохозяйственных машин. № 2—112.
- Кондратьев Ю. Н., Москвина Г. А. Склеивание влажных пиломатериалов по длине. № 3—122.
- Королев И. Ю. Эффективность нового способа оценки степени вальцевания рамных нил. № 2—116.
- Корюгин Г. В., Тараканов В. Д. Выбор параметров индивидуального гидрпривода челюсти многочелюстного грейфера. № 5—114.
- Кочегаров В. Г., Сабов В. В., Кичкин Ю. Ф. Рациональная форма собирающих зубьев подборщиков лесосечных отходов. № 6—118.
- Крылов В. В. Исследование характеристик грейфера с перекрывающимися челюстями. № 5—112.
- Кульгин А. А. Влияние температурных условий на ход цветения древесных и кустарниковых пород. № 5—107.
- Любов В. К., Шестаков С. М., Дульнева Л. Т., Опякин Ю. К. Повышение эффективности энергетического использования древесных отходов. № 4—117.
- Мальков Ю. Г. Пылеудерживающая способность городских зеленых насаждений. № 6—113.
- Мясичев Д. Г. О погрузке деревьев рычажным технологическим оборудованием лесных машин. № 5—109.
- Потеряев П. И. Моделирование режимов электропотребления предприятий целлюлозно-бумажной промышленности. № 6—122.
- Ромейко-Гурко Н. Р., Федоров О. К. О расчете номинального режима прессования и сушки тарного картона. № 2—120.
- Сиротов В. И. О целесообразности проведения капитальных ремонтов лесосечных машин. № 3—111.
- Соболев В. А., Глушков В. П., Вайсман А. А. К методике оценки травматизма в лесной промышленности. № 3—127.
- Стахнев Ю. М., Соловьев В. В., Макаров В. В., Бачин О. И. Об изгибных колебаниях плоских круглых нил для поперечной распиловки бревен. № 3—119.
- Тимофеев Н. И. Усилия на ножах торцово-конических фрез для окантовки бревен. № 6—119.
- Третьяков С. Ю., Гончаров В. Н., Кугушев И. Д. Анализ влияния основных факторов процесса сортирования на производительность сортировок бумажной массы. № 2—123.
- Черепанова В. Э., Левин Э. Д. О представительности проб при исследовании простателандинов почек тополя бальзамического. № 3—110.

КРАТКИЕ СООБЩЕНИЯ И ОБМЕН ОПЫТОМ

- Аарелайд А. Х. Математическая модель для оптимальной корректировки размеров мебельных деталей. № 3—124.
- Андреев А. А., Андреев-Твердов А. И., Никифоров В. М. Обоснование параметров буровой машины на осмолзаготовках. № 6—115.
- Бадмаева С. Д. Исследование энергонасыщенности труда на деревообрабатывающих предприятиях. № 1—128.
- Боевская И. А., Портник Ж. И., Меремьянин Ю. И. Влияние влажности и плотности древесины на ее диэлектрические свойства. № 1—123.
- Бойченко А. М. Некоторые аспекты произрастания сосны обыкновенной на тукуланах Якутии. № 4—116.
- Буторин Н. Н., Чернов Ю. Л. Влияние введенного момента сил инерции лесопильной рамы на закон движения ротора и на нагрузку двигателя привода механизма резания. № 4—122.
- Войчалы П. И., Барабин А. И. Новый способ определения урожая шишек в северных ельниках. № 2—115.
- Вольский В. Н. Влияние смятия древесины на характер диаграммы ее изгиба. № 3—117.
- Грачев А. В., Барашков В. И. Влияние изменчивости посортного состава пиломатериалов на объем партии запуска сортировочно-пакетирующих линий. № 5—119.

- Шалас В. С., Рыкунин С. Н. Определение оптимальных размеров обрешечных досок при развальном способе раскря бревен. № 5—121.
- Ширяев Я. М. Оценка надежности дереворежущих полосовых пил под нагрузкой. № 5—116.
- Юриниц В. Е., Апостолов С. А. К вопросу определения напряженного состояния базисных элементов деревообрабатывающих станков. № 4—125.
- Юрьев Ю. Л., Никифорова М. В. Ингибирующая и восстанавливающая способности древесных смол и масел. № 3—125.
- Яковлев А. С. Состояние и рост снегозадерживающих насаждений с дубом черешчатым в северо-восточной части его ареала. № 1—118.
- Ясинский В. С., Меркелов В. М. Определение оптимальных толщин досок, выпиливаемых из сегментов. № 4—120.

ЗА РУБЕЖОМ

- Моисеев И. А., Облянин А. Н. IX Мировой лесной конгресс: проблемы использования и воспроизводства лесных ресурсов в мире. № 3—130.

ИСТОРИЯ НАУКИ

- Игумнов М. А. Отделение лесоводства и агролесомелiorации ВАСХНИЛ — 30 лет. № 6—126.
- Козобродов А. С., Варфоломеев Л. А. К 140-летию со дня рождения В. В. Докучаева. № 4—134.
- Мелехов И. С. Ломоносов и современность. К 275-летию со дня рождения М. В. Ломоносова. № 5—126.
- Мелехов И. С., Мерзленко М. Д. Василий Никитич Татищев. К 300-летию со дня рождения. № 4—131.
- Мерзленко М. Д. Андрей Андреевич Нартов. К 250-летию со дня рождения. № 5—129.
- Остроумова Н. К. Четвертые Сукачевские чтения. № 1—130.
- Стришнев И. М. Лесохимическое производство Украины XVI — первой половины XVII вв. № 2—129.

НАУЧНЫЕ КОНФЕРЕНЦИИ
И СОВЕЩАНИЯ

- Веретенников А. В. На втором Международном симпозиуме «Растение и кислородный стресс». № 1—135.
- Мурахтанов Е. С., Кишенков Ф. В., Тихонов А. С. Единение вузовской и отраслевой науки. № 6—128.
- Огневский В. В., Кишенков Ф. В., Лигачев И. П. Всесоюзное координационное совещание по искусственному лесовосстановлению и лесоразведению. № 1—132.

КРИТИКА И БИБЛИОГРАФИЯ

- Голубева Т. А. Новая книга по биологической защите леса. № 2—133.
- Гуляженко И. В. Ценная монография. № 5—132.
- Долгилевич М. И. Лесная мелiorация в Чехословакии. № 2—132.
- Малюгин Т. Т., Наконечный В. С. Книга о рубках ухода и промежуточном лесопользовании. № 5—132.
- Раскатов П. Б., Виктор Д. П. Новое пособие по физиологии растений. № 6—132.
- Рысин Л. П. Лесная энциклопедия. № 3—136.
- Туньца Ю. Ю. Нужны новые учебники. № 2—131.

ЮБИЛЕИ

- Дмитриев Ю. Я., Мазуркин П. М., Васильев Л. В. Басидию Евдокимовичу Печенкину — 85 лет. № 2—136.
- Загайнов В. П., Оконешников Д. С., Соломонов Н. Г., Бойченко А. М., Тимофеев П. А. Юбилей Игоря Петровича Щербакова. № 5—135.
- Коллектив кафедры сухопутного транспорта леса Уральского лесотехнического института. Редакционная коллегия «Лесного журнала». Юрий Дмитриевич Силуков. К 60-летию со дня рождения. № 1—137.
- Коллектив факультета механической технологии древесины Ленинградского лесотехнической академии. Славный юбилей профессора Александра Николаевича Песоцкого. № 2—135.
- Лахтанов А. Г., Янушкевич А. А., Трофимов П. М., Миклулинский В. И., Минин А. Н., Барташевич А. А. Юбилей профессора Николая Арсеньевича Батина. № 2—137.
- Мягин А. Г., Иванов Л. Б., Мосягин В. И., Алтухова Е. К., Мугадди С. И. Юбилей профессора Бориса Ивановича Павлова. № 4—137.

НЕКРОЛОГИ

- Бабиков Б. В., Косарев В. П. Памяти Харитона Алексеевича Писарькова. № 1—138.

ПАМЯТИ УШЕДШИХ

- Арцыбашев Е. С., Бельков В. П., Дыренков С. А., Мартынов А. Н., Мартынов Е. Н., Сеннов С. Е., Столяров Д. П., Шутов И. В. Николай Евгеньевич Декатов. К 90-летию со дня рождения. № 5—136.
- Ченик Ф. А. Памяти Петра Лукича Богданова (1901—1977 гг.). № 5—137.