

МИНИСТЕРСТВО ВЫСШЕГО И СРЕДНЕГО
СПЕЦИАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ СССР

ИЗВЕСТИЯ
ВЫСШИХ УЧЕБНЫХ
ЗАВЕДЕНИЙ

Лесной журнал

ГОД ИЗДАНИЯ ДЕВЯТНАДЦАТЫЙ

3

1976

АРХАНГЕЛЬСК

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

Проф. **И. М. Боховкин** (отв. редактор), доц. **Е. С. Романов** (зам. отв. редактора), доц. **С. И. Морозов** (зам. отв. редактора), проф. **Н. М. Белая**, доц. **П. И. Войчалъ**, проф. **И. В. Воронин**, проф. **М. Л. Дворецкий**, доц. **Г. Л. Дранишников**, проф. **М. И. Зайчик**, проф. **С. Я. Коротов**, акад. ВАСХНИЛ, проф. **И. С. Мелехов**, доц. **Н. В. Никитин**, проф. **А. Н. Песоцкий**, проф. **В. Н. Худоногов**, проф. **В. В. Щелкунов**.

Ответственный секретарь редакции **А. И. Кольцова**.

«Лесной журнал» публикует научные статьи по всем отраслям лесного дела, сообщения о внедрении законченных исследований в производство и 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.

Выходит 6 раз в год.

© ИВУЗ, «Лесной журнал», 1976.

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

ИЗВЕСТИЯ ВЫСШИХ УЧЕБНЫХ ЗАВЕДЕНИЙ
«ЛЕСНОЙ ЖУРНАЛ» № 3
(Год издания девятнадцатый)

Сдан в набор 26/IV-1976 г. Подписан к печати 18/V-1976 г.
Форм. бум. 70X108^{1/8}. Печ. л. 15,4 + вкл. Физ. л. II. Уч.-изд. л. 15,48.
Сл. 00112. Тираж 2150 Заказ 3105. Цена 1 руб.

Типография им. Скляпина издательства Архангельского обкома КПСС,
г. Архангельск, Набережная В. И. Ленина, 86.

ЛЕСНОЕ ХОЗЯЙСТВО

УДК 634.0.56

ДИНАМИКА ФОРМ ЛИНЕЙНОГО ПРИРОСТА СТВОЛОВ
ЕЛИ ЕВРОПЕЙСКОГО СЕВЕРА

И. И. ГУСЕВ

Архангельский лесотехнический институт

У древесных стволов таежных ельников встречаются разные формы линейного прироста. Количество стволов той или иной формы прироста обусловлено возрастной структурой древостоя, возрастом и типом леса.

Характер линейного прироста по длине ствола существенно влияет на величину текущего прироста объема, обуславливает форму и полндревесность ствола. При учете древесного текущего прироста важно знать особенности изменения линейного прироста по длине ствола. Давно было подмечено, что в разных частях ствола ширина годичного слоя неодинакова. Еще в прошлом столетии Р. Гартиг [10] отмечал неравномерность отложения прироста годичного слоя по высоте ствола в ельниках различных лесорастительных условий. Гутенберг [9] подметил падение линейного прироста ели до определенной высоты, а затем его возрастание к вершине ствола. Л. А. Иванов [7], ссылаясь на работу Моля, объясняет это тем, что пробуждение камбия начинается сверху ствола и продвигается вниз, на что уходит несколько недель.

В литературе имеется также указание и на другие формы изменения линейного прироста. М. Л. Дворецкий [4] установил, что в древостое встречаются различные формы линейного прироста, которые в зависимости от возрастной стадии или условий внешней среды могут переходить одна в другую. Он выделил возрастающую, падающую, постоянную, вогнутую, выпуклую и смешанную формы. Исследованию линейного прироста посвящены работы и других авторов [1], [2], [5], [6], [8].

Для еловых древостоев Европейского Севера обстоятельных исследований ширины годичного слоя по длине ствола до сих пор не проводили. Нами были использованы полные анализы хода роста 218 стволов ели и замеры линейного прироста по длине ствола на 13 пробных площадях со сплошной рубкой деревьев.

Изучение графиков радиального прироста по длине ствола в одно-возрастных среднетаежных ельниках черничных показало, что отношение форм линейного прироста тесно связано с возрастом древостоя.

В еловых молодняках преобладает возрастающая форма, когда линейный прирост непрерывно увеличивается от основания ствола к вершине. Но доля этих деревьев с увеличением возраста постепенно снижается. Например, 40-летних деревьев с возрастающей формой насчитывается 85%, 80-летних — 23,6%, а 120-летних — 3,3% (табл. 1).

С возрастом у деревьев развивается закомелистость, и возрастающая форма прироста начинает переходить в вогнутую. Количество деревьев данной формы достигает апогея в 90—100 лет, а с дальнейшим увеличением возраста снижается.

Таблица 1

Возраст, лет	Количество стволов по формам линейного прироста, %					
	возрастающей	вогнутой	выпуклой	постоянной	падающей	смешанной
30	93,2	1,0	—	1,9	2,9	1,0
40	85,0	8,6	0,5	3,8	2,1	—
50	77,0	19,2	0,6	2,0	0,6	0,6
60	60,3	31,2	0,5	6,1	0,5	1,4
70	41,5	47,5	0,5	9,5	0,5	0,5
80	23,6	62,6	1,9	10,0	0,5	1,4
90	11,8	71,0	1,0	13,1	0,5	2,6
100	7,2	72,1	4,3	15,4	—	1,0
110	3,8	67,4	6,0	21,2	1,6	—
120	3,3	60,2	9,2	24,0	2,2	1,1
130	0,9	65,0	5,2	27,4	1,8	—
140	—	57,2	12,7	25,8	4,3	—
150	—	55,5	11,2	27,8	5,5	—

У деревьев угнетенных, со слабо развитой кроной, возрастающая и вогнутая формы прироста переходят в постоянную. Доля деревьев с постоянной формой прироста увеличивается с момента формирования и до распада древостоя.

Выпуклая форма линейного прироста характерна для старых деревьев, но встречается и у молодых. Появление этой формы связано с ослаблением роста верхушечного побега и ускорением роста ствола у основания кроны. Такие деревья обычно отмирают. Вот почему их доля в древостоях невелика и достигает в 140—150 лет только 11—13%.

Падающая форма прироста появляется у сильно осветленных деревьев во время формирования древостоя или его распада. На стадии формирования одновозрастного древостоя у осветленных со всех сторон деревьев в нижней части ствола откладываются более широкие годовичные слои. По мере смыкания полога древостоя возрастание ли-

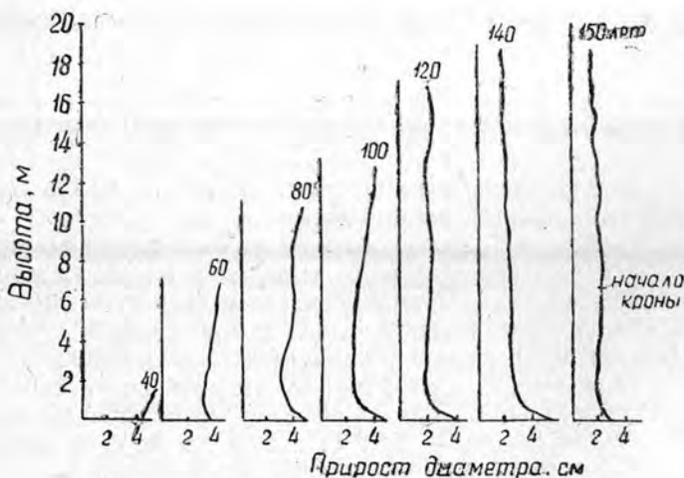


Рис. 1. Изменение линейного прироста по длине ствола, осветленного подневозльно-выборочной рубкой в 100-летнем возрасте древостоя.

нейного прироста вниз по стволу замедляется, и через 10—20 лет восстанавливается форма прироста, соответствующая новому возрастному состоянию дерева. Осветление старого дерева во время распада древостоя повышает интенсивность работы камбия и вызывает резкое увеличение ширины годичного слоя в нижней его части и появление падающей формы прироста. На рис. 1 показано изменение линейного прироста ели по длине ствола, осветленного подневольной-выборочной рубкой 50 лет назад. Были вырублены соседние с елью сосновые деревья. После осветления возрастающая форма прироста перешла в свою противоположность — падающую. Такие же изменения линейного прироста отмечены М. Л. Дворецким [4] для сосны.

Изменение условий местопроизрастания, возрастной структуры древостоя и других факторов отражается на линейном приросте по длине ствола и распределении стволов по его форме. Однако в спелых таежных ельниках всегда преобладает вогнутая форма линейного прироста (табл. 2).

Таблица 2

Типы леса ельников	Тип возрастной структуры [3]	Доля форм линейного прироста в еловых древостоях, %					
		возрастающей	постоянной	вогнутой	выпуклой	падающей	смешанной
Средняя подзона тайги							
Зеленомошный	О	17	12	68	1	2	—
Черничный	УР	14	12	66	6	2	—
Долгомошный	УР	1	26	44	17	11	1
Кисличный	Р	7	13	57	21	2	—
Чернично-долгомошный	Р	5	14	45	28	6	2
Сфагновый	Р	8	27	43	12	9	1
Притундровая подзона тайги							
Черничный	Р	6	28	38	5	19	4
Долгомошный	Р	4	36	42	6	11	1

Данные табл. 2 показывают, что по структуре форм линейного прироста к одновозрастным близки условно разновозрастные древостои. Но в них больше деревьев с выпуклой формой прироста, с притупленным ростом высоты. В этом отношении особенно отличаются долгомошные ельники. Здесь число деревьев с возрастающей формой прироста сокращается до 44%, зато увеличивается доля постоянной (26%), выпуклой (17%) и падающей (11%) форм прироста.

С усложнением возрастной структуры древостоя снижается доля деревьев с возрастающей и вогнутой формами прироста, но увеличивается количество стволов с постоянной, выпуклой или падающей формами.

В притундровых разновозрастных ельниках значительно больше деревьев с постоянной и падающей формами, чем в среднетаежных, поэтому стволы притундровых ельников характеризуются повышенным сбегом.

Удельный вес форм линейного прироста в пределах поколения зависит от его возрастного периода и типа возрастной структуры.

В условно разновозрастных ельниках, где восстановительные процессы непрерывны и сомкнутость полога более или менее постоянна, структура форм линейного прироста у деревьев различного возраста меняется очень мало, по крайней мере, меньше, чем в разновозрастных древостоях (табл. 3).

Таблица 3

Возрастные периоды, лет	Доля форм линейного прироста в условно разновозрастном ельнике черничном, %				
	возрастающей	постоянной	вогнутой	выпуклой	падающей
61—100	15	16	63	3	3
101—140	16	15	65	3	1
141—180	14	8	66	10	2
181—220	4	19	60	14	3

В разновозрастных ельниках динамика форм прироста заметнее, особенно в высокопродуктивных древостоях (табл. 4).

Таблица 4

Возрастные периоды, лет	Доля форм линейного прироста в разновозрастных ельниках, %					
	возрастающей	постоянной	вогнутой	выпуклой	падающей	смешанной

Средняя подзона тайги

Ельник кисличный

61—100	28	5	67	—	—	—
101—140	12	12	64	12	—	—
141—180	3	25	67	3	2	—
181—220	2	8	46	41	3	—

Ельник чернично-долгомошный

61—100	9	11	43	22	15	—
101—140	7	20	43	27	2	1
141—180	—	14	55	29	—	2
181—220	4	12	34	38	8	4

Притундровая подзона тайги

Ельник черничный

61—100	10	20	60	—	10	—
101—140	9	26	42	3	14	6
141—180	3	33	29	9	23	3
181—220	—	50	25	—	25	—

Ельник долгомошный

61—100	10	25	55	—	10	—
101—140	7	37	43	7	6	—
141—180	—	30	43	7	18	2
181—220	—	49	30	6	12	3

С повышением возраста поколений уменьшается доля деревьев с возрастающей, а в ряде случаев и вогнутой формами прироста. Доли постоянной, выпуклой и падающей форм увеличиваются или остаются на одном уровне. В разновозрастном лесу подавляющее большинство деревьев проходит возрастающую форму прироста в молодом возрасте.

По мере вхождения тонкомера в полог древостоя повышается доля деревьев с постоянной и вогнутой формами прироста. В этом возрастном периоде около половины деревьев, а иногда и больше, имеют вогнутую форму.

Число деревьев с выпуклой формой прироста в разновозрастных ельниках сильно варьирует; их доля зависит от индивидуальных особенностей развития древостоя.

Падающая форма прироста в высокопродуктивных древостоях, как правило, встречается у перестойных деревьев, а в низкопродуктивных — у всех деревьев независимо от возрастного периода. Падающая форма прироста обычно встречается у деревьев с открытой кроной и хорошо освещенным стволом. В разновозрастном лесу вследствие отпада старых деревьев улучшаются световые условия, что способствует формированию падающей формы линейного прироста. По этой же причине в разновозрастном лесу не всегда выражена четкая зависимость от возраста деревьев доли не только падающей, но и других форм линейного прироста.

Таким образом, динамика форм линейного прироста ели в таежных условиях зависит от возрастной структуры, возраста и типа леса.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Антанайтис В. В., Загреев В. В. Прирост леса. М., «Лесная промышленность», 1969. [2]. Верхунов П. М. Формирование древесного прироста в разновозрастных сосновых древостоях. — В сб.: Процессы лесовосстановления в Сибири. Красноярск, 1974. [3]. Гусев И. И. Типы возрастной структуры еловых древостоев Севера. — ИВУЗ, «Лесной журнал», 1975, № 5. [4]. Дворецкий М. Л. Текущий прирост древесины ствола и древостоя. М., «Лесная промышленность», 1964. [5]. Загреев В. В. Изменение толщины годичного кольца по высоте ствола. — В сб.: Новое в лесной таксации, вып. 48. М., «Лесная промышленность», 1964. [6]. Звиендрис А. И. Определение текущего прироста насаждений. — Труды Института лесохозяйственных проблем и химии древесины АН Латвийской ССР, т. XXII. Рига, 1961. [7]. Иванов Л. А. Анатомия растений. Л., Гослестехиздат, 1939. [8]. Моисеев В. С. Таксация молодяков. М., 1971. [9]. Guttenberg A. Wachstum und Ertrag der Fichte in Hohengebirge Österreichische Vierterjahr für Forstwesen. Wien und Leipzig, 1915. [10]. Hartig R. «Forstliches naturwissenschaftliches Zeitschrift», 1896, № 1.

Поступила 14 января 1976 г.

УДК 581.133 : 582.47

ЛИСТОВАЯ ДИАГНОСТИКА КУЛЬТУР СОСНЫ НА ДЕРНОВО-КАРБОНАТНЫХ ПОЧВАХ БРЯНСКОГО ЛЕСНОГО МАССИВА

Е. Л. КРАСНИКОВ

Брянский технологический институт

Излагаются результаты химического анализа однолетней хвой культур сосны обыкновенной. Приведено содержание элементов питания в хвое.

Химический анализ почвы до последнего времени считался самым надежным и чуть ли не единственным способом характеристики обеспеченности растений питанием. Однако во многих случаях связь между количеством элементов питания в почве и производительностью насаждений не прослеживалась [5], [7].

В настоящее время все чаще ставится вопрос о комплексной оценке плодородия почв: химический анализ почв, изучение производительности насаждений на этих почвах, листовая диагностика.

Метод листовой диагностики позволяет судить об обеспеченности растений азотом и зольными элементами. Если почва богата, а элементов питания в хвое недостаточно, это значит, что усвоению их корнями растений препятствуют какие-то помехи. И. Верман [11] и Г. Краусс [10], обобщая свои и литературные данные, приводят «предельные числа» главнейших элементов питания, характеризующие

недостаточную и оптимальную обеспеченность древостоев, а также зависимость между концентрацией различных элементов питания в хвое и показателями роста древесных пород.

Для выяснения обеспеченности культур сосны, созданных на дерново-карбонатных почвах, элементами минерального питания и в целях проверки пригодности шкалы И. Вермана и данных В. С. Победова, В. Е. Волчкова [6] для листовой диагностики в указанных условиях нами был проведен листовой анализ однолетней хвои.

Пробные площади заложены в чистых рядовых культурах сосны обыкновенной на дерново-карбонатных почвах Учебно-опытного лесхоза Брянского технологического института, насаждения которого являются эталоном Брянского лесного массива.

При выборе модельных деревьев и сборе хвои учитывали рекомендации Н. П. Ремезова и др. [8] и С. Э. Вомперского [1]. В хвое определяли: общий азот — по Кьельдалю; фосфор — колориметрически в модификации Труога—Мейера; калий — на пламенном фотометре; кремнезем — солянокислым методом; железо — колориметрически с гексакиоферратом К; алюминий — колориметрически с алюминоном; кальций и магний — трилонометрически. Всего исследовано 36 образцов хвои с двойной повторностью.

Результаты химического анализа хвои первого года представлены в табл. 1.

Полученные материалы подтверждают выводы С. Э. Вомперского [1], А. Я. Орлова, С. П. Кошелькова [4] и др. о том, что насаждения высшей продуктивности характеризуются более высоким содержанием в хвое физиологически важных элементов.

Для сравнительной оценки условий питания культур сосны на дерново-карбонатных почвах Брянского лесного массива используем шкалу «предельных чисел» И. Вермана [11] и данные оптимального содержания азота и зольных элементов в хвое насаждений БССР В. С. Победова и В. Е. Волчкова [6].

Содержание элементов питания в хвое культур сосны, созданных на дерново-карбонатных почвах, по данным разных авторов, показано в табл. 2.

Как видно (табл. 2), содержание азота в хвое исследуемых насаждений гораздо ниже его оптимального значения по шкале И. Вермана и данным В. С. Победова.

Содержание фосфора и калия близко к оптимальному по В. С. Победову, но не достигает пределов для высшей продуктивности по И. Верману, хотя в почве имеется значительное количество подвижных форм этих элементов. Возможно, их поступлению мешает большое содержание в почве кальция [3] и недостаточный водный режим [2].

Интересно отношение содержания азота и фосфора, особенно отклонение от обычного соотношения 10/1 [9]. Оказалось, что в Ia и в I классах бонитета соотношение N:P значительно меньше 10/1. Это указывает на недостаточное снабжение деревьев азотом при данном уровне обеспеченности фосфором.

При таксационной обработке собранного материала установлено снижение класса бонитета с возрастом культур на дерново-карбонатных почвах. Об этом говорит и содержание азота в хвое, уменьшение которого совпадает с изменением класса бонитета по мере увеличения возраста древостоя. Полученные данные подтверждают вывод А. Я. Орлова и С. П. Кошелькова [4] о том, что уровень снабжения сосны азотом определяет ее рост.

По мнению многих авторов, связь между классом бонитета и содержанием фосфора выражена значительно слабее. Так и в нашем случае, если в хвое текущего года в насаждении Ia класса бонитета среднее содержание фосфора равно 0,18%, то в насаждениях I класса бонитета — 0,15%.

Таблица 1

Название почвы Класс бонитета	Содержание азота и зольных элементов, % от сухого вещества							
	N	P	K	Ca	Mg	Fe	Al	Si
Дерново-карбо- натная выщело- ченная	1,24—1,32	0,14—0,22	0,52—0,60	0,37—0,63	0,10—0,15	0,005—0,024	0,009—0,016	0,22—0,24
Ia	1,28	0,18	0,56	0,50	0,13	0,015	0,013	0,23
Дерново-карбо- натная типичная	0,76—1,07	0,10—0,19	0,52—0,60	0,26—0,46	0,09—0,15	0,005—0,011	0,009—0,025	0,10—0,26
I	0,92	0,15	0,56	0,36	0,12	0,008	0,017	0,018

Примечание. В числителе колебания значений; в знаменателе — средние значения.

Таблица 2

Элементы	Недостаток, % по И. Верману	Высшая продук- тивность, %	Оптимальное со- держание, %, по В. С. Победову и В. Е. Волчкову	Содержание элементов, %, по нашим данным в культурах	
				Ia класса бонитета	I класса бонитета
N	0,7—1,6	1,8—3,2	1,6—1,7	1,2—1,3	0,8—1,1
P	0,06—0,10	0,2—0,3	0,14—0,16	0,14—0,22	0,10—0,19
K	0,3—0,45	0,55—0,9	0,6—0,7	0,52—0,60	0,52—0,60
Mg	0,05—0,09	0,06—0,13	—	0,10—0,15	0,09—0,15
Ca	0,05	0,05—0,24	0,35—0,40	0,37—0,63	0,26—0,46
S	0,006—0,007	0,020	—	—	—

Содержание калия в хвое культур Ia и I классов бонитета одинаково, следовательно, нет определенной связи с классом бонитета древостоя. Содержание кальция и магния довольно высоко, но связи с продуктивностью нет, что позволяет считать достаточной обеспеченность сосны этими элементами.

Таким образом, данные листового анализа показывают, что в насаждениях Ia и I классов бонитета (сосняки лещиново-грушанковые и бересклетово-грушанковые) обнаруживается недостаточное снабжение сосны азотом. Содержание фосфора в этих типах леса выше величин, соответствующих диапазону недостатков по И. Верману, и равно оптимальному содержанию по В. С. Победову. Количество калия находится в пределах между недостатком и высшей продуктивностью по И. Верману и несколько ниже оптимального содержания по В. С. Победову.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Вомперский С. Э. Биологические основы эффективности лесосушения. М., «Наука», 1968. [2]. Ковригин С. А. К характеристике лесорастительных свойств комплекса перегнойно-карбонатных почв. — «Почвоведение», 1939, № 8. [3]. Магницкий К. П. Диагностика потребности растений в удобрениях. М., «Московский рабочий», 1972. [4]. Орлов А. Я., Кошельков С. П. Почвенная экология сосны. М., 1971. [5]. Победов В. С. Применение удобрений в лесном хозяйстве. М., «Лесная промышленность», 1972. [6]. Победов В. С., Волчков В. Е. Использование листовой диагностики для характеристики минерального питания сосняков. — В сб. научных работ БелНИИЛХа, 1971, вып. 20. [7]. Победов В. С., Волчков В. Е., Шиманский П. С. Использование удобрений в лесном хозяйстве. ЦВНТИлесхоз. М., 1973. [8]. Ремезов Н. П., Быкова Л. Н., Смирнова К. М. Потребление и круговорот азота и зольных элементов в лесах европейской части СССР. М., 1959. [9]. Рийспере А. О минеральном питании сосны обыкновенной на маломощных перегнойно-карбонатных (альварных) почвах. — Изв. АН Эстонской ССР, 18, сер. биология, 1969, № 3. [10]. Krauss H. H. Möglichkeiten Produktionssteigerung in der Forstwirtschaft durch Düngung und die sich daraus ergebenden Forschungsprobleme. — Sitzungsber. Dtsch. Akad. Landwirtschaftswiss. Berlin, 1960, 9, H. 6. [11]. Wehrmann J. Möglichkeiten und Grenzen der Blattanalyse in der Forstwirtschaft. — Landwirtschafts. Forsch., 1963, 16, N. 2.

Поступила 22 сентября 1975 г.

УДК 634.0.453

ВЛИЯНИЕ ЛУНКИ СЕРЕБРИСТОЙ НА СОСТОЯНИЕ И ПРИРОСТ ДУБА

Е. Г. МОЗОЛЕВСКАЯ, Н. Г. МАРУШИНА

Московский лесотехнический институт

Показано, что сильное однократное повреждение дуба лункой серебристой не вызывает заметных изменений в состоянии древостоя и приводит к потерям прироста по диаметру (около 30%) только на следующий после повреждения год. Это связано со снижением количества запасных питательных веществ дуба, обеспечивающих прирост следующего года.

Степень вредного влияния лунки серебристой (*Phalera bicephalata* L.) оценивали при разработке вопроса о роли листогрызущих насекомых в лесных биогеоценозах и целесообразности борьбы с ними. Этот вопрос длительное время изучается на кафедре лесозащиты МЛТИ ([2], [3], [5], [7], [14], [15] и др.).

Исследования проведены нами в Волгодонском лесничестве Романовского лесхоза (юго-восточная часть Ростовской области). Очаги лунки серебристой образовались здесь в чистых культурах дуба 17—20 лет, созданных рядовым и строчно-луночным посевом на южных черноземах. Культуры дуба (84 га) имели среднюю высоту 5 м и средний диаметр 6 см, полноту 0,7—0,8, III класс бонитета, тип леса — сухая дубрава. В этих культурах очаги лунки действовали в течение 4 лет, но заметные повреждения отдельных участков наблюдались только в 1970 г. (табл. 1).

Таблица 1

№ пробной площади	Степень повреждения культур лункой серебристой, %				
	1967 г.	1968 г.	1969 г.	1970 г.	1971 г.
1	0	0	0	Ед.	0
2	0	Слабая	Слабая	50	Ед.
3	0	«	«	100	«

Для изучения влияния повреждений на состояние и прирост дуба дважды в 1970 и 1971 гг. проводили перечеты деревьев по категориям состояния на трех постоянных пробных площадях и анализ прироста по диаметру у 50 модельных деревьев в 1971 г. по методике [4]. Модельные деревья разделяли на три категории крупности по высоте, диаметру и развитию кроны (табл. 2).

Таблица 2

Категория крупности	Количество модельных деревьев на пробах	Средний диаметр дерева на 1,3 м, см	Средняя высота дерева, м	Средняя высота кроны, м	Запас листьев в июле, кг
I	15	9	7,1	6,4	5,6
II	18	6	5,8	4,2	2,1
III	17	5	4,7	3,7	1,5

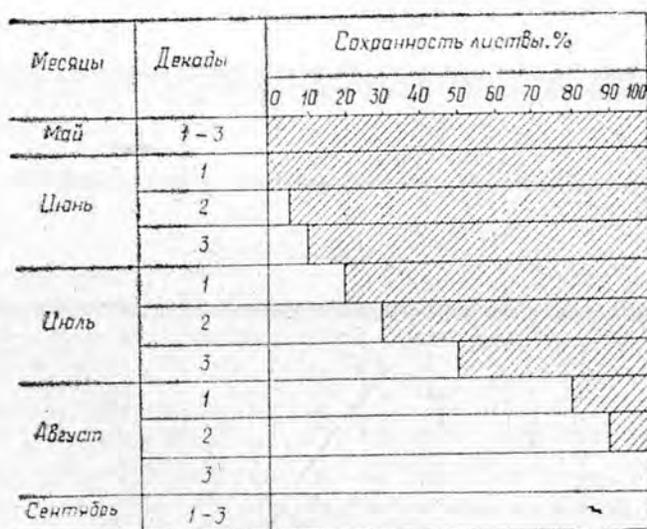


Рис. 1. Динамика повреждения листьев в очаге лунки серебристой в 1970 г.

Очаги лунки серебристой затухли в изучаемых насаждениях в 1971 г. под влиянием болезней и энтомофагов [11] — [13].

Известно, что степень вредного воздействия насекомых-филлофагов зависит от периода повреждения ими листы, от принадлежности их к тем или иным фенологическим группам [5].

Лунка серебристая относится к вредителям позднелетнего фенологического комплекса. Даже в условиях Ростовской области, где в целом ее фенология значительно сдвинута на более ранние сроки по сравнению со средней полосой, полное обезлиствение дуба наблюдается в очагах лунки только в августе. Об этом свидетельствуют наши наблюдения за динамикой повреждения листы в год наибольшего развития очага (рис. 1). Влияние повреждений лунки на состояние дуба в полностью объединенном насаждении (пробная площадь, № 3, квартал 11, выдел 1) можно видеть из данных табл. 3.

Таблица 3

Время учета	Распределение деревьев по категориям состояния, %					
	Здоровые	Ослабленные	Суховершинные	Усыхающие	Свежий сухой	Старый сухой
Июнь 1970 г.	59,4	25,0	10,5	3,0	2,1	0
Июнь 1971 г.	37,3	35,3	18,6	5,3	3,5	0

Текущий отпад в культурах на следующий после повреждения год увеличился на 1,4%. Возросло и количество ослабленных и суховершинных деревьев. Их число было значительным и до повреждения (в июне 1970 г.), что вообще характерно для степных посадок дуба в Ростовской области в изучаемый период. Однако в общем состоянии полностью объединенного лункой насаждения особо заметных изменений, не произошло. В молодых культурах дуба, как показали наши наблюдения, деревья второй и третьей категорий состояния часто способны полностью восстанавливать крону и со временем снова переходить в первую категорию.

Вначале мы исследовали изменчивость прироста по диаметру у деревьев разных категорий крупности. Для этого сравнивали прирост у деревьев разных категорий крупности за 5 лет, предшествующих вспышке (1965—1969 гг.) — табл. 4.

Таблица 4

Категория крупности	Количество модельных деревьев	Среднее значение суммарного прироста за пятилетие, мм	Коэффициент вариации прироста, %
I	13	30,1 ± 3,29	39,7
II	14	24,4 ± 1,46	21,6
III	13	16,7 ± 1,47	31,9

Как и следовало ожидать, наименьшая изменчивость прироста наблюдалась у деревьев средних размеров. Поэтому результаты ос-

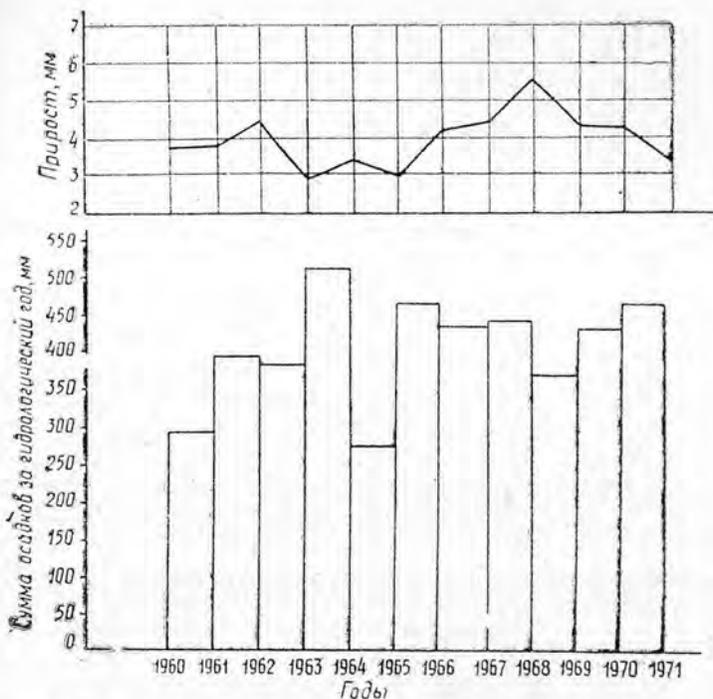


Рис. 2. Изменение прироста дуба по диаметру и суммы осадков за гидрологический год в Романовском лесхозе в 1960—1971 гг.

новых вычислений мы сравнивали с данными для деревьев этой категории и только частично — I и III категорий крупности.

Чтобы учесть возможность влияния на прирост дуба метеорологических факторов, анализировали связь между количеством осадков и приростом деревьев за последнее 10-летие. Для этого устанавливали корреляцию между приростом дуба на пробе № 1 (в практически не поврежденном насаждении) и суммой осадков за вегетационный период (апрель—сентябрь), весенний период (апрель—май) и за гидрологический год (с октября предыдущего по сентябрь последующего года). Оказалось, что слабая корреляция ($r=0,32$) имеется только между приростом дуба и суммой осадков за гидрологический год (рис. 2). В целом период 1960—1971 гг. не отличался резкими колебаниями этих показателей, и сумма осадков за исследуемые гидрологические годы была близка к средней (рис. 2), поэтому в дальнейшем мы не учитывали влияние осадков на прирост дуба в годы вспышки вредителя.

Для определения потерь прироста в очагах лунки серебристой сравнивали динамику прироста по диаметру в трех разных насаждениях с разной степенью повреждения листьев лункой. При этом за эталон для сравнения принимали средний годовой прирост за последние три года, предшествующие годам повреждения на каждом участке (табл. 5).

Из данных табл. 5 можно видеть, что в год повреждения лункой прирост в очагах остался практически неизменным, падение прироста стало заметным лишь на следующий год. Учитывая общее снижение прироста в 1971 г. в не повреждавшихся лункой насаждениях (проб-

Таблица 5

Годы	Степень повреждения листья на пробах			Средний прирост моделей, мм на пробах			Прирост, % по отношению к 1967—1969 гг.			Изменения прироста, в годы вспышки, % на пробах		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3
1967	0			4,7			100					
1969	5	Ед.	Слабо	4,2	5,2	5,9	89,4	100	100	-10,6	-1,9	+3,4
1970		50	100	3,4	5,3	6,1	72,3	101,9	103,4	-27,7	+55,8	-33,9
1971	0	Ед.	Ед.		2,3	3,9		44,2	66,1			

ная площадь № 3) и сравнивая с ним прирост в очагах, определяем потери прироста как разность между относительными потерями прироста (%) в поврежденных и неповрежденных участках. Тогда потери прироста по диаметру на следующий после повреждения год составили: после 100%-ного объедания листьев — 28%; после 50%-ного объедания — 6%.

Приведенные данные сильно расходятся с данными В. Ф. Самарина ([17] для 30—40 летних дубрав Донецкой области, где он определил наибольшие потери прироста в очагах лунки серебристой в год повреждения (20—32%) и снижение этих потерь в последующий год (по 10—28%). Наши данные, напротив, хорошо согласуются с данными Н. С. Грезе и В. Л. Циопкало [6] и А. И. Воронцова [3] о характере изменения прироста дуба в очагах краснохвоста (*Dasychira pudibunda* L.), который так же, как и лунка относится к вредителям позднелетней фенологической группы.

Как известно, формирование прироста дуба заканчивается обычно уже к концу июля [16], [9], до момента массового повреждения листьев вредителями позднелетней группы. Поэтому уничтожение ими листьев дуба уже не может значительно повлиять на размер текущего прироста. Однако оно сказывается на количестве запасных питательных веществ, откладываемых деревом в этот период, которые обеспечивают прирост древесины и рост ассимиляционного аппарата дерева в последующем году. Таким образом, потери прироста в очагах вредителей позднелетней группы в этом случае объясняются снижением энергетических запасов дерева в год повреждения.

Мы исследовали реакцию прироста по диаметру у деревьев разных категорий крупности на повреждение лункой листьев при полном ее объедании (табл. 6).

Оказалось, что наиболее резко падает прирост на следующий после повреждения год у деревьев средних и мелких. По-видимому, это объясняется меньшим общим запасом энергетических ресурсов у деревьев меньших диаметров

Таблица 6

Категория крупности деревьев	Средний прирост по диаметру, мм			Средний прирост по диаметру, %			Потери прироста по диаметру, %		
	1969 г.	1970 г.	1971 г.	1969 г.	1970 г.	1971 г.	1969 г.	1970 г.	1971 г.
I	7,9	8,2	6,4	100	103,8	81,0	—	+3,8	-19
II	6,1	6,1	3,9	100	100	64,0	—	0	-36
III	5,2	4,9	3,3	100	94,2	63,5	—	-5,8	-36,5

и их более резкой реакцией на дефолиацию. Этот вопрос экспериментально изучен Е. Н. Иерусалимовым [8] для сосны в очагах соснового шелкопряда (*Dendrolimus pini* L.).

Косвенное влияние на снижение прироста древесины у дуба на следующий после повреждения год могла оказать и несколько меньшая поверхность восстановившейся листвы у деревьев в очагах. Так, размер листьев в не повреждавшихся лункой насаждениях в 1971 г. составлял $75 \pm 1,58$ мм², а в повреждавшихся $70 \pm 1,92$ мм² (пробная площадь № 2) и $73 \pm 2,5$ мм² (пробная площадь № 1).

Учитывая полученные нами данные и небольшую продолжительность действия очагов лунки серебристой [1], [10], [12], [13], можно считать, что требующая значительных средств и чреватая серьезными нарушениями в лесных биогеоценозах авиационная борьба с лункой серебристой целесообразна только в исключительных случаях.

ЛИТЕРАТУРА

- Ш. Воронцов А. И. Вредители полезационных насаждений Нижнего Поволжья. — Труды Института леса АН СССР, т. 16. М., 1954. [2]. Воронцов А. И. Биологические основы защиты леса. М., «Высшая школа», 1961. [3]. Воронцов А. И. Критерии для назначения химической борьбы в лиственных насаждениях. — Научные труды МЛТИ, вып. 15, «Вопросы защиты леса». М., 1967. [4]. Воронцов А. И., Голосова М. А., Мозолевская Е. Г. Методика определения потерь от листогрызущих насекомых. Вопросы лесозащиты. М., изд. ИНТИлеспрома, 1966. [5]. Воронцов А. И., Иерусалимов Е. Н., Мозолевская Е. Г. Роль листогрызущих насекомых в лесном биогеоценозе. — Журнал общей биологии, т. 28, вып. 2. М., 1967. [6]. Грезе Н. С., Циопкало В. Л. О влиянии первичных вредителей на прирост деревьев. «Захист лісу», 14, Киев, 1936. [7]. Иерусалимов Е. Н. Изменение прироста в смешанном дубняке при объедании листогрызущими насекомыми. — ИВУЗ, «Лесной журнал», 1965, № 6. [8]. Иерусалимов Е. Н. О содержании крахмала и жиров в повреждавшихся сосновым шелкопрядом деревьях сосны обыкновенной. — Научные труды МЛТИ, вып. 65, «Вопросы защиты леса». М., 1974. [9]. Крамер П., Козловский Т. Физиология древесных растений. М., Гослесбумиздат, 1963. [10]. Лозинский В. А. Лунка серебристая — вредитель лесов и меры борьбы с ней. Киев, изд. АН СССР, 1954. [11]. Марушина Н. Г. Паразиты лунки серебристой. — Научные труды МЛТИ, вып. 41, «Вопросы защиты леса». М., 1973. [12]. Марушина Н. Г. Болезни гусениц лунки серебристой. — Научные труды МЛТИ, вып. 50, «Вопросы защиты леса». М., 1974. [13]. Марушина Н. Г. Динамика численности лунки серебристой в Волгодонском лесничестве Ростовской области. — Научные труды МЛТИ, вып. 65, «Вопросы защиты леса». М., 1974. [14]. Мозолевская Е. Г., Тудор И. Влияние дубовой хохлатки на состояние и прирост насаждений. — Сб. работ, вып. 15, «Вопросы защиты леса». М., МЛТИ, 1967. [15]. Мозолевская Е. Г., Новикова Л. К. Лесохозяйственное значение звездчатого ткача-пилильщика в Бузулукском бору. — Сб. работ, вып. 26, «Вопросы лесной энтомологии». М., МЛТИ, 1969. [16]. Раскатов П. Б. К вопросу о формировании годичных колец древесины дуба. — Научные труды ВЛХИ, т. 10, 1948. [17]. Самарин В. Ф. Втрата приросту в осередках лунки серебристой (*Phalera bucephala* L.). — «Лісове господарство, лісова паперова і деревообробна промисловість», 1968, № 1.

Поступила 20 ноября 1975 г.

УДК 634.0.5

ИЗМЕНЧИВОСТЬ ДИАМЕТРОВ И ВЫСОТ СТВОЛОВ В СОСНОВЫХ ДРЕВОСТОЯХ ЧЕЛЯБИНСКОЙ ОБЛАСТИ

И. Ф. КОРОСТЕЛЕВ

Уральский лесотехнический институт

На материале 136 пробных площадей, обработанном на ЭВМ, проанализирована изменчивость диаметров стволов, а по 74 пробным площадям — изменение высот по типам леса и лесорастительным зонам.

Варьирование диаметров и высот стволов — важный фактор, определяющий запас древостоя и его сортиментную структуру; оно тесно связано и с другими таксационными показателями. Поэтому изучению изменчивости диаметров и высот стволов в насаждениях придается большое значение. Между тем, не только для условий Челябинской области, но и вообще для Южного Урала, эти вопросы практически не изучены.

При исследовании изменчивости диаметров стволов в сосновых древостоях Челябинской области использованы ряды распределения числа стволов по диаметру 136 пробных площадей, характеризующих разновозрастные и условно разновозрастные насаждения [7], слабоизреженные или не пройденные рубками ухода. Данные были обработаны на ЭВМ в вычислительном центре УкрСХА по программам проф. К. Е. Никитина. Ряды выравнены по уравнениям функции Шарлье и Пирсона-I [6] с вычислением средних значений, основных отклонений, коэффициентов варьирования, показателей асимметрии и эксцесса, точности опыта и их ошибок, а также критериев согласия между фактическими и выравненными рядами. Для характеристики изменчивости диаметров стволов рассмотрены показатели: коэффициент варьирования S , асимметрия A_s , эксцесс ε_s и распределение стволов по естественным ступеням толщины.

Многочисленными исследованиями ([1], [3], [5] и др.) выявлено, что коэффициент S наибольший — в молодняках, наименьший — в спелых и перестойных древостоях. Для сосновых древостоев области этот вывод подтверждается: наибольшее значение $S = 63\%$ в возрасте 20 лет (проба 239), наименьшее $S = 15\%$ в возрасте 103 лет (проба 238). По группам возраста коэффициенты варьирования оказались следующими:

Возраст, лет	15—40	41—80	81—120	121—133
S , %	54,2	32,0	26,0	24,1

Средние значения S , начиная со средневозрастных насаждений, практически совпадают с результатами, полученными для сосняков Марийской АССР [2] и Среднего Урала [9], но на 5—8% больше, чем по данным проф. К. Е. Никитина [5]. В молодняках они оказались больше на 13—26%. Значения S , вычисленные по материалам Н. Т. Смирнова [8], также указывают на большее варьирование диаметров стволов в молодняках на Южном Урале (проба 56, $S = 50\%$; проба 40, $S = 55\%$).

По типам леса [11], а также лесорастительным зонам области [4] наблюдается некоторое различие в значениях C , однако оно статистически недостоверно ($t < 3$). Поэтому можно говорить лишь о тенденции некоторого уменьшения изменчивости диаметров стволов с улучшением условий местопроизрастания (табл. 1), а по области в целом — с продвижением с юга на север.

Таблица 1

Типы леса по Е. М. Фильрозе	Число пробных площадей, шт., по группам возраста, лет		Средний коэффициент варьирования с ошибкой, %, по группам возраста	
	41—80	81—120	41—80	81—120
С — IIa	13	17	$32,9 \pm 1,22$	$27,1 \pm 0,95$
С — IIб	22	20	$33,8 \pm 1,39$	$27,0 \pm 0,99$
С — IIIa	25	21	$30,1 \pm 1,50$	$23,3 \pm 0,87$

При характеристике рядов распределения важны также показатели A_s и ϵ_s . В области показатели A_s распределения стволов по диаметру изменяются от $+1$ до $-0,3$. По лесорастительным зонам определенной закономерности не прослеживается. Сравнение по типам леса и двум возрастным группам (табл. 2) указывает на некоторое уменьшение показателя с улучшением условий местопроизрастания, а также с увеличением возраста насаждений. Для молодняков и средневозрастных насаждений характерно левое смещение от незначительного до сильного.

Таблица 2

Типы леса	Средние значения с ошибками в возрасте, лет		Пределы колебаний в возрасте, лет	
	до 55	56 и более	до 55	56 и более
С — IIa	—	$0,20 \pm 0,03$	—	$-0,2 \pm 0,5$
С — IIб	$0,57 \pm 0,09$	$0,12 \pm 0,04$	$0 \pm 1,0$	$-0,1 \pm 0,9$
С — IIIa	$0,45 \pm 0,06$	$0,05 \pm 0,03$	$0 \pm 0,9$	$-0,3 \pm 0,6$

Связь эксцесса с возрастом выражается неясно. Эксцесс варьирует от $0,6$ до $-0,9$. Средние арифметические значения ϵ_s для типов леса С — IIa, С — IIб и С — IIIa составляют соответственно $-0,25 \pm 0,08$; $-0,26 \pm 0,07$ и $-0,42 \pm 0,04$. С улучшением условий местопроизрастания их абсолютная величина несколько возрастает, а отрицательный знак указывает на плосковершинность кривых по сравнению с кривыми нормального распределения.

Показатели A_s и ϵ_s свидетельствуют об отклонении рядов распределения, характеризуемого кривой Гаусса — Лапласа. Из 136 эмпирических рядов в 117 случаях сумма квадратов отклонений от кривой нормального распределения оказалась больше, чем от кривых Шарлье и Пирсона-I. Вычисленные критерии согласия Колмогорова (1-К) и Пирсона χ подтверждают лучшее соответствие опытным рядам функции Шарлье, а для молодняков также и Пирсона-I, по сравнению с кривой нормального распределения.

Анализ распределения стволов по естественным ступеням толщины показал изменение относительных диаметров в молодняках от $0,1$ до $2,4$, в спелых и перестойных насаждениях от $0,3$ до $1,7$, то есть с возрастом интервал варьирования уменьшается. Ранг среднего дерева

по диаметру колеблется от 66,2 в молодняках до 53,4 в спелых. Различие существенно и достигает 12,8. Наиболее вероятные значения рангов средних деревьев R_d в зависимости от среднего диаметра D характеризуются следующим уравнением:

$$R_d = 50,585 + \frac{119,4}{D} \pm 0,203.$$

Рассмотрена также изменчивость высот в древостоях области. Коэффициент изменчивости высот варьирует от 31,9% в молодняках до 7,5% в спелых и перестойных древостоях.

Для изучения изменчивости высот по лесорастительным зонам использованы относительные высоты 74 рядов распределения стволов (пробных площадей). Для каждого ряда вычисляли ранги и редуцированные числа по высоте, строили графики, с которых снимали выравненные значения рангов по относительным высотам. Пределы изменчивости относительных высот по зонам и группам высот приведены в табл. 3.

Таблица 3

Лесорастительные зоны	Число рядов, шт.	Пределы изменчивости относительных высот при средних высотах древостоя, м			
		6—10	11—15	16—20	21—28
Лесная	30	0,3—1,4	0,4—1,3	0,5—1,3	0,6—1,13
Лесостепная	29	0,4—1,4	0,4—1,3	0,6—1,2	0,6—1,15
Степная	15	0,3—1,3	0,4—1,3	0,6—1,2	0,6—1,15
Среднее	—	0,3—1,4	0,4—1,3	0,6—1,2	0,6—1,14

Из табл. 3 видно, что относительные высоты в области изменяются в значительных пределах: от 0,3 до 1,4 в молодняках, от 0,6 до 1,15 в насаждениях при средних высотах 21—28 м, что превышает данные проф. А. В. Тюрина, полученные для господствующего яруса насаждений [10]. С увеличением средней высоты (а значит, и возраста) границы варьирования относительных высот сужаются, интервал его уменьшается с 1,1 до 0,45.

Сравнение по зонам как пределов варьирования, так и распределения стволов по относительным высотам, выполненного по приспевающим и спелым насаждениям, не выявило существенных различий между лесорастительными зонами.

В заключение отметим, что придержки колебаний диаметров и высот стволов следует учитывать при таксации насаждений, а также при закладке пробных площадей. В молодняках при определении среднего диаметра на пробных площадях с ошибкой до 2% (с вероятностью 0,68) необходимо брать не менее 500 стволов.

Различия в варьировании диаметров и высот по типам леса и лесорастительным зонам невелики, что указывает на возможность составления единых для области рядов распределения числа стволов по ступеням толщины при разработке товарных таблиц.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Воропанов П. В. Лекции по лесной таксации. БрТИ, 1961. [2]. Дворецкий М. Л. Изменчивость и взаимосвязь таксационных признаков стволов древостоя. — Сборник трудов ПЛТИ. Йошкар-Ола, 1957, № 52. [3]. Захаров В. К. Варьирование таксационных признаков древостоев. — «Лесное хозяйство», 1956, № 2. [4]. Колесников Б. П. Леса Челябинской области. — В кн.: Леса СССР, т. 4. М.,

«Наука», 1969. [5]. Никитин К. Е. Листопадница на Украине. Киев, «Урожай», 1966. [6]. Никитин К. Е. Применение ЭВМ в лесной таксации. М., «Лесная промышленность», 1972. [7]. Семечкин И. В. Особенности таксации древостоев в связи с типами возрастной структуры.—Труды Института леса и древесины СО АН СССР, 1963, т. 66. [8]. Смирнов Н. Т. Формирование и рост сосновых и сосново-березовых молодняков восточных предгорий Южного Урала и рубки ухода в них.—Труды Института биологии УФ АН СССР, 1964, вып. 40. [9]. Соколов С. В. Исследование роста и товарности сосновых насаждений подзоны южной тайги Зауралья. Автореф. канд. дис. Свердловск, 1970. [10]. Тюрин А. В. Строение нормальных насаждений—«Лесное хозяйство, лесопромышленность и топливо», 1923, № 1. [11]. Фильрозе Е. М. Схема генетической классификации типов леса тайги восточного макросклона Южного Урала и северной лесостепи Восточноуральского пепленина.—Труды Института экологии растений и животных УФ АН СССР, 1967, вып. 53.

Поступила 13 января 1976 г.

УДК 634.0.231.324

О ПРИМЕНЕНИИ АРБОРИЦИДОВ В БОРЬБЕ С ПОРОСЛЬЮ В ЛЕСНЫХ ПОЛОСАХ

Д. С. ЖУРИХИН

Саратовский сельскохозяйственный институт

Испытано действие аминной соли 2,4Д и бутилового эфира 2,4Д на поросль в Саратовском Заволжье. Показана эффективность действия арборицидов на разные породы при различных сроках обработки.

Формирование рубками ухода полос продуваемой конструкции позволяет значительно улучшить их влагораспределительные свойства, влияние на микроклимат прилегающих полей и в конечном итоге повысить урожайность сельскохозяйственных культур. Но высокие мелниоративные свойства полос быстро снижаются, так как отрастающая поросль древесных и кустарниковых пород и разрастающиеся сорняки уменьшают ажурность и ветропроницаемость в нижней части полос. Существуют различные способы борьбы с отрастающей порослью, но, как показали исследования ряда ученых ([1—3] и др.), наиболее эффективно применение арборицидов.

Наша задача заключалась в определении эффективности действия арборицидов, нахождении оптимального срока обработки поросли и лучшей комбинации сроков при двухразовой обработке.

Исследования проводили в левобережной части Саратовской области. Почвы района исследований— южные черноземы средней мощности, тяжелосуглинистые; годовое количество осадков 350 мм.

Опыты проведены в полосах, пройденных рубками ухода во второй половине лета 1970 г. Освещенность после рубок на высоте 1 м над поверхностью составила 28—31% от полной. К началу лета 1971 г. в полосах появилась поросль в количестве 11—28 тыс. шт. на 1 га, высотой 0,3—0,4 м.

В этих полосах в 1971 г. были заложены 16 опытных участков площадью 400—600 м² с обработкой поросли в начале, середине и конце лета. На следующий год обработка была повторена в некоторых комбинациях сроков. Участок 17 оставлен контрольным.

Для обработки поросли с помощью ранцевого опрыскивателя ОРП-Г использовали производные дихлорфеноксиуксусной кислоты (2,4Д): аминная соль в дозе 6,5 кг действующего вещества на 1 га и бутиловый эфир в дозе 4,5 кг. Арборициды применяли в водном растворе, расход которого составил 600 л на 1 га. В начале и середине лета работы производили при температуре воздуха 20—24°C, относительной влажности воздуха 33—36%, в конце лета—при температуре 18°C и влажности 37—38%.

Эффект действия арборицидов находили, сравнивая количество отмершей и сохранившейся поросли. Поросль и самосев учитывали до обработки и несколько раз

после нее. Для комплексной характеристики живой и отмершей поросли определяли ажурность в стволах (от уровня почвы до высоты 2 м) и высоту поросли; последнюю — от поверхности земли до линии верхнего полога поросли, образованной верхушками наиболее рослых порослевин как живых, так и отмерших (высоту единичных экземпляров, возвышающихся над этой линией, исключали).

Лучшие результаты дала обработка поросли в начале и середине лета. Поросль клена ясенелистного отмерла полностью, вяза перистоветвистого — на 95%, акации желтой — на 80—90%, дуба черешчатого — на 80%, ясеня зеленого — на 30—50%, вяза обыкновенного — на 35—45%, поросль клена татарского и остролистного не отмирала. При обработке в конце лета эффект был в несколько раз меньше. Аминная соль и бутиловый эфир 2,4Д в примененных дозах подействовали на поросль примерно одинаково, но эффект от бутилового эфира нарастал несколько быстрее.

На следующий после первой химической обработки год поросль отрастала меньше, чем в предыдущий год; исключение составила акация желтая, у которой поросль появилась примерно в том же количестве. При повторной обработке поросли в 1972 г. был получен эффект такой же, как в предыдущем году. Но у акации желтой отмирание поросли было несколько меньшим (в начале и середине лета 40—75%), так как появившаяся в 1972 г. молодая поросль была частично защищена в плотном кусте от попадания арборицида.

После двухразовой обработки лучшие показатели комплексной оценки были на участках, обработанных дважды в начале лета. Через два года после рубок ухода (1972 г.) высота поросли составила здесь всего 0,3 м, ажурность в стволах в облиственном состоянии 65%, через четыре года после рубок (1974 г.) показатели были соответственно 0,6—0,7 м и 50%. Хорошие показатели были также на участках с обработкой в первый год в середине лета, во второй год в начале лета. На контрольном участке, оставленном без обработки арборицидами, высота поросли через два года после рубок составила 1,4 м, через четыре года 3,2 м.

На отдельных участках лесных полос площадью до 1 га поросль после рубок ухода дважды обрабатывали растворами арборицидов с помощью тракторного опрыскивателя ОБТ-1. Во избежание попадания арборицида на кроны распыливающее устройство опрыскивателя было зафиксировано в крайнем нижнем положении. Но все же в нескольких местах с неровным рельефом по ходу движения агрегата отмечалось поражение низко опущенных ветвей деревьев.

Отмирание поросли на участках, обработанных механизированным путем, было несколько слабее, чем на участках, обработанных при помощи ранцевого опрыскивателя. Тракторным опрыскивателем раствор арборицида наносили на поросль при проходе агрегата сбоку от полосы, вследствие этого часть поросли была защищена группами стволов или куртинами более высокой поросли.

ЛИТЕРАТУРА

11. Алифанова Т. И. Применение гербицидов в полезащитных лесных полосах и на прилегающих к ним полях. — В кн.: Итоги работы института, опытных станций и пунктов, ВНИИЛМИ, т. 1, вып. 35, Волгоград, 1961. 12]. Котов В. М. Борьба с порослью древесных и кустарниковых пород с помощью арборицидов. — В сб.: Эрозия почв, защитное лесоразведение и урожай, Поволжская АГЛЮС, вып. 7, Куйбышев, 1972. 13]. Терентьев В. И. Применение гербицидов при рубках ухода в лесных полосах. — В кн.: Повышение эффективности лесных полос в борьбе с засухой и эрозией почв. М., «Колос», 1967.

УДК 632.25

**ИСПЫТАНИЕ УСТОЙЧИВОСТИ ДРЕВЕСИНЫ
РАЗНЫХ ВИДОВ ДУБА К ЛОЖНОМУ ТРУТОВИКУ
(*Phellinus robustus* (Karst.) Bourd. et Galz.)
В ЛАБОРАТОРНЫХ УСЛОВИЯХ**

П.Х. ТАРАНЕНКО

Украинская сельскохозяйственная академия

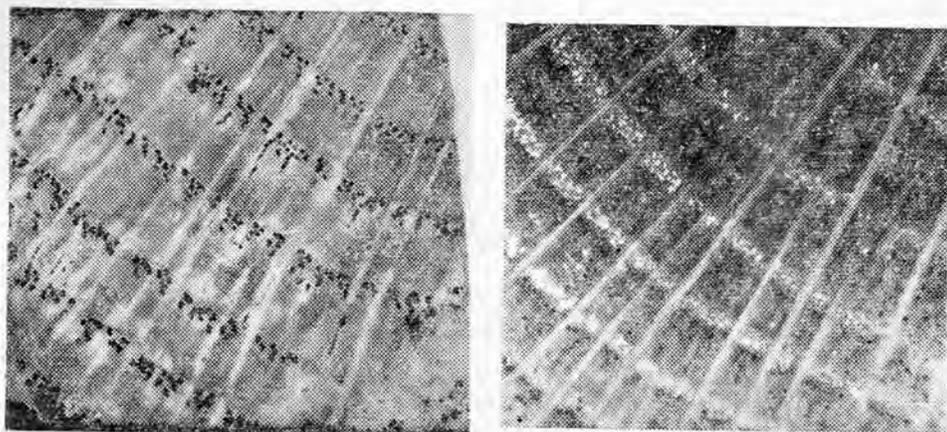
Лабораторным путем установлено, что дуб красный бореальный разрушается чистой культурой ложного трутовика в 2—3 раза сильнее, чем дуб обыкновенный, независимо от того, из какого вида дуба выделена культура. Наибольшему разрушению подвергаются образцы из ядровой части дерева на высоте ствола от 0 до 9 м. Неодинаковая устойчивость двух видов дуба к грибу объясняется разным качеством их древесины.

На основании фитопатологического обследования насаждений Сумской области нами было установлено, что разновозрастные деревья дубов красного бореального (*Quercus borealis* Michx.) и обыкновенного (*Quercus robur* L.), растущие в одинаковых лесорастительных условиях, имеют разную устойчивость к дереворазрушающему грибу *Ph. robustus*. При исследовании внешних и культуральных признаков гриба, взятых с разных видов дуба, выявлен четко выраженный полиморфизм, который обусловлен различиями в питательном субстрате, его биохимическими особенностями. Для подтверждения изложенного были проведены лабораторные опыты на устойчивость древесины этих видов дуба к грибу в чистой культуре. В постановке опытов использованы известные приемы, применявшиеся многими исследователями.

Образцы размером 20×15×15 мм брали с модельных деревьев 41-летнего возраста, вырезая их в пределах одних и тех же годовичных слоев центральной части ствола (10, 20, 30 лет). Из трех смежных образцов два крайних служили для исследований, средний был контрольным.

В 800-миллилитровые колбы Эрленмейера с чистыми культурами грибов помещали по четыре образца древесины (два — дуба красного бореального и два — обыкновенного). Опыт длился полгода при температуре 22±2°C.

На третий-четвертый день опыта все испытуемые образцы древесины имели разной ширины «пояса» из мицелия от белого цветаверху до коричневого внизу. Образцы дуба красного бореального полностью покрылись грибницей через 25 дней, а дуба обыкновенного — через 35 дней. Извлеченные из колб образцы дуба красного имели светлую окраску, на торцах по сердцевинным лучам и в зоне крупных сосудов наблюдалось скопление белой грибницы (рис. 1, а); некоторые легко растирались пальцами в порошок. Образцы древесины дуба обыкновенного значительно меньше подверглись воздействию гриба. Здесь не было скопления грибницы, почти полностью сохранились цвет и твердость образцов (рис. 1, б). На поверхности многих образцов древесины дуба красного обнаружены темные, или «черные» линии, характерные для гнили, вызываемой ложным дубовым трутови-
КОМ.



а

б

Рис. 1. Образцы древесины после 6-месячного пребывания их в чистой культуре гриба.

а — дуба красного бореального; б — дуба обыкновенного.

Микроскопические исследования разрушенной древесины показали, что в результате действия ферментов гриба стенки сосудов и древесных волокон значительно утончаются, в местах скопления гиф образуются большие отверстия неправильной формы. В сосудах, трахеидах, клетках сердцевинных лучей и либриформа были обнаружены темно-коричневые гифы гриба.

При анатомических исследованиях обнаружены различия в строении древесины двух видов дуба, главным образом, в размерах элементов, характере их размещения, а также в строении поздней зоны годовичного слоя. Так, средняя толщина стенок сосудов дуба красного бореального в ранней зоне на 6—11%, а в поздней зоне на 208—271% больше, чем у дуба обыкновенного. Такая же картина наблюдается и в отношении толщины древесных волокон и высоты сердцевинных лучей. Однако анатомические элементы древесины дуба красного разрушались сильнее, чем дуба обыкновенного.

По потере в весе образцов под воздействием на них чистой культуры ложного трутовика с дуба обыкновенного было установлено, что древесина дуба красного бореального была разрушена в 2—3 раза больше, чем древесина дуба обыкновенного (табл. 1).

Наиболее сильно поражаются образцы обоих видов дуба, взятые у пня, на высотах 1, 3, 5 и 9 м. Особенно это заметно для годовичных слоев первых двух десятилетий. Образцы древесины, взятые на высоте 13 м, поражаются слабее.

Средние потери веса образцов дуба красного бореального, помещенных в чистую культуру гриба *Ph. robustus* с этого же дуба, достигают 28,1—60,6%, в то время как древесина дуба обыкновенного потеряла 13,5—28,5% первоначального веса. Из этого следует, что дуб красный бореальный разрушается в два раза сильнее, чем обыкновенный. Чистая культура гриба, полученная из дуба красного бореального, также сильнее разрушает образцы, взятые из нижней и средней частей ствола; степень разрушения еще выше, чем в предыдущем опыте. Так, средний процент потери веса древесины дуба обыкновен-

Таблица 1

Годичные слои в пределах которых готовили образцы, лет	Высота среза дерева, м	Средняя потеря веса, %, образцов дуба		Пределы потери веса, %, образцов дуба	
		красного бореального	обыкновенного	красного бореального	обыкновенного
10	Пень	46,3	20,9	40,7 — 57,6	13,4 — 25,5
		54,5	24,1	41,9 — 63,3	18,4 — 31,5
	1,3	54,2	24,7	48,1 — 64,7	21,2 — 30,3
		60,6	28,5	58,6 — 61,8	20,3 — 35,1
20	Пень	41,5	16,0	35,2 — 47,0	11,8 — 25,4
		43,8	16,1	34,2 — 51,0	10,9 — 19,2
	1,3	44,5	21,1	37,6 — 58,4	14,3 — 24,8
		53,0	25,4	46,9 — 66,4	19,8 — 30,6
	5,0	46,5	20,5	39,3 — 55,0	18,7 — 22,3
		53,5	23,2	46,0 — 58,3	19,9 — 25,0
	9,0	43,7	17,1	40,9 — 42,8	—
		44,2	18,5	42,7 — 46,8	—
	13,0	40,1	12,9	37,9 — 42,5	10,2 — 17,0
		41,3	14,0	39,6 — 43,1	12,0 — 17,0
30	Пень	37,7	11,0	26,6 — 49,6	9,4 — 14,7
		39,1	13,5	27,9 — 46,4	9,2 — 17,2
	1,3	38,2	14,7	29,3 — 42,5	10,7 — 19,3
		40,1	18,3	30,4 — 47,6	12,6 — 22,8
	5,0	35,2	15,5	30,4 — 41,6	11,8 — 19,8
		31,5	18,6	25,5 — 35,2	16,2 — 23,0
	9,0	35,4	12,0	28,1 — 41,0	7,7 — 15,8
		32,1	17,1	18,2 — 46,5	10,0 — 20,0
	13,0	31,1	10,9	27,6 — 33,6	9,5 — 13,0
		28,1	17,3	18,1 — 40,4	13,5 — 21,0

Примечание. В числителе данные об устойчивости древесины к грибу с дуба обыкновенного; в знаменателе — к грибу с дуба красного бореального.

ного колеблется от 13,5 до 28,5, а дуба красного бореального — от 28,1 до 60,6.

Максимальная потеря веса древесины обоих видов дуба преимущественно приходится на образцы, взятые на высоте груди.

Изложенное позволяет сделать вывод, что более активна культура гриба с дуба красного бореального; она сильнее разрушала все образцы.

Дуб обыкновенный устойчивее к действию гриба *Ph. robustus*, чем красный бореальный, независимо от испытываемых культур гриба. Неодинаковая устойчивость двух видов дуба к грибу объясняется разным качеством их древесины.

Наиболее сильно разрушаются образцы, взятые из ядровой части деревьев на высоте ствола от 0 до 9 м. В этой же части преимущественно обнаруживается гниль деревьев и в естественных условиях.

УДК 634.05

НОРМАЛЬНЫЕ ПЛОЩАДЬ СЕЧЕНИЯ И ДИАМЕТР СТВОЛА

Ю. Л. КУЗЕНКО

ДальНИИЛХ

Отмечается опыт применения нормального диаметра в таксационных исследованиях, подчеркивается его теоретическое преимущество перед другими диаметрами на примере таксационного изучения стволов лиственницы даурской.

В лесную таксацию понятия нормальной площади сечения ствола g_n и соответствующего ей нормального диаметра d_n введены Г. Сираковым (по Ю. Духовникову [2]). Он использовал их при составлении таблиц сбега стволов ели. Позднее Е. П. Смолоногов вновь обратился к этим показателям при изучении видовых чисел [6] и анализе древостоев [7]. Непостоянство положения нормального диаметра по высоте стволов ввиду изменчивости их формы дало исследователю повод называть его «скользящим»*. Благодаря работам Е. П. Смолоногова [6], [7], нормальные площадь сечения и диаметр стали использовать в своих исследованиях и другие авторы. В частности, П. И. Войчалъ [1] применил нормальный диаметр при изучении объемов маломерных стволиков сосны. В других работах ([3], [4], [8] и др.) была подтверждена рациональность применения нормального диаметра при расчетах объемов стволов, о которой говорил Е. П. Смолоногов [7]. Интерес исследователей к этим показателям очевиден, поэтому необходимо подробнее рассмотреть результаты их применения.

Введение понятий о нормальных площади сечения и диаметре стволов позволило Г. Сиракову обобщить длительный опыт применения видовых чисел и коэффициентов формы при таксации отдельных стволов. Кратко суть его работы заключается в следующем. Нормальная площадь сечения получена как результат деления объема ствола на его высоту

$$g_n = \frac{v}{h}, \quad (1)$$

то есть формула объема ствола имеет

$$v = g_n h. \quad (2)$$

Объем этого же ствола через произвольное сечение вычисляют по общей формуле

$$v = g_i f_i h. \quad (3)$$

Из формул (2) и (3) видно, что видовое число есть коэффициент, представляющий собой отношение нормальной площади сечения к любой другой,

$$f_i = \frac{g_n}{g_i}. \quad (4)$$

* В дальнейшем изложении, вслед за Г. Сираковым, будем употреблять термин «нормальный».

Отношения двух диаметров ствола называют коэффициентами его формы (числами сбега), то есть используя нормальный диаметр, имеем

$$q_i = \frac{d_n}{d_i}. \quad (5)$$

В таком случае из формулы (4) получаем

$$f_i = \left(\frac{d_n}{d_i} \right)^2 = q_i^2. \quad (6)$$

Таким образом, Г. Сираков показал, что коэффициенты формы являются отношениями нормального диаметра к диаметрам других сечений ствола, а видовые числа — квадратами этих отношений. Это обобщающая трактовка обоих показателей, и теоретическая роль нормального диаметра здесь несомненна.

Е. П. Смолоногов [7] использовал показатели Г. Сиракова при изучении древостоев. Он установил тесную корреляционную связь между диаметрами нормальным и на высоте 1,3 м, которая оказалась прямолинейной

$$d_n = ad_{1,3} + b.$$

Это позволило Е. П. Смолоногову уточнить зависимость видового числа от толщины стволов в древостоях

$$f_{1,3} = \frac{d_n^2}{d_{1,3}^2} = \frac{(ad_{1,3} + b)^2}{d_{1,3}^2} = A + \frac{B}{d_{1,3}} + \frac{C}{d_{1,3}^2}. \quad (7)$$

Прежде считали (Р. Копецкий, Е. Гергардт, Н. В. Третьяков и др.), что эта связь выражается уравнением вида

$$f = A + \frac{B}{d_{1,3}}.$$

Нормальная площадь сечения, по Е. П. Смолоногову, изменяется по уравнению параболы

$$g_n = \frac{\pi}{4} d_n^2 = \frac{\pi}{4} (ad_{1,3} + b)^2 = Ad_{1,3}^2 + Bd_{1,3} + C. \quad (8)$$

В результате исследования связи нормального диаметра и нормальной площади сечения с диаметрами стволов на высоте груди Е. П. Смолоногов пришел к выводу, что с помощью этих показателей можно математически выражать различия в лесорастительных условиях, используя понятие «размерность древостоев». Высокая корреляция нормального диаметра с диаметром на высоте груди (в преобладающем большинстве типов леса коэффициент корреляции оказался равным 0,98) означает обоснованность практического использования уравнения связи.

Теоретическое преимущество нормальных площади сечения и диаметра ствола обусловило его применение при изучении формы и полндревесности стволов лиственницы даурской, произрастающей в бассейне р. Амур (Хабаровский край) [5]. Исследование в лиственничниках подтвердило высокую корреляцию диаметров нормального и на высоте груди, отмеченную ранее Е. П. Смолоноговым [7] для сосняков и кедровников Урала и Приобья. Коэффициент корреляции в древостоях лиственницы более 0,98. Рассчитанные по исходным данным

уравнения связи диаметров использованы при расчете важнейших характеристик стволов лиственницы. Применение нормального диаметра дало возможность охарактеризовать стволы органически связанной единой системой важнейших показателей

$$d_n - g_n - f - v = d_n - \frac{d_n}{d_{1,3}} - \frac{d_n^2}{d_{1,3}^2} - \frac{\pi}{4} d_n^2 H. \quad (9)$$

Эта система — убедительная иллюстрация теоретического преимущества нормального диаметра перед всеми другими, в том числе и срединным. Используя последний при характеристике, например, формы стволов, связь между видовым числом и коэффициентом формы, как известно, можно выразить лишь приближенной формулой

$$f =$$

Систему (9) было рекомендовано [5] использовать при обработке карточек модельных деревьев. Добавим, что практический интерес представляет выражение

$$g_n = q_i f_i, \quad (10)$$

показывающее, что нормальная площадь соответствует сечению, когда в константном для ствола произведении gf видовое число, закономерно изменяющееся по высоте, принимает значение, равное единице. При найденной величине нормальной площади сечения для стволов можно рассчитывать какой-либо из показателей по известному значению другого.

Один из путей практического использования нормального диаметра — установление его положения по высоте стволов. Е. П. Смолоногов [7] отмечает, что нормальный диаметр находится в пределах 0,4—0,6 высоты стволов. П. И. Войчаль [1] у маломерных стволиков сосны указывает более узкий интервал — 0,47—0,56 высоты, причем замечает, что средняя величина близка к 0,5. Специально этот вопрос мы изучали для древостоев лиственницы даурской и в основном по следующей причине. При измерительной (перечислительной) таксации запаса древостоев определяют лишь диаметр и высоту ствола среднего дерева. Третий показатель — компонент формулы объема ствола (3) — видовое число — остается неизвестным. Для его определения требуется знать нормальный диаметр — формула (5), то есть необходимо установить его положение по высоте.

Было замечено, что в древостоях лиственницы средняя высота расположения нормального диаметра ствола в ступени толщины, включающей среднее дерево, равна 0,5 или близка к ней (табл. 1).

Таблица 1

№ пробной площади	Средний диаметр древостоя, см	Высота расположения нормального диаметра	№ пробной площади	Средний диаметр древостоя, см	Высота расположения нормального диаметра
1	16,8	0,502	6	23,0	0,503
2	16,9	0,506	7	26,9	0,502
3	19,0	0,504	8	33,3	0,497
4	19,0	0,500	9	33,2	0,495
5	25,8	0,500	10	34,5	0,496

Варьирование высот расположения нормального диаметра в центральной ступени не превышало 8%, поэтому для обеспечения 2%-ной точности исследования (при вероятности 0,68) проведены измерения у 14 стволов из этой ступени в каждом древостое. Из данных последней строки таблицы видно, что нормальный и срединный диаметры среднего дерева или совпадают, или расположены весьма близко. Было проверено предположение, что объемы средних стволов древостоев, рассчитанные по значениям срединного и нормального диаметров, различаются на практически приемлемую величину. Получены следующие относительные разности объемов (табл. 2).

Таблица 2

№ пробной площади	Разница объемов, %	№ пробной площади	Разница объемов, %
1	0	6	-1,3
2	+3,0	7	+1,0
3	0	8	-2,7
4	0	9	-1,0
5	-1,5	10	-0,7

Только на двух пробных площадях из десяти разница в объемах средних стволов древостоев более 2%. Следовательно, определение запаса древостоев наиболее точным, но трудоемким способом средней модели можно упростить, заменив детальный обмер стволов обмером высот и диаметров на половине высоты и на 1,3 м.

Опыт применения нормальных площади сечения и диаметра при изучении стволов и древостоев лиственницы, как и опыт других авторов [1], [2], [6—8], убеждает, что эти показатели можно эффективно использовать в практической таксации. Следовательно, и теория, построенная с использованием нормальных площади сечения и диаметра, имеет практический смысл.

Преимущество использования рассматриваемых показателей в теории и практике таксации обеспечивает соответствие их теоретического содержания определению объема и запаса древостоев. В математической теории этому виду работ отвечает операция интегрирования.

При таксации объемы стволов находят как суммы (интегралы) объемов их частей, запасы древостоев — как интегралы стволов. В первом случае

$$V = \int_0^n F_1(x) dx \quad (F_1(x) = v); \quad (11)$$

во втором

$$M = \int_0^N F_2(x) dx \quad (F_2(x) = V), \quad (12)$$

где n и N — соответственно число отрубков и стволов;

V — объем ствола;

M — запас древостоя;

v — объем отдельного отрезка ствола.

Вместо выражения (11) часто используют формулу объема ствола

$$V = \int_0^h F_3(x) dx \quad (F_3(x) = g), \quad (13)$$

где g — площадь сечения;
 h — высота.

Получаемое из формулы (13) выражение

$$\frac{V}{h} = \frac{\int_0^h F_3(x) dx}{h} = g_{\bar{x}} \quad (14)$$

соответствует понятию о среднем определенном интеграла. Сопоставление формул (1) и (14) показывает, что нормальная площадь сечения по своей теоретической сущности есть среднее определенное интеграла.

Теоретическое представление о среднем определенном интеграла уже было использовано в общеизвестной работе А. Шиффеля о строении древостоев по толщине. Он получил редуцированные числа диаметров стволов древостоя (по математической терминологии — стандартные диаметры) путем стандартизации ряда диаметров по величине среднего диаметра древостоя. Г. Сираков находил числа сбega (коэффициенты формы) ствола также способом стандартизации соответствующих диаметров по значению нормального диаметра. Следовательно, одна и та же теория применима для таксации и стволов, и древостоев. В таком случае оба объекта таксации не будут противопоставлены друг другу. Синтез идей А. Шиффеля и Г. Сиракова — вероятный вариант следующего этапа создания таксационной теории фитоценоза.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Войчалъ П. И. О вычислении объемов сосенок, не достигших высоты груди. — ИВУЗ, «Лесной журнал», 1971, № 5. [2]. Духовников Ю. Горская таксация. София, 1953. [3]. Корякин В. Н., Кузенко Ю. Л. Объемные, сортиментно-сортные и товарные таблицы кедра корейского и лиственницы даурской (нормативные материалы). Долинск, ДальНИИЛХ, 1972. [4]. Кузенко Ю. Л. К вопросу составления таблиц объемов стволов лиственницы. — В кн.: Использование и воспроизводство лесных ресурсов Дальнего Востока. Тезисы докладов всесоюзной конференции (ноябрь 1972). Ч. 1. Хабаровск, ДальНИИЛХ, БПИ ДВНЦ АН СССР, 1972, с. 275—277. [5]. Кузенко Ю. Л. Форма и полндревесность стволов лиственницы даурской. — В кн.: Использование и воспроизводство лесных ресурсов Дальнего Востока. Труды ДальНИИЛХ, вып. 13, Хабаровск, 1973, с. 40—47. [6]. Смолоногов Е. П. Некоторые закономерности изменчивости видовых чисел по ступеням толщины в сосновых и темнохвойно-кедровых древостоях равнинного Зауралья. Рефераты докладов совещания по изучению лесов Дальнего Востока. Владивосток, 1967, с. 136—139. [7]. Смолоногов Е. П. О некоторых закономерностях строения простых и сложных древостоев. — В кн.: Динамика и строение лесов на Урале. Труды Института экологии растений и животных, вып. 77. Свердловск, 1970, с. 13—35. [8]. Трусов П. Ф., Кирсанов В. А., Смолоногов Е. П. Точность различных способов определения запаса стволовой древесины на пробных площадях в темнохвойно-кедровых древостоях Северного Урала. — В кн.: Динамика и строение лесов на Урале. Труды Института экологии растений и животных, вып. 77. Свердловск, 1970, с. 83—91.

Поступила 12 ноября 1975 г.

УДК 631.31

ДИНАМИКА УДЕЛЬНОГО СОПРОТИВЛЕНИЯ ПОЧВООБРАБАТЫВАЮЩИХ ЛЕСОХОЗЯЙСТВЕННЫХ МАШИН ПРИ ИЗНОСЕ ИХ РАБОЧИХ ОРГАНОВ

А. Ф. ПРОНИН, Г. И. ЛАРИН, В. Ф. БЫКОВ

Московский лесотехнический институт, Ухтинский индустриальный институт,
Брянский технологический институт

Приведены данные об изменении удельного сопротивления плуга П-3-30П, культиватора ДЛКН 6/8 и плуга ПКЛ-70 в связи с износом рабочих органов этих орудий. Определено удельное сопротивление подзолистой почвы.

Удельное сопротивление почвообрабатывающих лесохозяйственных машин и орудий зависит от многих факторов, которые могут быть объединены в три основные группы.

I — факторы, обуславливающие сопротивление почв при их обработке: механический состав и твердость почвы, ее корненасыщенность и т. д.

II — технологические факторы: глубина обработки, ширина захвата, скорость движения пахотного агрегата и т. п.

III — конструктивные особенности почвообрабатывающего орудия: эксплуатационный вес, способ агрегатирования, тип и состояние рабочих органов.

Проведенные на окультуренных и лесных почвах исследования [1], [4], [5] позволили установить закономерности изменения удельного сопротивления сельскохозяйственных и лесохозяйственных машин в зависимости от некоторых названных факторов. Главными по степени влияния на удельное сопротивление можно считать задернелость и корненасыщенность почвы, ее механический состав, влажность и твердость, а также глубину обработки почвы и скорость машинно-тракторного агрегата. Влияние состояния рабочих органов почвообрабатывающих орудий на их удельное сопротивление выпадало из поля зрения исследователей.

Известно, что при работе на окультуренных и лесных почвах рабочие органы машин сравнительно непродолжительное время остаются острыми, а затем почвообрабатывающие орудия работают с затупленными рабочими органами, что приводит к изменению, например, тягового сопротивления и устойчивости хода по глубине и др. [2].

В настоящей статье приведены результаты определения зависимости удельного сопротивления применяемых в лесном хозяйстве для подготовки почвы и ухода за лесными культурами орудий от степени затупления их рабочих органов. Объектами исследований были плуг П-3-30П без почвоуглубителей и культиватор ДЛКН 6/8. Приведены также данные И. С. Казарцева [3] по изучению влияния износа лемехов плуга ПКЛ-70 на его удельное сопротивление.

Исследования проводили на территории Шелковского учебно-опытного лесхоза Московского лесотехнического института, на суглинистой подзолистой почве.

Плуг П-3-30П и культиватор ДЛКН 6/8 были укомплектованы рабочими органами с различным затуплением. У лемехов в качестве

элемента затупления принята длина носка, у дисков — толщина режущей кромки лезвия, то есть выбраковочные параметры. Характеристика элементов затупления рабочих органов приведена в табл. 1.

Таблица 1

Наименование орудия	Элемент затупления	Номер комплекта рабочих органов	Величина элемента затупления
Плуг П-3-30П	Длина носка лемехов	1	18,6 см
		2	15,7 »
		3	14,1 »
		4	12,2 »
Культиватор ДЛКН 6/8	Толщина режущей кромки дисков	5	0,3 мм
		6	0,6 »
		7	0,9 »
		8	1,2 »
		9	1,5 »
Плуг ПКЛ-70 (данные И. С. Казарцева)	Толщина лезвия лемехов		1,0 »
			3,0 »
			5,0 »

Характеристика параметров испытаний приведена в табл. 2.

Таблица 2

Наименование орудия	Влажность почвы, %	Твердость почвы, кгс/см ²	Скорость движения, км/ч
Плуг П-3-30П	12,17—14,96	25,4—36,0	6,0
Культиватор ДЛКН 6/8	17,5	20,0	2,8

Разбивка участков для проведения опытов была выполнена в соответствии с требованиями ГОСТа 2911—54 «Плуги общего назначения. Методы полевых испытаний». Тяговые сопротивления замеряли с помощью тензометрической лаборатории НАТИ. При измерении тяговых сопротивлений культиватора ДЛКН 6/8 использовали тензометрическую навеску ВИМ. Длина учетных гонов составляла 30 м для плуга П-3-30П и 50 м для культиватора ДЛКН 6/8. В обоих случаях машинно-тракторные агрегаты проходили промежутки между гонами без остановки в двух направлениях. Результаты приведены в табл. 3.

Таблица 3

Наименование орудия	Элемент затупления	Величина элемента затупления	Тяговое сопротивление, кгс	Глубина обработки почвы, см	Поперечное сечение пласта, см ²
Плуг П-3-30П	Длина носка лемехов	18,6 см	1180		2760
		15,7 »	1080		2680
		14,1 »	765		2410
		12,2 »	470		2085
Культиватор ДЛКН 6/8	Толщина режущей кромки дисков	0,3 мм	417	10	1140
		0,6 »	420		
		0,9 »	425		
		1,2 »	445	8	920
		1,5 »	468	6	700
Плуг ПКЛ-70 (данные И. С. Казарцева)	Толщина лезвия лемехов	1,0 »	1152	20	1600
		3,0 »	664	19	1520
		5,0 »	763	18	1440

Примечание. Тяговые сопротивления культиватора ДЛКН 6/8 замеряли при угле атаки рабочих органов 30°.

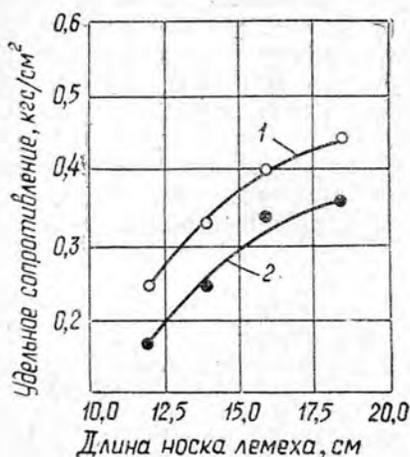


Рис. 1. Зависимость удельного сопротивления плуга П-3-30П (1) и почвы (2) от длины носка лемеха.

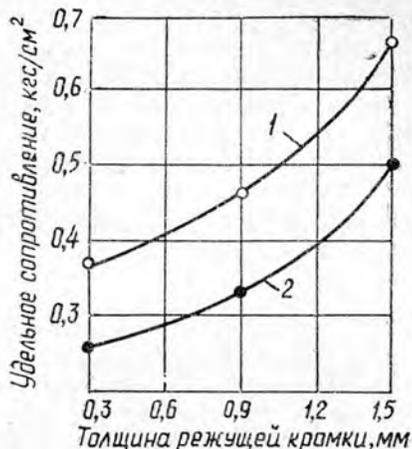
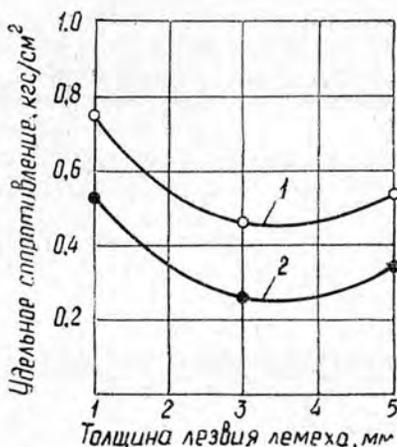


Рис. 2. Зависимость удельного сопротивления культиватора ДЛКН⁶/₈ (1) и почвы (2) от толщины режущей кромки дисков.

Рис. 3. Зависимость удельного сопротивления плуга ПКЛ-70 (1) и почвы (2) от толщины лезвия лемеха.



Удельное сопротивление орудий определяли по формуле

$$K = \frac{P}{ab}, \quad (1)$$

где K — удельное сопротивление орудия, кгс/см²;

P — тяговое сопротивление, кгс;

ab — площадь поперечного сечения пласта, см².

Зависимость удельного сопротивления орудий от различных величин износа их рабочих органов приведена на рис. 1—3.

Данные, приведенные на графиках, показывают, что с увеличением затупления рабочих органов удельное сопротивление лесохозяйственных машин изменяется в достаточно широких пределах. Так, с уменьшением длины носка долотообразных лемехов удельное сопро-

тивление плуга П-3-30П снижается. Образование на лезвии дисков культиватора ДЛКН 6/8 режущей кромки и ее увеличение при затуплении дисков приводит к значительному росту удельного сопротивления культиватора. Удельное сопротивление плуга ПКЛ-70 наибольшее при толщине лезвия лемеха 1,0 мм. При дальнейшем увеличении толщины лезвия оно снижается.

Зная, что на удельное сопротивление лесохозяйственных машин оказывают влияние их конструктивные параметры, удельное сопротивление подзолистой почвы определим по следующей формуле:

$$K_1 = \frac{P - fG}{ab}, \quad (2)$$

где K_1 — удельное сопротивление почвы, кгс/см²;

P — тяговое сопротивление, кгс;

f — коэффициент трения;

G — вес орудия, кгс;

ab — площадь поперечного сечения пласта, см².

Зависимости удельного сопротивления подзолистой почвы от износа рабочих органов исследуемых сельскохозяйственных почвообрабатывающих орудий также показаны на рис. 1—3. Характер полученных зависимостей аналогичен изменению удельного сопротивления лесохозяйственных орудий.

Выводы

1. Износ лемехов плуга П-3-30П по длине носка приводит к уменьшению его удельного сопротивления от 0,43 до 0,23 кгс/см².

2. Затупление режущей кромки дисков культиватора ДЛКН 6/8 вызывает увеличение его удельного сопротивления в 1,8 раза.

3. Удельное сопротивление плуга ПКЛ-70 имеет наибольшую величину при толщине лезвия 1,0 мм.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Бахтин П. У. Исследование физико-механических и технологических свойств основных типов почв СССР. Дис. на соиск. учен. степени докт. сельскохоз. наук. М., 1965. [2]. Винокуров В. Н., Ларин Г. И. Исследование влияния длины носка лемеха и угла наклона затылочной фаски лезвия на глубину пахоты и тяговое сопротивление.— «Тракторы и сельскохозяйственные машины», 1973, № 3. [3]. Казарцев И. С. Исследование изнашивания лемехов лесных плугов и обоснование методов повышения их долговечности. Дис. на соиск. учен. степени канд. техн. наук. Воронеж, 1971. [4]. Полупарнев Ю. И. Определение тяговых сопротивлений плугов.— «Лесное хозяйство», 1964, № 5. [5]. Пронин А. Ф. Удельное сопротивление основных типов почв Советского Союза.— Доклады ТСХА им. К. А. Тимирязева, вып. 73. М., 1961.

Поступила 17 марта 1975 г.

ЛЕСОЭКСПЛУАТАЦИЯ

УДК 629.11.012.85

О ВЫНУЖДЕННЫХ КОЛЕБАНИЯХ
АВТОМОБИЛЬНОЙ БАЛАНСИРНОЙ ТЕЛЕЖКИ

И. В. КАПРАНОВ

Московский лесотехнический институт

Изложена методика расчета вынужденных установившихся вертикальных колебаний автомобильных балансирных тележек с различными типами подвесок. Отмечены особенности в характере колебаний таких систем, свойственных системам с сухим трением при наличии кинематического возмущения, неодновременно поступающего от двух источников.

Балансирные подвески находят широкое применение в различных по своему назначению колесных машинах, применяемых в лесной промышленности. Однако вопрос об общих методах расчета вынужденных установившихся колебаний автомобильных балансирных подвесок исследован недостаточно [2—4]. В связи с этим весьма актуальна разработка общей методики расчета колебаний автомобильных балансирных подвесок различных типов с учетом их специфических особенностей, обусловленных кинематикой подвески, наличием в ней сухого трения, запаздыванием поступающего от двух источников кинематического возмущения и другими факторами.

Рассмотрим последовательно три модели балансирной тележки с различными типами подвесок (рис. 1, 2 и 3).

Модель I (балансир — листовая рессора) приведена на рис. 1. Примененная в качестве балансира листовая рессора одновременно служит упругим и гасящим элементом. Специальные гасящие элемен-

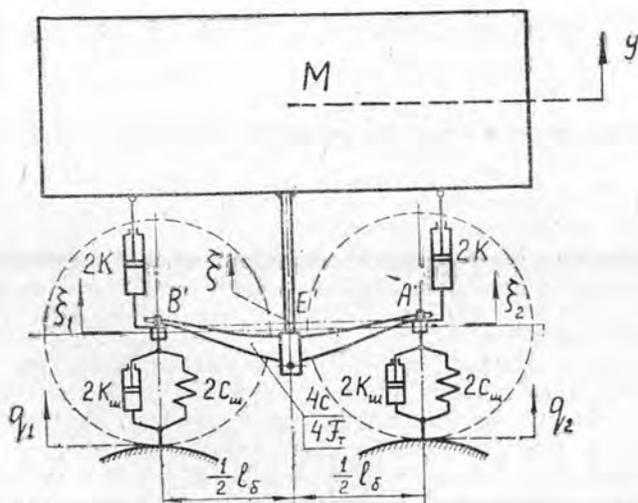


Рис. 1.

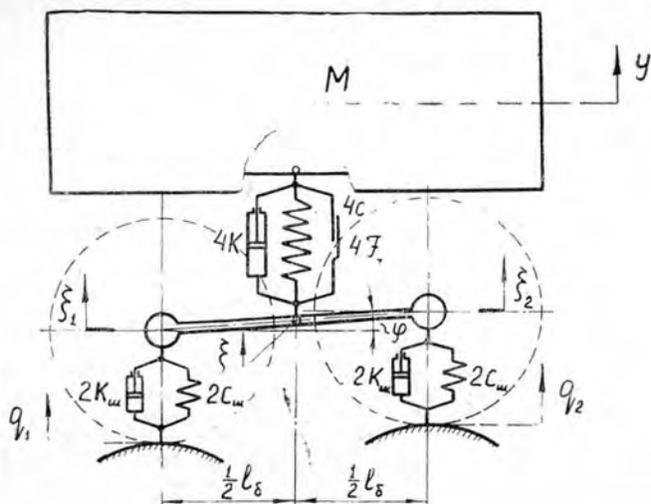


Рис. 2.

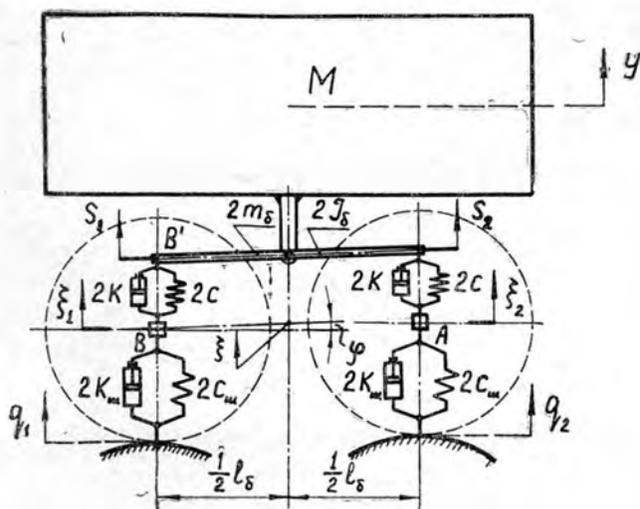


Рис. 3.

ты (амортизаторы) крепятся к осям колес и к раме тележки. Рессора может поворачиваться относительно жестко связанного с рамой шарнира. На рис. 1 точки A' и B' изображают точки крепления концов рессоры; размер $A'E' = E'B'$.

Модель II (балансир — жесткая балка) показана на рис. 2. Здесь в качестве балансира применена жесткая балка, связывающая два колеса. Принято, что проекции оси балансира и точки крепления упругого (и гасящего) элемента на плоскость чертежа совпадают.

Масса балансира зависимых подвесок моделей I и II отнесена к осям тележки; характеристика упругого устройства подвески имеет такой вид, что кривые нагружения и разгружения не совпадают, при-

чем разница между ними, определяемая силой сухого трения, остается постоянной.

Модель III изображена на рис. 3. Балансирная подвеска независима. Каждое колесо соединено с рамой при помощи поперечно расположенных рычагов. Упругие и гасящие элементы крепятся к нижним рычагам и к концам балансира. Поперечные рычаги и продольный балансир образуют направляющее устройство.

Примем, что балансирная тележка движется по дороге синусоидального профиля. Возмущения, поступающие под колеса ее 1-й и 2-й осей,

$$q_1(t) = q(t) = q_0 \sin \omega t; \quad (1)$$

$$q_2(t) = q(t - \tau) = q_0 \sin(\omega t - \vartheta). \quad (2)$$

Параметры ω и ϑ определяют по формулам

$$\omega = \frac{2\pi v}{L}; \quad (3)$$

$$\vartheta = \tau\omega = \frac{l_0}{v} \omega = \frac{2\pi l_0}{L}, \quad (4)$$

где τ — смещение во времени наезда колес 2-й оси на неровность;
 v — скорость движения;
 l_0 — база балансирной тележки;
 q_0 — амплитуда неровности;
 ω — частота возмущения;
 L — длина неровности.

Положение моделей I и II определяется координатами y , ξ_1 , ξ_2 — перемещением рамы тележки и точек прикрепления концов балансира (осей колес) в вертикальном направлении. Положение модели III определяется координатами y , ξ_1 , ξ_2 , φ_0 , где φ_0 — угол поворота жесткого балансира от горизонтали. Вынужденные колебания описываются следующими системами дифференциальных уравнений: для модели I

$$\left. \begin{aligned} M\ddot{y} + \sum_1^2 2k(\dot{y} - \dot{\xi}_i) + 4c \left[y - \frac{1}{2} \sum_1^2 \xi_i \right] \pm 4F_T &= 0; \\ 2m\ddot{\xi}_i + 2k(\dot{\xi}_i - \dot{y}) + 2c \left[\frac{1}{2} \sum_1^2 \xi_i - y \right] + 2k_m(\dot{\xi}_i - \dot{q}_i) + 2c_m(\xi_i - q_i) \mp 2F_T &= 0; \\ &(i = 1, 2) \end{aligned} \right\} \quad (5)$$

для модели II

$$\left. \begin{aligned} M\ddot{y} + 4k \left[\dot{y} - \frac{1}{2} \sum_1^2 \dot{\xi}_i \right] + 4c \left[y - \frac{1}{2} \sum_1^2 \xi_i \right] \pm 4F_T &= 0; \\ 2m\ddot{\xi}_i + 2k \left[\frac{1}{2} \sum_1^2 \dot{\xi}_i - \dot{y} \right] + 2c \left[\frac{1}{2} \sum_1^2 \xi_i - y \right] + 2k_m(\dot{\xi}_i - \dot{q}_i) + 2c_m(\xi_i - q_i) \mp 2F_T &= 0; \\ &(i = 1, 2) \end{aligned} \right\} \quad (6)$$

для модели III

$$\left. \begin{aligned} (M + 2m_6) \ddot{y} + \sum_1^2 2k (\dot{s}_i - \dot{\xi}_i) + \sum_1^2 2c (s_i - \xi_i) &= 0; \\ 2m \ddot{\xi}_i + 2k (\dot{\xi}_i - \dot{s}_i) + 2c (\xi_i - s_i) + 2k_{ш} (\dot{\xi}_i - \dot{q}_i) + \\ &+ 2c_{ш} (\xi_i - q_i) = 0; \\ &(i = 1, 2) \\ 2I_6 \ddot{\varphi}_1 + 4k \frac{l_6^2}{4} (\dot{\varphi}_1 - \dot{\varphi}) + 4c \frac{l_6^2}{4} (\varphi_1 - \varphi) &= 0, \end{aligned} \right\} (7)$$

где

$$\left. \begin{aligned} s_1 &= y + l_6 \varphi_6; \\ s_2 &= y - l_6 \varphi_6; \end{aligned} \right\} (8)$$

$$\varphi = \frac{1}{l_6} (\xi_1 - \xi_2). \quad (9)$$

Перейдем к новым системам координат y, ξ, φ и y, ξ, φ_1 и φ_2 соответственно для моделей I, II и модели III, имея в виду, что

$$\xi = \frac{1}{2} \sum_1^2 \xi_i = \frac{1}{2} (\xi_1 + \xi_2). \quad (10)$$

Обозначая

$$q = \frac{1}{2} (q_1 + q_2); \quad (11)$$

$$\alpha = \frac{1}{l_6} (q_1 - q_2); \quad (12)$$

$$\left. \begin{aligned} 2n &= \frac{4k}{M}; \quad p^2 = \frac{4c}{M}; \quad 2n_0 = \frac{4k}{4m} = 2n\mu; \\ p_0^2 &= \frac{4c}{4m} = p^2\mu; \quad 2n_1 = \frac{4k_{ш}}{4m}; \quad p_1^2 = \frac{4c_{ш}}{4m}; \\ 2b_\tau &= \frac{4F_\tau}{M}; \quad 2b_{\tau_0} = \frac{4F_\tau}{4m} = 2b_\tau\mu; \quad \mu = \frac{M}{4m}; \end{aligned} \right\} (13)$$

$$2n_6 = \frac{4k \frac{l_6^2}{4}}{2I_6}; \quad p_6^2 = \frac{4c \frac{l_6^2}{4}}{2I_6}, \quad (14)$$

после преобразований получим систему уравнений, описывающих вертикальные колебания всех трех моделей балансирных подвесок,

$$\left. \begin{aligned} \ddot{y} + 2n (\dot{y} - \dot{\xi}) + p^2 (y - \xi) \pm 2b_\tau &= 0; \\ \ddot{\xi} + 2n_0 (\dot{\xi} - \dot{y}) + p_0^2 (\xi - y) + \\ &+ 2n_1 (\dot{\xi} - \dot{q}) + p_1^2 (\xi - q) \mp 2b_{\tau_0} &= 0. \end{aligned} \right\} (15)$$

и систему уравнений, описывающих угловые колебания балансира и осей колес в продольной плоскости моделей I, II и III,

$$\ddot{\varphi} + 2n_0 \dot{\varphi} + 2n_1 (\dot{\varphi} - \dot{\alpha}) + p_1^2 (\varphi - \alpha) = 0; \quad (16)$$

$$\ddot{\varphi} + 2n_1 (\dot{\varphi} - \dot{\alpha}) + p_1^2 (\varphi - \alpha) = 0; \quad (17)$$

$$\left. \begin{aligned} \ddot{\varphi} + 2n_0(\dot{\varphi} - \dot{\varphi}_1) + p_0^2(\varphi - \varphi_1) + \\ + 2n_1(\dot{\varphi} - \dot{\alpha}) + p_1^2(\varphi - \alpha) = 0; \\ \ddot{\varphi}_1 + 2n_6(\dot{\varphi}_1 - \dot{\varphi}) + p_6^2(\varphi_1 - \varphi) = 0. \end{aligned} \right\} \quad (18)$$

Из выражений (15) — (18) следует, что вертикальные колебания балансирной тележки не зависят от угловых колебаний ее балансира в продольной плоскости.

Система дифференциальных уравнений (15) описывает вертикальные колебания балансирной тележки с различными типами подвесок и одноосной тележки (прицепа) [1]. Для балансирной тележки общее возмущение равно полусумме возмущений, поступающих под колеса 1-й и 2-й осей, а вертикальное перемещение неподдресоренной массы учитывается полусуммой перемещений тех же осей.

Для балансирной тележки роль амплитуды q_0 гармонического возмущения

$$q = \frac{1}{2}(q_1 + q_2) = q_0 \left| \cos \frac{\theta}{2} \right| \sin(\omega t + \delta_q) \quad (11')$$

выполняет произведение $q_0 \left| \cos \frac{\theta}{2} \right|$.

По результатам, полученным нами [1], можно найти приближенное решение нелинейной системы (15) с учетом (11').

При действии гармонического возмущения (11') естественно предположить, что и при наличии в подвеске постоянных и малых по величине сил сухого трения реакции балансирной тележки следуют гармоническим законам

$$y = A \sin(\omega t + \delta_y); \quad (19)$$

$$y - \xi = f = A_n \sin \omega t; \quad (20)$$

$$\xi = \xi_0 \sin(\omega t + \delta_\xi); \quad (21)$$

$$\xi - q = A_m \sin(\omega t + \delta_m). \quad (22)$$

Осуществим линеаризацию системы (15) относительно нелинейности, вводимой силами сухого трения. Эту систему заменим линейной по форме системой, отражающей нелинейные свойства исходной преобразуемой системы (15) при помощи параметров

$$2n^* = \frac{4k^*}{M} \quad \text{и} \quad 2n_0^* = 2n^* \mu.$$

Коэффициент k^* определяется из условия равенства работ, произведенных силами сухого и вязкого трения, с одной стороны, и эквивалентного вязкого трения, с другой, за период колебаний. Из этого условия с учетом формулы (20) получаем

$$4k^* \omega = 4k\omega + 4 \frac{4F_T}{\pi A_n}; \quad (23)$$

$$2n^* \omega = 2n\omega + 4 \frac{f_T}{\pi A_n}, \quad (23')$$

где
$$f_T = \frac{F_T}{c}. \quad (24)$$

В работе [1] приведены аналитические выражения амплитудно-частотных характеристик (АЧХ) линейного варианта системы (15).

Подставим в эти выражения значения линеаризованных коэффициентов $2n^*$, $2n_0^*$ и перейдем к безразмерным амплитудам и колебательным параметрам b , b_{II} , b_0 , b_{III} , 2ψ , $2\psi_0$, $2\psi_1$, λ_0^2 , λ_1^2 и z , причем

$$\left. \begin{aligned} b &= \frac{A}{q_0}; & b_{II} &= \frac{A_{II}}{q_0}; & b_0 &= \frac{\xi_0}{q_0}; & b_{III} &= \frac{A_{III}}{q_0}; \\ 2\psi^* &= \frac{2n^*}{p}; & 2\psi_0^* &= \frac{2n_0^*}{p} = 2\psi^* \mu; & 2\psi_1 &= \frac{2n_1}{p}; \\ \lambda_0^2 &= \frac{p_0^2}{p^2} = \mu; & \lambda_1^2 &= \frac{p_1^2}{p^2}; & z &= \frac{\omega}{p}. \end{aligned} \right\} \quad (25)$$

Безразмерные параметры, учитывающие силы сухого трения в подвеске,

$$2\psi^* z = 2\psi z + \frac{\Delta}{b_{II}}; \quad (23'')$$

$$2\psi_0^* z = 2\psi_0 z + \frac{\Delta_0}{b_{II}}, \quad (26)$$

где
$$\Delta = \frac{4f_T}{\pi q_0}; \quad (27)$$

$$\Delta_0 = \mu \Delta = \lambda_0^2 \Delta. \quad (28)$$

Выражения АЧХ моделей балансирных тележек при наличии в подвеске сил сухого трения имеют вид

$$\left. \begin{aligned} A_0 b_{II}^2 - 2B_0 b_{II} + C_0 &= 0, \\ \text{где } A_0 &= K_1^2 + K_2^2; \\ B_0 &= (2\psi_1 z \Delta) K_1 - \{(\lambda_1^2 - z^2) \Delta - \Delta_0 z^2\} K_2; \\ C_0 &= (2\psi_1 z \Delta)^2 + \{(\lambda_1^2 - z^2) \Delta - \Delta_0 z^2\}^2 - \\ &\quad - z^4 \left(\cos \frac{l_0 p}{2v} z \right)^2 (\lambda_1^4 - 2\psi_1^2 z^2); \\ K_1 &= (\lambda_1^2 - z^2) (1 - z^2) - (2\psi_1 z) (2\psi z) - \lambda_0^2 z^2; \\ K_2 &= (\lambda_1^2 - z^2) 2\psi z + (1 - z^2) 2\psi_1 z - 2\psi_0 z^2; \end{aligned} \right\} \quad (29)$$

$$b = \frac{\sqrt{b_{II}^2 + \Delta^2}}{z^2}; \quad (30)$$

$$b_0 = \frac{\sqrt{(1 - z^2) b_{II}^2 + \Delta^2}}{z^2}; \quad (31)$$

$$b_{III} = \frac{\sqrt{[(1 + \lambda_0^2 - z^2)^2 + (\Delta + \Delta_0)^2]}}{\sqrt{\lambda_1^4 + 4\psi_1^2 z^2}}. \quad (32)$$

Положив $C_0 = C_0(z) = 0$ и учитывая выражение (28), устанавливаем зависимость между амплитудой гармонического возмущения $q_0 = q_0^*$ и ее безразмерной частотой $z = z_0$, при которой происходит «включение» подвески

$$\begin{aligned} \Delta &= z^2 \left| \cos \frac{l_0 p}{2v} z \right| \sqrt{\frac{\lambda_1^4 + 4\psi_1^2 z^2}{[(\lambda_1^2 - z^2) - \lambda_0^2 z^2]^2 + 4\psi_1^2 z^2}} = \\ &= \frac{4f_T}{\pi q_0} \quad (z = z_0; \quad q_0 = q_0^*). \end{aligned} \quad (33)$$

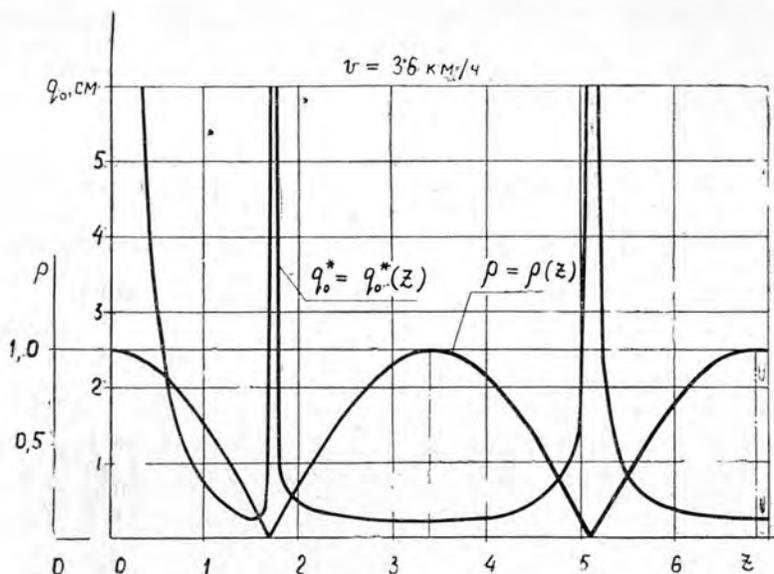


Рис. 4.

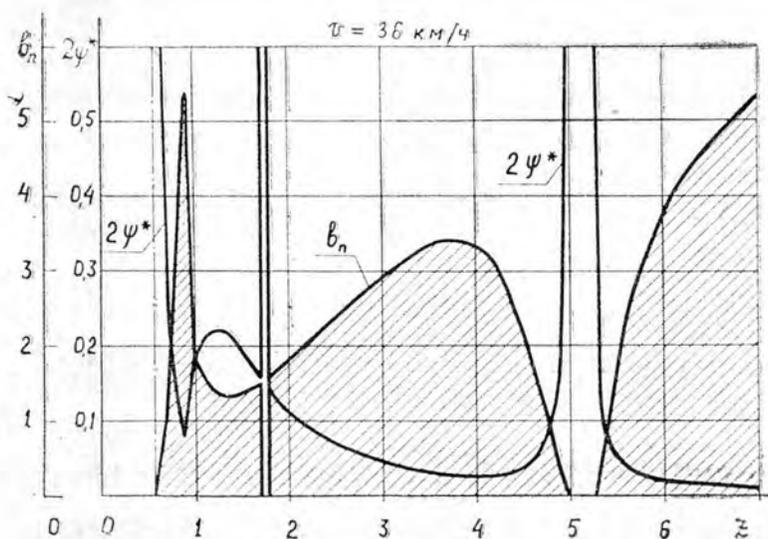


Рис. 5.

Из-за наличия смещения во времени наезда колес 2-й оси на неровность общее возмущающее воздействие непропорционально числу осей балансирной тележки. Возмущения, поступающие под колеса 1-й и 2-й осей, могут усиливать или ослаблять друг друга, что определяется временем запаздывания воздействия τ , или скоростью движения.

Поскольку частота ω принимается за параметр, по которому строятся АЧХ, то для изучения влияния на них скорости движения

необходимо прежде всего выявить зависимости коэффициента неодновременности воздействия

$$\rho = \left| \cos \frac{\theta}{2} \right| = \left| \cos \frac{l_0 \omega}{2v} \right|$$

от скорости движения.

Наибольшее влияние на АЧХ оказывают те значения коэффициента ρ , которые реализуются при собственных частотах модели. Критические скорости движения такие, при которых наибольшее значение коэффициента ρ реализуется при частотах, равных собственным частотам модели.

На рис. 4 и 5 построены графики частотных характеристик $q_0^* = q_0^*(z)$, $\rho = \rho(z)$, $b_n = b_n(z)$, $2\psi = 2\psi^*(z)$ балансирной тележки при наличии в подвеске (листовой рессоре) постоянных по величине сил сухого трения. Данные подвески, следующие:

Вес поддресоренных частей	$G_n = Mg = 16380$ кгс
Вес неподдресоренных частей	$4G_n = 4mg = 2600$ кгс
Жесткость рессор	$4c = 2860$ кгс/см
Сухое трение в рессорах	$4F_T = 1638$ кгс
Жесткость шин	$4c_{ш} = 8320$ кгс/см
Коэффициент сопротивления шин	$4k_{ш} = 40$ кгс·с/см
База балансирной тележки	$l_0 = 1,4$ м

Безразмерные параметры (с округлением): $\Delta = 0,365$ (при $q_0 = 2$ см); $\Delta_0 = 2,3$; $2\psi_1 = 1,15$; $\lambda_2^* = 6,3$; $\lambda_1^* = 18,35$.

Эти и другие расчеты частотных характеристик моделей балансирных подвесок при наличии в них постоянных сил сухого трения позволили отметить ряд особенностей в характере их вынужденных установившихся колебаний.

Установлено существенное влияние скорости движения на частотные характеристики модели, обусловленное неодновременно поступающим под колеса 1-й и 2-й осей возмущением дороги.

Установлено наличие двух режимов колебаний модели: при заблокированной подвеске, когда колебания происходят только за счет упругости шин, и при «открытой» рессоре.

Подвеска «заперта» силами сухого трения до определенного значения частоты возмущения $z = z_0$, зависящего в значительной степени от амплитуды гармонического возмущения, величины сил трения и скорости движения (рис. 5).

Определены периодические зоны «запирания» подвески силами сухого трения при взаимном ослаблении (гашении) возмущений, поступающих под колеса 1-й и 2-й осей балансирной тележки (см. график характеристики безразмерной амплитуды деформации подвески $b_n = b_n(z)$ на рис. 5).

Относительный линейаризованный коэффициент затухания $2\varphi^*$ достигает неограниченно больших значений при частотах «включения» подвески; этот коэффициент принимает наименьшие значения при частотах, соответствующих реализации наибольших амплитуд деформации подвески A_n в зонах ее работы (см. график характеристики коэффициента $2\psi^* = 2\psi^*(z)$ на рис. 5).

В заключение рассмотрим вопрос о подобных и эквивалентных моделях двухосной балансирной и одноосной тележек.

Модели подобны, если их движение описывается одной и той же системой дифференциальных уравнений. Отсюда следует, что все модели одноосных тележек (двухосных балансирных тележек) подобны. Эквивалентные модели имеют совпадающие АЧХ. Условием эквивалентности моделей одноосных тележек (без учета сил сухого трения в под-

веске) является равенство их колебательных параметров p^2 , p_1^2 , $2n$, $2n_1$ и μ . Модели двухосных балансирных тележек эквивалентны (без учета сил сухого трения в подвеске) в случае равенства этих параметров и, кроме того, базы тележки l_0 и скорости движения v , которые содержатся в формуле для коэффициента неодновременности воздействия.

Подобие и эквивалентность можно установить только для сравниваемых моделей одноосных тележек или для сравниваемых моделей двухосных балансирных тележек ввиду их принципиального отличия (вторая является моделью с запаздыванием).

Автор глубоко признателен В. В. Андронову за ценные замечания по статье.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Капранов И. В. К вопросу о вынужденных колебаниях колесных машин при наличии сухого трения в подвеске.— ИВУЗ, «Машиностроение», 1970, № 5. [2]. Коновалов В. В., Макаров С. Г., Гусев В. И., Митрофанов В. И., Бочаров Н. Ф. К выбору динамической схемы для трехосного автомобиля с балансирной подвеской.— ИВУЗ, «Машиностроение», 1972, № 9. [3]. Лах Е. И. К определению вертикальных нагрузок на оси автомобильной балансирной тележки.— «Автомобильная промышленность», 1962, № 1. [4]. Яценко Н. Н. Особенности колебаний трехосных автомобилей с балансирной подвеской.— «Автомобильная промышленность», 1959, № 12.

Поступила 2 октября 1975 г.

УДК 531 : 634.05

К ВОПРОСУ ОБ УПРАВЛЯЕМОЙ ВАЛКЕ ЛЕСА

С. А. ПОМОГАЕВ

Ленинградская лесотехническая академия

Приводятся аналитические зависимости нагрузок, действующих на машину при коррекции плоскости падения дерева в процессе управляемой валки леса. Даны расчеты параметров, характеризующих коррекцию, которые иллюстрируются графиками.

При управляемой валке дерева, когда требуется изменить плоскость его падения в нужном направлении (коррекция плоскости падения), технологическое оборудование машины, осуществляющее коррекцию, испытывает силовое воздействие со стороны дерева. Наша статья посвящена определению этого силового воздействия.

На рис. 1 изображена схема коррекции плоскости падения дерева, на которой даны следующие обозначения:

- G — вес дерева;
- P_k — корректирующая сила;
- P_x, P_y, P_z — усилия, действующие на узел связи машины с деревом (точка O) вдоль осей x, y и z ;
- Θ, ψ — углы Эйлера при сферическом движении дерева вокруг точки O (в нашем случае Θ — угол собственного падения дерева; ψ — угол коррекции плоскости падения дерева);
- OK — линия узлов;
- $Oxyz$ — инерциальная система координат;
- $Ox_1y_1z_1$ — система координат, жестко связанная с деревом.

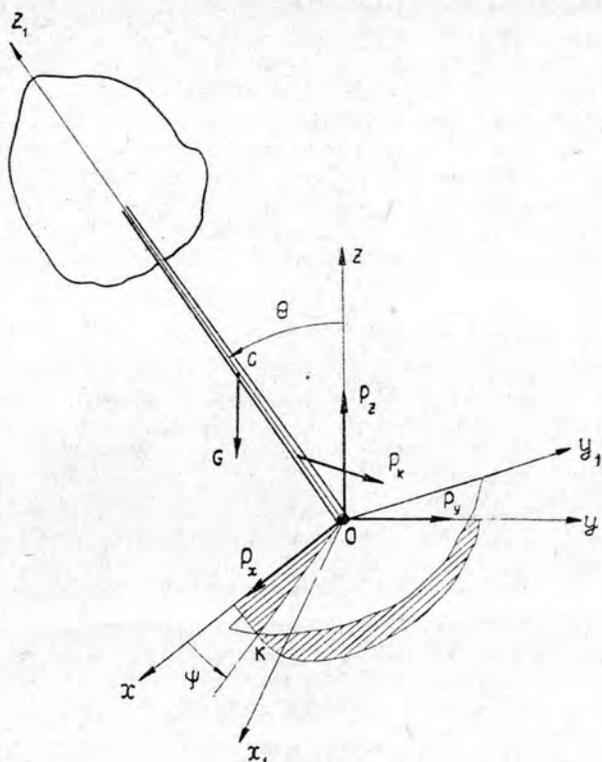


Рис. 1. Схема коррекции плоскости падения дерева.

Силу P_k считаем направленной перпендикулярно плоскости падения дерева.

Используя теорию общей динамики валки и пакетирования леса [2], напишем уравнения, характеризующие процесс коррекции плоскости падения дерева без учета сопротивления воздуха и действия ветра.

$$\begin{aligned}
 & \ddot{\theta} h_c \cos \theta \sin \psi + \ddot{\psi} h_c \sin \theta \cos \psi + 2\dot{\theta}\dot{\psi} h_c \cos \theta \cos \psi - \\
 & \quad - (\dot{\theta}^2 + \dot{\psi}^2) h_c \sin \theta \sin \psi = \frac{P_x}{m} + \frac{P_k}{m} \cos \psi; \\
 & - \ddot{\theta} h_c \cos \theta \cos \psi + \ddot{\psi} h_c \sin \theta \sin \psi + 2\dot{\theta}\dot{\psi} h_c \cos \theta \sin \psi + \\
 & \quad + (\dot{\theta}^2 + \dot{\psi}^2) h_c \sin \theta \cos \psi = \frac{P_y}{m} + \frac{P_k}{m} \sin \psi; \\
 & - \ddot{\theta} h_c \sin \theta - \dot{\theta}^2 h_c \cos \theta = \frac{P_z}{m} - g; \\
 & \quad \ddot{\theta} - \dot{\psi}^2 \sin \theta \cos \theta = c_2 \sin \theta; \\
 & \quad \ddot{\psi} \sin \theta + 2\dot{\theta}\dot{\psi} \cos \theta = c_2 \frac{M_k}{G h_c},
 \end{aligned} \tag{1}$$

где h_c — высота центра тяжести дерева;
 m — масса дерева;
 g — ускорение свободного падения;

c_2 — коэффициент, равный $\frac{Gh_c}{I}$;

I — момент инерции дерева;

$M_k = P_k h_{P_k}$ — корректирующий момент относительно точки опоры дерева;

h_{P_k} — расстояние от точки опоры (точка O) до точки приложения корректирующей силы.

Два последних уравнения системы (1) являются дифференциальными уравнениями движения дерева при коррекции, три первых — уравнениями связи. Дифференциальные уравнения в общем виде решены А. А. Дебердеевым [1]

$$\psi = \frac{M_k}{4Gh_c} \left[3 \operatorname{tg} \frac{\theta_1}{2} + 4 \operatorname{ctg} \theta_1 - 3 \sin \frac{\theta_1}{2} \ln \operatorname{ctg} \frac{\theta_1}{4} - \frac{2}{\sin \theta_1} + \sin \frac{\theta_1}{2} \left(\frac{2}{\sin \theta \sin \frac{\theta}{2}} + 3 \ln \operatorname{ctg} \frac{\theta}{4} - \frac{3}{\cos \frac{\theta}{2}} \right) - 4 \operatorname{ctg} \theta \right], \quad (2)$$

где θ_1 — угол, при котором начинает действовать корректирующий момент.

Силы P_x , P_y , P_z в долях веса дерева найдем из первых трех уравнений системы (1). Для упрощения решения задачи членами, содержащими $\dot{\psi}^2$, пренебрегаем, считая, что коррекция происходит при малой скорости. Тогда четвертое уравнение системы (1) примет вид

$$\ddot{\theta} = c_2 \sin \theta. \quad (3)$$

Проинтегрировав уравнение (3), получим известную зависимость угловой скорости падения дерева при нулевых начальных условиях

$$\omega = \dot{\theta} = \sqrt{2c_2(1 - \cos \theta)}. \quad (4)$$

Из последнего уравнения системы (1) определяем

$$\ddot{\psi} \sin \theta = c_2 \frac{M_k}{Gh_c} - 2\dot{\theta} \dot{\psi} \cos \theta. \quad (5)$$

Подставив значения $\dot{\theta}$ из формулы (4), а $\ddot{\psi} \sin \theta$ из формулы (5) в первые три уравнения системы (1), после преобразования получим

$$\frac{P_x}{G} = \frac{c_2 h_c}{g} \left[(3 \cos \theta - 2) \sin \theta \sin \psi + \frac{M_k}{Gh_c} \left(1 - \frac{c_4}{c_2 h_c} \right) \cos \psi \right]; \quad (6)$$

$$\frac{P_y}{G} = \frac{c_2 h_c}{g} \left[(2 - 3 \cos \theta) \sin \theta \cos \psi + \frac{M_k}{Gh_c} \left(1 - \frac{c_4}{c_2 h_c} \right) \sin \psi \right]; \quad (7)$$

$$\frac{P_z}{G} = 1 - \frac{c_2 h_c}{g} [1 - (3 \cos \theta - 2) \cos \theta], \quad (8)$$

где $C_4 = \frac{gh_c}{h_{P_k}}$.

На рис. 2 показаны зависимости сил P_x , P_y , P_z от θ , полученные по формулам (6) — (8) при постоянном корректирующем моменте и $\frac{h_c}{h_{P_k}} = 4$ для двух случаев: а) при $\frac{M_k}{Gh_c} = 0,1$ и $\theta_1 = 10^\circ$; б) при $\frac{M_k}{Gh_c} = 1$ и $\theta_1 = 45^\circ$. В обоих случаях конечное значение угла коррекции $\psi = 0,268$ рад (15°), $I = 0,23 ml^2$, $\frac{h_c}{h} = 0,4$.

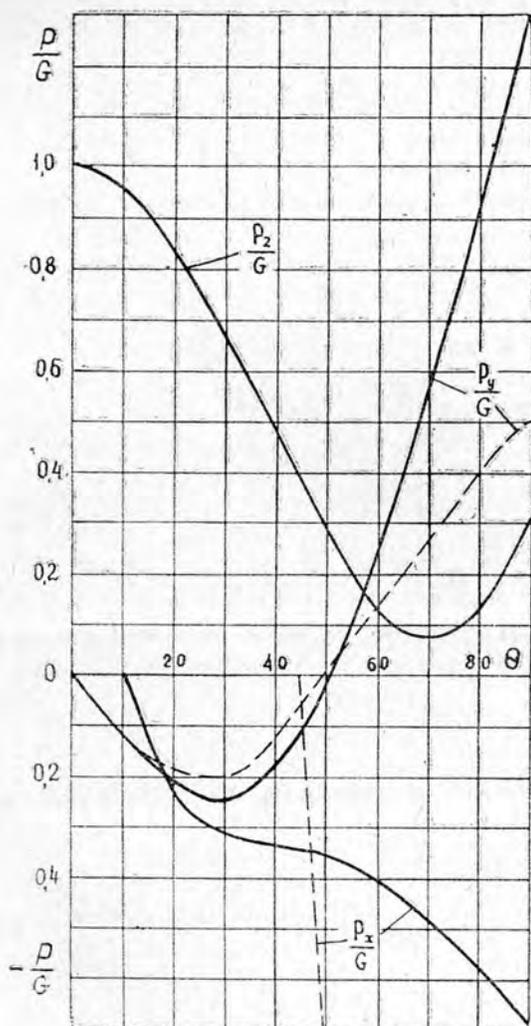


Рис. 2. Изменение нагрузок, действующих на узел связи машины с деревом при коррекции.

Сплошная линия — при $\theta_1 = 10^\circ$;
пунктирная — при $\theta_1 = 45^\circ$

Результаты расчетов показывают, что чем позднее прикладывается корректирующая сила P_k , тем большую нагрузку P_x требуется воспринять для достижения одной и той же коррекции; при этом усилие P_y несколько уменьшается, особенно в заключительной стадии падения дерева (рис. 2). При принятых допущениях характер изменения усилия P_z не зависит от факта коррекции.

Таким образом, для уменьшения нагруженности механической системы следует изменить плоскость падения дерева приложением корректирующей силы с самого начала падения дерева.

ЛИТЕРАТУРА

Ш. Дебердеев А. А. Об одном вопросе управляемого повала дерева.— ИВУЗ, «Лесной журнал», 1967, № 4. [2]. Орлов С. Ф., Помогаев С. А., Жуков А. В., Александров В. А. Проектирование и расчет специальных лесных машин. Л., РИО ЛТА, 1975.

Поступила 11 мая 1975 г.

УДК 532.1 : 627.421

УДЕЛЬНАЯ ЭНЕРГИЯ СЕЧЕНИЯ В РАСЧЕТАХ ГЛУБИН СЖАТОГО РУСЛА

В. Е. СЕРГУТИН

Красноярский политехнический институт

Исследована эффективность применения выправительных дамб как водоподъемных сооружений в руслах лесосплавных или судоходных потоков. Анализ, выполненный с помощью метода удельной энергии сечения Б. А. Бахметева — Г. И. Сухомела, позволяет учитывать гидравлические сопротивления и соответствующие им потери напора, которые должен преодолеть поток при прохождении сжатого русла.

Большое количество работ отечественных и зарубежных исследователей посвящено определению подпора в открытых потоках, например, на лесосплавных или судоходных реках от продольных дамб или поперечных полузапруд, от береговых опор (быков) мостовых переходов и других подобных преград, стесняющих живое сечение потока. С подпором связано определение глубин в сжатом створе и вида сопряжения потока в нижнем бьефе, что необходимо для оценки интенсивности размыва стесненного русла и нижележащего участка. Решение всех этих вопросов с помощью обычно применяемого в гидравлике или гидромеханике уравнения Бернулли сильно затруднено, поскольку после приведения его к однозначной в отношении глубины записи (без средней скорости) получается кубическое уравнение, один из корней которого отрицательный, а два других удовлетворяют одновременно условиям спокойных и бурных потоков, причем только один отображает действительную картину явления при сжатии русла. На это, например, указывает Р. Р. Чугаев [19]. Сложность явлений, сопутствующих сжатию потока, побудила многих авторов выполнить экспериментальные исследования ([6], [10], [12] и др.). Известны теоретические работы последних лет [1], [3], [5], [7—9], [11], [13], [16], [18], [20], [21]. Обзор показывает, что в этих работах отсутствует такое гидравлическое решение, которое бы по возможности однозначно определяло изменение глубины в зоне сжатия русла при заданной степени его стеснения и известных основных гидравлических параметрах потока. При анализе новых характеристик потока более хорошие результаты дает метод удельной энергии сечения, введенный в гидравлику Б. А. Бахметевым [2]. В своих работах он ограничился, главным образом, исследованием удельной энергии сечения $(\mathcal{E} = h + \frac{av^2}{2g})$ как функции глубины в одном и том же сечении. Между тем, как отмечает Г. И. Сухомел [17], решение наиболее важных и трудных вопросов неравномерного движения открытых потоков возможно лишь при исследовании удельной энергии вдоль потока. А. И. Богомолов и К. А. Михайлов [4] вопросу удельной энергии сечения посвятили отдельную главу в последнем издании своего курса по гидравлике.

Гидравлический расчет открытого потока при сжатии его русла предусматривает отыскание следующих основных его параметров: 1) подпора перед сужением; 2) глубины в сжатом русле; 3) весьма важной уровенной характеристики — разности глубин между верхним и нижним бьефом, названной И. В. Лебедевым [8] максимальным перепадом; 4) понижения в нижнем бьефе, вызванного расходом накопленного потоком запаса энергии для прохождения сжатого участка; 5) вида сопряжения в нижнем бьефе сжатого и бытового потока. Эти задачи решим для прямоугольных неразмываемых русел в гидравлической постановке, то есть при одномерном осреднении скоростей по сечению. При этом покажем, что метод удельной энергии сечения дает возможность достаточно просто и для условий одномерного движения теоретически точно определить возможные из-

менения гидравлических параметров потока, рассчитать глубинные и скоростные характеристики его в зоне «деформаций», вызванных сжатием русла.

Выясним, какие энергетические изменения, записанные в общем виде для условий одноразмерной задачи

$$\frac{\partial \mathcal{E}}{\partial b} db + \frac{\partial \mathcal{E}}{\partial h} dh = - \left[\frac{\alpha}{g} \cdot \left(\frac{Q}{H} \right)^2 \cdot \frac{1}{B^3} \right] db + \left[1 - \frac{\alpha}{g} \left(\frac{Q}{B} \right)^2 \cdot \frac{1}{H^3} \right] dh,$$

будет испытывать поток при постепенном сжатии его русла с боков. Отрицательный знак для первой производной говорит о том, что в случае постоянства глубины удельная энергия сечения потока при уменьшении ширины русла возрастает. По Г. И. Сухомелу [17], при $\mathcal{E}_0 > \mathcal{E}_{min}$, с поток характеризуется «достаточностью» энергии для прохождения сжатого участка, и наоборот, при $\mathcal{E}_0 < \mathcal{E}_{min}$, с энергии потока «не хватает». При стеснении возможны пять случаев различного сочетания величин удельной энергии сечения до и после сжатия и соответственно бытовых и критических глубин для спокойного потока и три случая — для бурного (рис. 1). Ниже здесь будем рассматривать только спокойные потоки, для которых характерны случаи 1, 3 и 5. Обозначения — общепринятые в гидравлике и гидромеханике.

Случай 1: $\mathcal{E}_0 > \mathcal{E}_{min}$, с $H > h_{кр}$, с. Из рис. 2 видно, что если поток начнет проходить сжатое сечение с бытовой глубиной H , то у него не хватит энергии на такое движение. Но энергии у него будет достаточно, чтобы пройти стесненный участок при снижении глубины — до точки 4 на кривой \mathcal{E}_c . При этом необходимо записать $\mathcal{E}_0 = \mathcal{E}_c$, что может быть при $\Sigma h = 0$ — отсутствии потерь напора для преодоления сжатого сечения. Однако переход потока из бытового энергетического состояния в новое, характеризуемое кривой \mathcal{E}_c , связан с преодолением гидравлических сопротивлений, вызванных постановкой преграды. Для их преодоления потоку необходимо затратить дополнительную энергию $\Delta \mathcal{E}(\Sigma h)$, чтобы возместить потери напора $\Sigma h = \Sigma \zeta \frac{v^2}{2g}$, связанные с прохождением сжатого участка, где $\Sigma \zeta = \zeta_{вх} + \zeta_{дл} + \zeta_{вых}$ — сумма коэффициентов потерь, определенных экспериментально и отнесенных к бытовому скоростному напору. Эта дополнительная энергия $\Delta \mathcal{E}(\Sigma h)$ образуется на участке потока перед сжатым сечением. Поэтому отложим от точки 0 вправо Σh , что можно сделать, учитывая идентичность размерностей удельной энергии сечения и потерь напора и проведя вертикаль от координаты $\mathcal{E}_0 + \Sigma h$ до пересечения ее с кривой \mathcal{E}_c (подпор образуется в нестесненном русле с бытовой шириной B), получим точку 1, характеризующую наибольшую отметку подпороного горизонта перед преградой. При таком подпоре и соответствующей величине удельной энергии сечения поток начнет преодолевать стесненный участок, а точка 2 на кривой \mathcal{E}_c будет характеризовать уровень в начале сжатого участка, куда поток войдет после затрат потерь напора на вход $h_{вх}$. При этом могут быть следующие варианты, когда сумма гидравлических потерь

$$\left. \begin{aligned} \Sigma h, \quad (1.1) &< \\ (1.2) &= \\ (1.3) &> \end{aligned} \right\} \mathcal{E}_{сж, H} - \mathcal{E}_0.$$

Вариант 1.3 может иметь место, например, при относительно небольших потерях напора на входном участке (плавное обтекание) и длинном продольном сужении. Поток входит в сжатое русло (точка 2)

с глубиной больше бытовой — такое плюсовое изменение глубины по сравнению с ее бытовым значением может быть названо *положительным* эффектом сжатия; снижение глубины (вариант 1,1) — *отрицательным* эффектом.

Случай 2: $\mathcal{E}_6 = \mathcal{E}_{\min, c}$, $H > h_{кр, c}$. Принципиальной разницы между этим и первым случаем нет, точка 4 опустится ниже и совместится с отметкой критической глубины для потока в сжатом состоянии. Сопряжение в нижнем бьефе возможно в виде прыжка-волны.

Случай 3: $\mathcal{E}_6 < \mathcal{E}_{\min, c}$, $H > h_{кр, c}$. Здесь потоку уже не достает удельной энергии сечения, чтобы пройти стесненный участок. Если предположить, что преодоление сжатого участка будет происходить при бытовой глубине H , то эта нехватка выразится отрезком $0-0'$. Однако преодолеть сжатие поток может и при величине энергии, равной минимальной удельной энергии сечения, которая $\mathcal{E}_{\min, c} < \mathcal{E}_6 + \Delta\mathcal{E}$ (\mathcal{E} , $0-0'$) и также может определять движение в сжатом русле. Г. И. Сухомел [17] показал, что такое движение наиболее вероятно. Из сжатого русла поток выходит с глубиной, равной критической $h_{кр, c} = h_4$, после чего гашение избытка энергии $\Delta\mathcal{E}$ должно идти с глубины h_5 в зоне бурного состояния — глубина должна снизиться при переходе потока в бытовое русло с шириной B . Дальнейший переход к бытовой глубине совершается в виде гидравлического прыжка, глубины h_5 и H будут при этом взаимными (сопряженными), а их соотношение, как известно, определяет вид прыжка (затопленный, совершенный и т. д.).

Случай 4: $\mathcal{E}_6 < \mathcal{E}_{\min, c}$, $H = h_{кр, c}$. Начало анализа основано на том, что потоку, кроме запаса энергии, нужного для преодоления гидравлических потерь, необходимо приобрести дополнительный ее запас $\Delta\mathcal{E}(\mathcal{E}) = \mathcal{E}_{\min, c} - \mathcal{E}_6$ для перехода в новое энергетическое состояние.

Случай 5: $\mathcal{E}_6 < \mathcal{E}_{\min, c}$, $H < h_{кр, c}$ — аналогичен случаю 4, а графические построения уровней (глубин) для него ясны из рис. 4, где для наглядности кривые удельной энергии сечения потока в бытовом состоянии совмещены по вертикали.

Для подтверждения приведенных теоретических выкладок, результаты которых графически представлены на рис. 2—5, проведены эксперименты в стеклянном и русловом лотках гидравлической лаборатории кафедры водного транспорта леса Сибирского технологического института [14], [15]. Сходимость теории и эксперимента оказалась вполне удовлетворительной.

ЛИТЕРАТУРА

- Ш. Аврова Т. Ф.—ИВУЗ, «Энергетика», 1969, № 8; Труды ЛПИ № 312. Л., 1971. [2]. Бахметев Б. А. Гидравлика открытых русел. М., 1934. [3]. Богданов Г. Г. Труды I Всесоюзной конференции по гидравлике дорожных водопропускных сооружений. М., «Высшая школа», 1969. [4]. Богомолов А. И., Михайлов К. А. Гидравлика. М., Стройиздат, 1972. [5]. Гарзанов А. В.—ИВУЗ, «Строительство и архитектура», 1965, № 3. [6]. Коберник С. Г. Расчеты и исследования по гидравлике и прочности гидротехнических сооружений. Киев, изд-во АН УССР, 1954. [7]. Латышенков А. М. Вопросы гидравлики искусственно сжатых русел. М., Госстройиздат, 1960, с. 148—157. [8]. Лебедев И. В.—«Гидротехническое строительство», 1957, № 3. [9]. Мостков М. А. Гидравлический справочник. М., 1956. [10]. Мучник С. Я., Панов Н. Н. Регулирование сплавной трассы. М.—Л., 1955. [11]. Наставления по изысканиям и проектированию железнодорожных и автодорожных мостовых переходов через водотоки. М., «Транспорт», 1972, с. 193—198. [12]. Овчинников М. М.—ИВУЗ, «Лесной журнал», 1966, № 3 и 4. [13]. Рауз Х. Механика жидкости для инженеров-гидротехников. М.—Л., 1958. [14]. Сергутин В. Е.—ИВУЗ, «Лесной журнал», 1958, № 3. [15]. Сергутин В. Е.—ДВШ, «Лесоинженерное дело», 1958, № 3. [16]. Сидоров А. П. Техническая информация ЦНИИЛесосплава № 126. Л., 1958. [17]. Сухомел Г. И. Вопросы гидравлики откры-

тых русел и сооружений. Киев, изд-во АН УССР, 1949. [18]. Труды I Всесоюзной конференции по гидравлике дорожных водопропускных сооружений. М., «Высшая школа», 1969. [19]. Чугаев Р. Р. Гидравлика. Л., «Энергия», 1970. [20]. Шмидт О. Гидравлика (нем.). Берлин, 1957. [21]. Энрико М. — Реф. журн. «Механика», 1973, № 10 Б540.

Поступила 2 июля 1975 г.

УДК 634.0.378.33

СПОСОБ РАСЧЕТА ПОТРЕБНОСТИ В ПРИЧАЛАХ В ПУНКТАХ ПРИБЫТИЯ ПЛОТОВ

К. А. ЧЕКАЛКИН

Архангельский лесотехнический институт

На основе обработки статистических данных поступления плотов в Архангельский порт и их простоев на причалах обосновывается правомерность применения методов теории массового обслуживания к определению потребного количества плотовых причалов.

Один из важных вопросов организации крупных рейдов прибытия плотов — определение потребности в причалах для приема и последующего расформирования плотов в процессе сдачи древесины потребителям. В соответствующих руководствах по эксплуатационным расчетам лесосплавных рейдов, в частности, в Технических указаниях [3], методика таких расчетов не приводится.

Процессы поступления плотов в пункты прибытия и простоя на причалах в ожидании сдачи потребителям являются случайными. Поэтому правомерно потребность в плотовых причалах определять методами теории массового обслуживания. Докажем это на примере крупнейшего в стране рейда прибытия плотов — Архангельского порта, в который за навигацию поступает около 10 млн. м³ древесины в плотях. По гидрологическим условиям навигация в порту может быть подразделена на два периода: весенний и летний. В весенний период на акватории порта течения односторонние, вызванные весенним половодьем, и в вершине дельты р. Северной Двины продолжают до 40—50 дней [2]. Второй период — летний, наиболее продолжительный, когда под влиянием приливов Белого моря в дельте имеют место двухсторонние течения.

По организации остановки и отстоя плотов в порту эти два периода навигации различны. Для приема плотов в первый период организуется отдельное причальное хозяйство, размещаемое в вершине дельты и эксплуатируемое только в период односторонних течений. География же размещения причалов для приема плотов во второй период значительно шире, и причалы максимально приближены к потребителям в связи с тем, что весной однорукавный участок дельты в районе мостового перехода весьма опасен для проводки целых плотов. Потребители, расположенные ниже железнодорожного моста, в этот период получают древесину в плотовых секциях из плотов, расчаливаемых на весенних причалах. Отмеченное обстоятельство вызывает потребность в расчете количества плотовых причалов отдельно для того и другого периодов навигации.

Пользуясь категориями теории массового обслуживания [1], [4], можно плотовые причалы представить как каналы обслуживания, а поток плотов, поступающих в порт, как поток заявок на обслуживание.

Ранее нами было доказано [6], что поток плотов, поступающих в порт в первый период навигации, является простейшим потоком с плотностью распределения вероятностей интервалов между поступающими плотами по показательному закону

$$f(t) = \lambda e^{-\lambda t}, \quad (1)$$

где $\lambda = \frac{1}{t_{\text{пр}}}$ — параметр показательного закона плотности вероятностей (величина, обратная среднему промежутку времени между поступлениями плотов $t_{\text{пр}}$, исчисленному в часах).

Статистическая обработка данных* о прибытии плотов в порт во второй период навигации показала также, что поток плотов и в этот период является простейшим. Так, на рис. 1 приведена гистограмма относительных частот интервалов между поступлениями плотов на рейд во второй период навигации за 1973—1974 гг. и теоретическая кривая плотности вероятностей (1) с параметром $\lambda = 0,438$ плота за 3 ч.

Проверка позволила установить близкое соответствие теоретической кривой плотности вероятностей фактическому распределению по критерию согласия χ^2 .

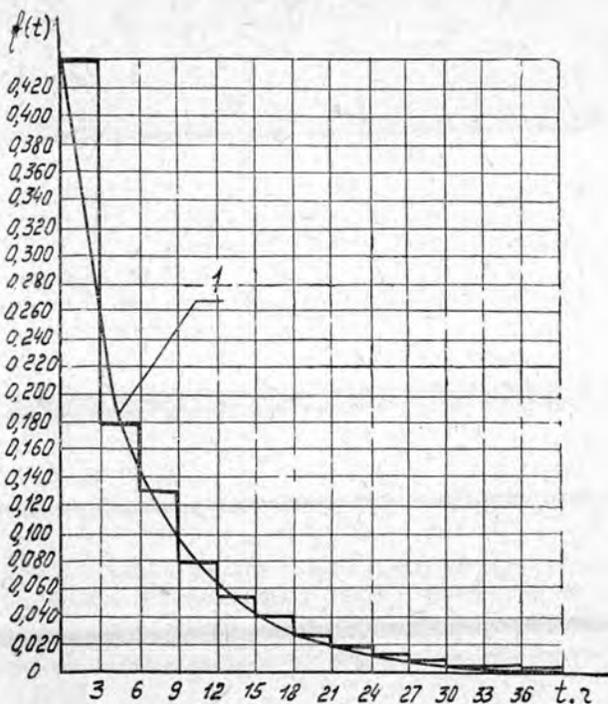


Рис. 1.

* Сбор статистических данных по порту и их обработку выполнили студенты С. А. Кондратьев и Н. А. Шевелев под руководством автора.

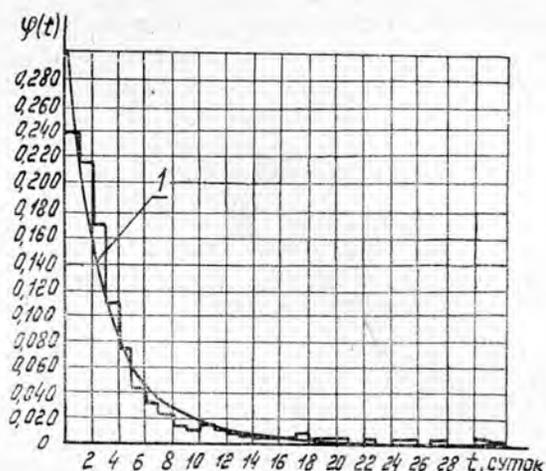


Рис. 2.

Плоты, поступающие в порт, прежде чем занять тот или иной причал, проходят фазу обслуживания в виде процесса остановки. Но имея в виду кратковременность непосредственного процесса торможения плота [5], можно с большой долей достоверности предположить, что характер потока заявок этой фазой обслуживания не искажается, то есть на обслуживание плотовыми причалами поступает также простейший поток заявок.

Система обслуживания в этой задаче является разомкнутой, многоканальной с отказами. В самом деле, поток плотов всегда не замкнут, одного причала для их приема явно недостаточно, а занятость всех причалов (отказ в обслуживании заявки) создает недопустимую аварийную ситуацию.

Теперь остается выяснить, каков закон распределения длительности обслуживания заявок плотовыми причалами. Статистические данные по длительности простоя плотов на причалах до их разводки потребителям позволяют сказать, что длительность обслуживания неравномерна и также подчинена показательному закону распределения.

Так, на рис. 2 изображена гистограмма относительных частот длительности простоя плотов на причалах в весенний период 1973 г. и теоретическая кривая 1 распределения плотности вероятностей

$$f(t) = \mu e^{-\mu t}, \quad (2)$$

где μ — среднее количество плотовых причалов, освобождаемых от плотов в течение суток, определяемое как

$$\mu = \frac{1}{\bar{t}_{\text{обсл}}},$$

здесь $\bar{t}_{\text{обсл}}$ — средняя длительность простоя плотов на причале в сутках, принимаемая как средняя длительность обслуживания одной заявки плотовым причалом.

После обработки статистических данных оказалось: для весеннего периода 1973 г. $\bar{t}_{\text{обсл}} = 3,1$ суток; для весеннего периода 1974 г. $\bar{t}_{\text{обсл}} = 3,2$ суток; для летних периодов обоих лет $\bar{t}_{\text{обсл}} = 3,43$ суток. В рассматриваемом случае $\mu = 0,324$ плота/сутки.

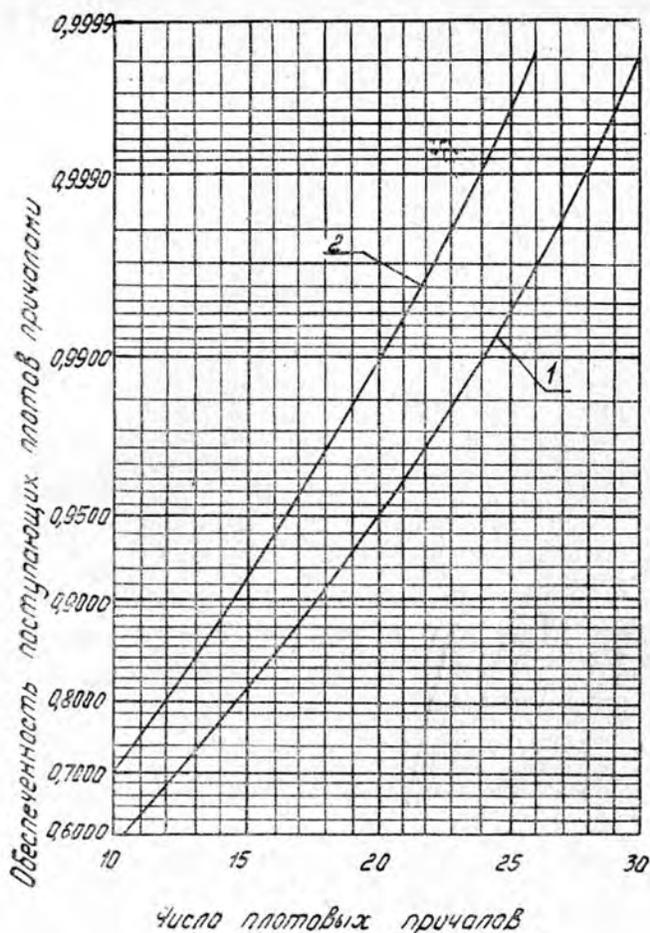


Рис. 3.

Приведенные доказательства о наличии простейшего потока заявок на обслуживание и распределения длительности их обслуживания по показательному закону позволяют для решения поставленной задачи воспользоваться методами, хорошо известными в теории массового обслуживания.

По Эрлангу, для многоканальной системы массового обслуживания с отказами вероятность отказа, то есть вероятность занятости всех n каналов обслуживания ранее поступившими заявками определяется по формуле

$$P_{\text{отк}} = \frac{\frac{\alpha^n}{n!}}{\sum_0^n \frac{\alpha^K}{K!}}, \quad (3)$$

где α — приведенная плотность потока заявок

$$\alpha = \frac{\lambda}{\mu};$$

$$K = 1, 2, 3, \dots, n.$$

Вероятность обслуживания поступившей заявки, которая собственно определяет степень надежности обслуживания, находят как вероятность противоположного события, то есть

$$P_{\text{обсл}} = 1 - P_{\text{отк}} \quad (4)$$

На рис. 3 приведены графики зависимости обеспеченности прибывающих плотов причалами от их количества для двух значений α , как результат решения формул (3) и (4).

Значение $\alpha = 14,8$ (кривая 1) получено для весеннего периода, когда $\lambda = 4,8$ плота*/сутки и $\mu = 0,324$ плота/сутки, а значение $\alpha = 12$ (кривая 2) имеет место летом, когда $\lambda = 3,5$ плота/сутки, а $\mu = 0,292$ плота/сутки.

Из графиков можно установить, что с надежностью 0,99, с учетом развития береговой сплотки в бассейне р. Северной Двины, весной нужно будет иметь в порту 24 причала.

Для летнего периода порт располагает количеством причалов емкостью на 21 плот, что обеспечивает надежность обслуживания плотов причалами в 0,994.

Таким образом, доказано, что методы теории массового обслуживания могут быть использованы для расчета потребности в плотовых причалах в пунктах прибытия плотов.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Вентцель Е. С. Теория вероятностей. М., Физматгиз, 1962, с. 564.
 [2]. Гидрология устьевой области Северной Двины, М., Гидрометеониздат, 1965, с. 376.
 [3]. Гипролестранс. Технические указания по проектированию лесосплавных предприятий. Л., 1965, с. 322. [4]. Овчаров Л. А. Прикладные задачи теории массового обслуживания. М., «Машиностроение», 1969, с. 324. [5]. Чекалкин К. А. Об оптимальном режиме торможения плотов в пунктах прибытия.— ИВУЗ, «Лесной журнал», 1973, № 1, с. 45—51. [6]. Чекалкин К. А. Расчет потребности тормозных устройств для остановки плотов в пунктах прибытия методами теории массового обслуживания.— ИВУЗ, «Лесной журнал», 1973, № 5, с. 128—133.

Поступила 28 ноября 1975 г.

УДК 634.0.372

КОНТАКТНЫЕ НАПРЯЖЕНИЯ В ПРОВОЛОКАХ НЕСУЩЕГО КАНАТА В ЗОНЕ СОПРИКАСАНИЯ ПРЯДЕЙ

И. И. СЛЕПКО

Львовский лесотехнический институт

Получено выражение для определения величины максимальных контактных напряжений в проволоках несущего каната в зоне соприкосновения прядей.

На подвесных лесотранспортных установках канаты двойной свивки используются в качестве несущих.

Экспериментальные исследования выносливости несущих и тяговых канатов двойной свивки показали, что проволоки каната разруша-

* В период с 1968 г. по 1974 г. годом наиболее интенсивного прибытия плотов в порт был 1970 г., когда $\lambda = 0,124$ плота/ч. В данном расчете оно увеличено в 1,5 раза с учетом перспектив развития береговой сплотки в бассейне р. Северной Двины, преимущественно за счет межнавигационной сплотки.

ются в зоне контакта с катком грузовой каретки или в зоне контакта проволок между прядями [4], [5]. Однако контактные напряжения, возникающие в проволоках несущего каната в зоне соприкосновения прядей, исследованы недостаточно.

В проволоках каната в зоне соприкосновения прядей возникают контактные напряжения от осевого растяжения и от поперечной нагрузки. При соприкосновении проволок каната мы имеем два одинаковых однородных и изотропных тела, поэтому для определения максимальных контактных напряжений можно использовать задачу Герца.

Максимальные контактные напряжения, возникающие в проволоках несущего каната открытого типа, равны [7]

$$p_0 = \frac{A_0}{mn} \sqrt[3]{Pk_0^2 \frac{1}{\delta^2}} \text{ кгс/мм}^2, \quad (1)$$

где A_0 — коэффициент, зависящий от упругих постоянных материала соприкасающихся тел; при соприкосновении проволок каната

$$A_0 = 286 \left(\text{кгс/мм}^2 \right)^{\frac{2}{3}} [1];$$

δ — диаметр проволоки внешнего слоя пряди;

P — сила давления в точке контакта;

k_0 — коэффициент формы поверхностей;

$$k_0 = 1 + C_1 - C_2 + C_3; \quad (1a)$$

$$C_1 = \frac{K_{21}}{K_{11}}; \quad C_2 = -\frac{K_{22}}{K_{11}}; \quad C_3 = \frac{K_{12}}{K_{11}};$$

K_{11} , K_{21} и K_{22} , K_{12} — соответственно максимальная и минимальная главные кривизны поверхностей проволок в точке контакта;

m , n — произведение коэффициентов, величина которого зависит от геометрии тел в точке контакта и является функцией $\cos \theta$;

$$\cos \theta = \frac{[(1 - C_3)^2 - 2(1 - C_3)(C_1 + C_2) \cos 2\eta + (C_1 + C_2)^2]^{\frac{1}{2}}}{k_0}, \quad (1b)$$

здесь η — угол между плоскостями, содержащими кривизны K_{12} и K_{21} .

При контакте проволок каната между прядями главные кривизны проволок внешнего слоя пряди в точке контакта равны между собой, то есть

$$K_{21} = K_{11}; \quad K_{12} = K_{22}$$

и соответственно

$$C_1 = 1; \quad C_2 = -C_3.$$

Главные кривизны поверхности проволоки в точке контакта [8]

$$K_{11} = \frac{2}{\delta}, \quad K_{12} = \frac{1}{\frac{1}{K} + \frac{\delta}{2}}, \quad (2)$$

где K — кривизна оси проволоки в канате двойной свивки, которая является пространственной кривой.

Кривизна линии [6]

$$K = \left\{ \frac{\left(\frac{X''}{X'} \frac{Y''}{Y'} \right)^2 + \left(\frac{Y''Z''}{Y'Z'} \right)^2 + \left(\frac{Z''X''}{Z'X'} \right)^2}{[1(X')^2 + (Y')^2 + (Z')^2]^3} \right\}^{\frac{1}{2}}. \quad (3)$$

Уравнение оси проволоки имеет вид [8]

$$\left. \begin{aligned} X &= R [1 + j \cos \omega t] \cos t - j \cos \beta \sin \omega t \sin t; \\ Y &= R [(1 + j \cos \omega t) \sin t + j \cos \beta \sin \omega t \cos t]; \\ Z &= R [t \operatorname{ctg} \beta - j \sin \beta \sin \omega t], \end{aligned} \right\} \quad (4)$$

где R — радиус окружности центров прядей в сечении каната (рис. 1);

β — угол свивки прядей в натянутом канате;

$$j = \frac{r}{R}; \quad \omega = \frac{\operatorname{tg} \alpha}{j \sin \beta} - 1 + k_1^*;$$

r — радиус окружности центров проволок внешнего слоя в сечении пряди (рис. 1);

α — угол свивки проволок внешнего слоя в прядь в натянутом канате;

k_1 — коэффициент подкрутки.

Значение углов свивки α и β определяют по формулам [7]

$$\left. \begin{aligned} \operatorname{tg} \beta &= \frac{1 - 1,5k_2 \varepsilon}{1 + \varepsilon} \operatorname{tg} \beta'; \\ \operatorname{tg} \alpha &= \frac{1 - \mu_n \varepsilon (\cos^2 \beta - 1,5k_2 \sin^2 \beta)}{1 + \varepsilon (\cos^2 \beta - 1,5k_2 \sin^2 \beta)} \operatorname{tg} \alpha', \end{aligned} \right\} \quad (15)$$

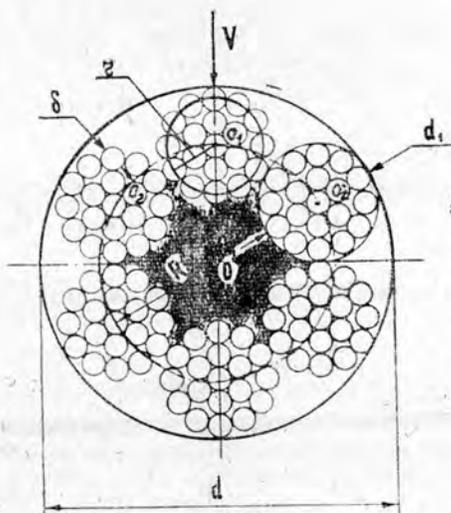


Рис. 1. Поперечное сечение каната.

где α' и β' — углы свивки проволок впрядь и прядей в канат в новом канате;

k_2 — конструктивный коэффициент каната, значение которого приведено в работе [3];

ε — относительное удлинение каната;

μ_n — коэффициент сужения пряди; $\mu_n \leq 1$ [2].

Так как точка контакта проволок между прядями лежит на окружности центров прядей в сечении каната, то ее координаты должны удовлетворять уравнению

$$X^2 + Y^2 = R^2. \quad (6)$$

Подставляя значения из уравнений (4) в формулу (6), получим

$$\cos^2 \omega t + \frac{2}{j \sin^2 \beta} \cos \omega t + \cos^2 \beta = 0, \quad (7)$$

* Для канатов крестовой свивки углу β соответствует угол $-\beta$.

откуда

$$\cos \omega t = -\frac{1}{j \sin^2 \beta} \left[1 - \sqrt{1 - (j \sin \beta \cos \beta)^2} \right]. \quad (8)$$

Находя первые и вторые производные координат X , Y , Z по параметру t при заданном его значении и подставляя их в выражение (3), получим кривизну оси проволоки в точке контакта проволок между прядями и соответственно по уравнению (2) — главную кривизну K_{12} поверхности проволоки в точке контакта, а также значение коэффициента C_3 . Угол η

$$\eta = 90 - \gamma, \quad (9)$$

где γ — угол, под которым пересекаются проволоки смежных прядей.

Согласно [5], для канатов крестовой свивки $\gamma \approx 3d$ и для односторонней свивки $\gamma \approx 1,5 \alpha$.

При соприкосновении проволок каната между прядями выражения (1а) и (1б) примут вид

$$k_0 = 2(1 + C_3); \quad \cos \theta = \frac{1 - C_3}{1 + C_3} \cos \gamma. \quad (10)$$

Сила давления P в зоне контакта проволок между прядями несущего каната в общем случае равна

$$P = P_T + P_V, \quad (10a)$$

где P_T и P_V — усилия, действующие на проволоку соответственно от осевого растяжения и поперечной нагрузки.

Усилие P_T равно

$$P_T = q \frac{\delta}{\sin \frac{\gamma}{2}}, \quad (11)$$

здесь q — удельное давление в зоне соприкосновения прядей от осевого растяжения [9]

$$q = \frac{\sin \beta \operatorname{tg} \beta}{3(d - d_1)} T, \quad (12)$$

T — натяжение каната;

d и d_1 — соответственно диаметр каната и пряди.

На основании выражений (11) и (12) имеем

$$P_T = \frac{\delta \sin \beta \operatorname{tg} \beta}{3(d - d_1) \sin \frac{\gamma}{2}} T. \quad (13)$$

Предполагая, что прядь несущего каната работает как криволинейный стержень на упругом винклеровском основании, получим, что усилие P_V пропорционально упругому перемещению пряди, то есть

$$P_V = W_1 k \frac{\delta}{\sin \frac{\gamma}{2}}, \quad (14)$$

где W_1 — перемещение пряди по линии O_1O_2 , соединяющей центры соседних прядей (рис. 1);

k — коэффициент упругого основания; для канатов двойной свивки $k = 40 \div 80$ кгс/мм².

Согласно рис. 1, для шестипрядного каната имеем

$$W_1 = \frac{W_0}{2},$$

где W_0 — перемещение по радиусу от центра пряди к центру каната; определяется согласно [7].

В общем случае перемещение пряди под катком грузовой каретки равно

$$W_0 = \xi V, \quad (15)$$

где V — максимальная поперечная нагрузка на каток грузовой каретки

$$V = \frac{Q}{n_1} k_n k_d; \quad (16)$$

Q — вес пачки бревен с кареткой;

n_1 — число катков каретки;

k_n — коэффициент неравномерности распределения груза на катки грузовой каретки;

k_d — коэффициент динамичности;

ξ — коэффициент, зависящий от геометрических параметров каната и коэффициента упругого основания, мм/кгс; для канатов двойной свивки с органическим сердечником $\xi = 0,001 \div 0,002$ мм/кгс.

Из выражений (14) и (15)

$$P_V = \frac{1}{2} k \xi V \frac{\delta}{\sin \frac{\gamma}{2}}. \quad (17)$$

Используя зависимость между d_1 и d [6]

$$d = d_1 \left(1 + \sqrt{1 + \frac{3}{\cos^2 \beta}} \right) \quad (18)$$

и выражения (10), (13) и (17), получим формулу для определения усилия, действующего на проволоку в точке контакта,

$$P = \left(\frac{\sin^2 \beta}{3d_1 \sqrt{4 - \sin^2 \beta}} \frac{T}{V} + \frac{1}{2} k \xi \right) \frac{\delta}{\sin \frac{\gamma}{2}} V. \quad (19)$$

Вводя обозначение

$$k_p = \frac{286}{mn} \sqrt[3]{4(1 + C_3)^2} \text{ (кгс/мм}^2\text{)}^{\frac{2}{3}}, \quad (20)$$

получим выражение для определения максимальных контактных напряжений в зоне контакта прядей

$$p_0 = k_p \sqrt[3]{\left(\frac{\sin^2 \beta}{3d_1 \sqrt{4 - \sin^2 \beta}} \frac{T}{V} + \frac{1}{2} k \xi \right) \frac{V}{\delta \sin \frac{\gamma}{2}}} \text{ кгс/мм}^2, \quad (21)$$

где k_p — коэффициент контактных напряжений.

Исследования показали, что с достаточной для практики точностью для канатов крестовой свивки можно принять $k_p = 380 \text{ (кгс/мм}^2\text{)}^{\frac{2}{3}}$ и для односторонней свивки $k_p = 320 \text{ (кгс/мм}^2\text{)}^{\frac{2}{3}}$.

Из выражения (21) следует, что величина максимальных контактных напряжений, возникающих в зоне соприкосновения прядей, зависит от геометрических параметров каната, поперечной нагрузки и осевого натяжения каната.

Нами подсчитаны максимальные контактные напряжения, возникающие в проволоках несущего каната 24Н 180В ГОСТ 3077—69 в зоне соприкосновения его с катком грузовой каретки и в зоне соприкосновения прядей при следующих исходных данных: $T = 15$ тс, $Q = 3$ тс, каретка 4-катковая.

В результате подсчета получено, что сила давления между проволоками в зоне соприкосновения прядей приблизительно равна силе давления в точке контакта катка с канатом, а контактные напряжения в зоне соприкосновения прядей приблизительно в 2 раза больше, чем в проволоках в зоне контакта со стальным катком с оптимальной полукруглой выточкой.

При катке с рифлением и катке с капроновым ободом контактные напряжения, возникающие в зоне соприкосновения с катком каретки, соответственно приблизительно в 3, 4 и 8 раз меньше, чем в проволоках каната в зоне соприкосновения прядей.

Исследования показали, что при малых запасах прочности каната на растяжение и при большой поперечной нагрузке на каток контактные напряжения в проволоках каната в зоне соприкосновения прядей достигают очень больших значений и вызывают местную пластическую деформацию.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Белая Н. М., Слепко И. И. Применение теории Герца — Беляева для определения максимальных напряжений контактирующей пары каток — канат открытого типа. — ИВУЗ, «Лесной журнал», 1973, № 1. [2]. Глушко М. Ф. Стальные подъемные канаты. Киев, «Техніка», 1966. [3]. Гончаренко Н. К. Экспериментальное определение конструктивного коэффициента каната. — В сб.: Многоканатный подъем. М., Углетехиздат 1958. [4]. Каплун В. Г. Исследование долговечности несущих канатов подвесных лесотранспортных установок. — Автореф. канд. дис. Львов, 1968. [5]. Ксюнин Г. П. Стойкость рудничных подъемных канатов в эксплуатации и при испытании их в лабораторных условиях. — В сб.: Стальные канаты, вып. 1. Киев, «Техніка», 1964. [6]. Нестеров П. П. Основы конструирования шахтных подъемных канатов. М., Углетехиздат, 1949. [7]. Слепко И. И. Контактные напряжения пары канат — каток с рифленной поверхностью. — ИВУЗ, «Лесной журнал», 1972, № 4. [8]. Слепко И. И. Деякі питання геометрії тіл в точці контакту пари каток — канат подвійного сплетення. — Зб.: Лісова, паперова і деревообробна промисловість, вип. 8. Київ, «Будівельник», 1971. [9]. Wyss Th. Die Stahldrahtseile der Transport und Förderanlagen insbesondere der Standseil- und Schwebbahnen. Zürich, 1957.

Поступила 17 февраля 1975 г.

УДК 658.58.

К ВОПРОСУ О ВЫБОРЕ МЕТОДА И УСЛОВИЙ КОНТРОЛЯ ПЛУНЖЕРНЫХ ПАР НА ГИДРАВЛИЧЕСКУЮ ПЛОТНОСТЬ

Р. И. МАКАРЬИН

Архангельский лесотехнический институт

Приведено обоснование выбора метода контроля плунжерных пар на гидравлическую плотность. Даны рекомендации по выбору оптимального режима контроля динамической плотности.

Все известные методы и способы контроля технического состояния нагнетательных элементов основаны на определении зазора в со-

пряжении, от которого зависит утечка топлива в зазор и, следовательно, цикловая подача плунжерной пары. Вследствие существенных недостатков метода непосредственного измерения зазора широкое распространение в практике получили косвенные методы определения гидравлической плотности плунжерных пар, которые позволяют комплексно оценить зазор и качество уплотняющих поверхностей прецизионных деталей. В зависимости от характера перемещения и положения плунжера в процессе испытания методы определения гидравлической плотности подразделяются на статические и динамические.

На отечественных заводах-изготовителях топливной аппаратуры и ремонтных предприятиях гидравлическую плотность плунжерных пар контролируют, как правило, статическим методом по времени протекания определенного количества жидкости при постоянном давлении в надплунжерном пространстве. В последние годы в заводскую практику стали шире внедрять динамические методы контроля гидравлической плотности плунжерных пар по максимально развиваемому давлению и цикловой подаче. В связи с этим перед производителями возник вопрос, какой же метод обеспечивает наибольшую точность контроля технического состояния плунжерной пары.

Чтобы ответить на поставленный вопрос, необходимо прежде всего оценить стабильность показаний испытательных стендов контроля статической и динамической плотности, выяснить их преимущества и недостатки.

Экспериментальные исследования были выполнены применительно к плунжерным парам селективной сборки ЯЗТА. Стабильность показаний оценивали по результатам многократной проверки плотности одной и той же пары при неизменных условиях испытания. Статическую плотность плунжерных пар проверяли на испытательном стенде ЯЗТА в соответствии с заводскими техническими условиями.



Несмотря на всю тщательность проведения эксперимента, разброс показаний статической плотности оказался слишком велик. В качестве примера на рис. 1 представлен график изменения статической плотности T плунжерной пары с диаметральным зазором $\delta = 1$ мкм от замера к замеру. Из рисунка следует, что статическая плотность данной пары по результатам 25 измерений колеблется в пределах 55—110 с, то есть разброс показаний плотности настолько велик, что отпадает целесообразность контроля качества изготовления плунжерных пар указанным способом.

Повышенная нестабильность показаний объясняется облитерацией зазора, изменением вязкости рабочей смеси в процессе испытания, засорением зазора мельчайшими посторонними частицами, изменением активного хода плунжера, неточностью фиксации начала и конца ис-

питания. Среди перечисленных факторов основной — облитерация зазора.

Графическую зависимость статической плотности от величины зазора нам получить не удалось вследствие большого разброса опытных точек. Так, например, для новых плунжерных пар с диаметральной зазором 1 мкм среднее значение статической плотности изменялось в пределах 39—131 с, что, естественно, обесценивает данный способ проверки гидравлической плотности плунжерных пар.

Стабильность показаний динамической плотности плунжерных пар оценивали на стенде СКПП-2 [2] по максимально развиваемому давлению на режиме, соответствующем минимальным оборотам холостого хода двигателя при числе оборотов кулачкового вала прибора $n = 26,2$ рад/с и угле поворота плунжера относительно втулки $\beta = 0,70$ рад. Длительные эксплуатационные испытания стенда СКПП-2 в условиях ремонтных заводов убедительно показали следующие его преимущества по сравнению со стендами контроля статической плотности.

1. Стабильность показаний прибора от замера к замеру и по времени высока.

2. В процессе испытания плунжер совершает возвратно-поступательное движение, что исключает облитерацию зазора и обеспечивает автоматическое удаление из зазора механических частиц, случайно попавших в топливо.

3. При испытании в качестве рабочей жидкости используют не различные смеси повышенной вязкости, а дизельное топливо.

4. Большой диапазон измеряемых давлений (до 100 МН/м²) позволяет контролировать техническое состояние как новых, так и бывших в эксплуатации плунжерных пар.

5. Динамическую плотность плунжерных пар контролируют на малых активных ходах в зоне наибольших местных износов, что нельзя выполнить статическим способом без резкого изменения вязкости рабочей жидкости или усилия, прикладываемого к плунжеру.

Основное преимущество динамического метода контроля наглядно видно из рис. 1, согласно которому стабильность показаний плотности плунжерных пар, определяемая по максимально развиваемому давлению P_{max} , значительно выше, чем при статическом методе контроля.

Отмеченные преимущества позволили резко повысить точность контроля гидравлической плотности. Все сказанное позволяет считать способ проверки динамической плотности по максимально развиваемому давлению наиболее перспективным для определения технического состояния плунжерных пар.

Различие в техническом состоянии плунжерных пар наиболее полно проявляется при контроле их на малых числах оборотов ($n = 10,5 \div 42,0$ рад/с) и малых углах β , которым соответствуют максимальные утечки топлива в сопряжении. Данные условия имеют место при работе новых плунжерных пар на режиме минимальных оборотов холостого хода двигателя ($n = 26,2$ рад/с, $\beta = 0,7$ рад).

В дальнейшем было установлено, что показатели динамической плотности при принятых условиях испытания зависят не только от величины диаметрального зазора δ , но и от активного хода плунжера h , который при постоянном значении угла $\beta = 0,7$ рад изменяется в широких пределах (0,35—0,97 мм) вследствие наличия допусков на составляющие размеры. Исходя из этого, контроль динамической плотности новых плунжерных пар ЯЗТА целесообразно производить по максимально развиваемому давлению при $n = 26,2$ рад/с и $h =$

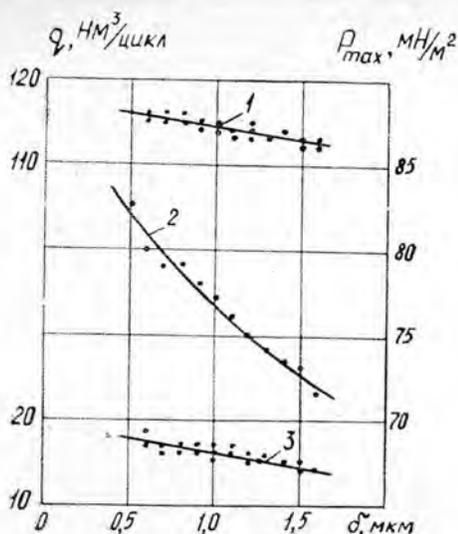


Рис. 2. Влияние зазора на динамическую плотность.

1 - q ($n=110$ рад/с; $h=2,60$ мм);
 2 - P_{max} ($n=26,2$ рад/с;
 $h=0,68$ мм); 3 - q ($n=26,2$ рад/с;
 $h=0,68$ мм).

$= 0,68$ мм. Данный активный ход соответствует его среднему арифметическому значению при $\beta = 0,7$ рад.

Изменение показателей динамической плотности (P_{max} и q) от зазора при выбранных условиях испытания представлено на рис. 2.

Из приведенных зависимостей следует, что максимально развиваемое давление наиболее чувствительно к изменению зазора в паре и поэтому обеспечивает наибольшую точность контроля.

Для выбора условий испытания плунжерных пар, находящихся в эксплуатации, был выполнен тщательный анализ большого числа их характеристик и параметров впрыска топлива. В результате было установлено, что износ плунжерных пар оказывает наибольшее влияние на пусковые характеристики [1]. Данный вывод подтверждается также и практикой эксплуатации топливной аппаратуры ЯЗТА. Плунжерные пары, как правило, выбраковывают вследствие того, что они не обеспечивают надежного запуска двигателя.

Характеристики по подаче плунжерных пар различного технического состояния на пусковом скоростном режиме ($n=8,4$ рад/с) при малых ходах рейки имеют незначительное расхождение, поэтому для получения необходимой точности контроля динамической плотности проверку пар следует производить при ходе рейки h_p не менее 16 мм. Максимально развиваемое давление целесообразно контролировать на пусковом скоростном режиме при $h_p=16$ мм. Если техническое состояние пар оценивается по цикловой подаче, то проверку удобнее производить при пусковом положении рейки насоса ($h_p=24$ мм).

На рис. 3 представлены графические зависимости изменения показателей динамической плотности плунжерных пар на двух характерных скоростных режимах от максимального рабочего зазора в зоне всасывающего отверстия.

Характер кривых свидетельствует о том, что наибольшее влияние износ плунжерных пар оказывает на изменение цикловой подачи и максимально развиваемого давления на пусковом скоростном режиме. Динамическую плотность плунжерных пар в эксплуатационных условиях можно также с успехом определять непосредственно на двигателе по максимально развиваемому давлению на режиме минималь-

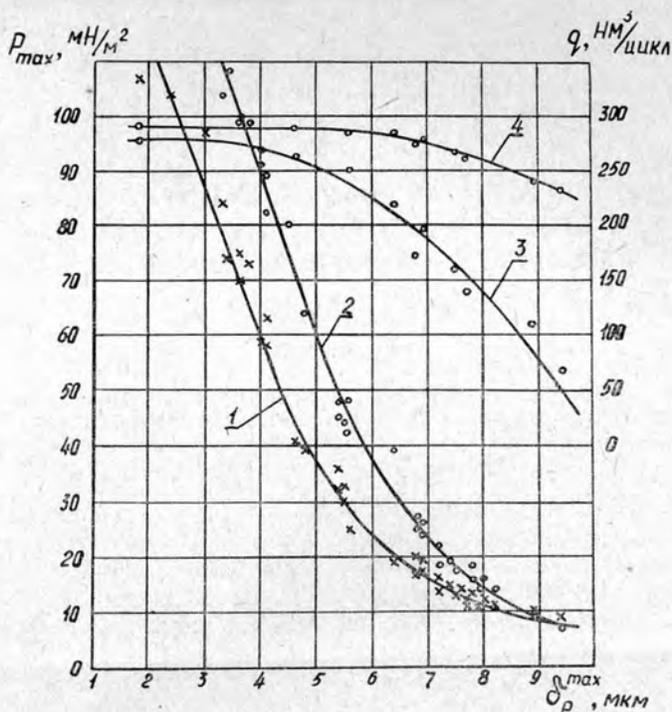


Рис. 3. Влияние износа плунжерных пар на динамическую плотность.

1 — P_{max} ($n = 26,2$ рад/с; $h_p = 10$ мм);

2 — P_{max} ($n = 8,4$ рад/с; $h_p = 16$ мм);

3 — q ($n = 8,4$ рад/с; $h_p = 24$ мм);

4 — q ($n = 26,2$ рад/с; $h_p = 24$ мм).

ных оборотов холостого хода ($n=26,2$ рад/с, $n_p = 10$ мм), так как в данном случае обеспечивается достаточно высокая точность контроля плотности.

ЛИТЕРАТУРА

[1]. Макарьин Р. И., Попов В. Ф., Масляный Г. Д., Эрлих Л. А. О методе контроля технического состояния плунжерных пар селективной сборки.— «Тракторы и сельхозмашины», 1971, № 10. [2]. Попов В. Ф., Тюкавин В. П. Универсальный стенд СКПП-2 АЛТИ для контроля плунжерных пар.— В кн.: Техническое обслуживание и ремонт лесозаготовительного оборудования. ЦНИИТЭИЛеспром, 1965.

Поступила 16 мая 1975 г.

МЕХАНИЧЕСКАЯ ОБРАБОТКА ДРЕВЕСИНЫ И
ДРЕВЕСИНОВЕДЕНИЕ

УДК 674.023

СТРУЖКООБРАЗОВАНИЕ
ПРИ ПОПЕРЕЧНОМ РЕЗАНИИ ДРЕВЕСИНЫ
ИНСТРУМЕНТОМ С НАКЛОНОМ РЕЖУЩЕЙ КРОМКИ

Е. Н. ВОЛКОВ

Московский лесотехнический институт

Приведен теоретический и экспериментальный анализ, результаты которого показывают, что с увеличением угла наклона режущей кромки при поперечном резании древесины угол наклона плоскости разрыва стружки уменьшается.

Процесс стружкообразования при поперечном резании древесины инструментом с наклоном режущей кромки (когда угол наклона λ между линией лезвия и плоскостью, перпендикулярной к вектору скорости резания, не равен нулю, рис. 1) осложняется (по сравнению с процессом стружкообразования при резании с углом $\lambda=0$) рядом дополнительных факторов. Важнейший из них — поворот реза относительно вектора скорости резания, в результате чего появляется третья составляющая силы взаимодействия реза с древесиной — боковая сила, действующая вдоль волокон [2]. Поэтому при исследовании процесса поперечного резания древесины с углом $\lambda \neq 0$ необходимо учитывать изменение физико-механических свойств древесины вследствие ее анизотропии.

Рассмотрим случай стружкообразования путем изгиба древесины с частичным ее разрывом [3].

На рис. 1 представлена схема резания древесины наклонным резцом в направлении поперек волокон.

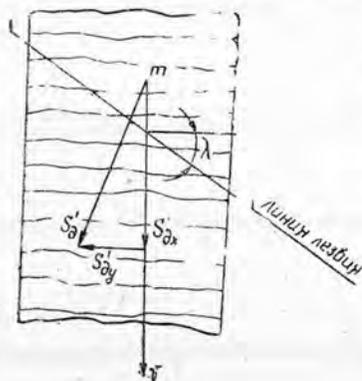


Рис. 1.

На подрезанную стружку в некоторой точке m действует со стороны передней грани реза сила S'_d . Разложим силу S_d на две составляющие: силу S'_{dx} , действующую в плоскости, нормальной к направлению волокон и плоскости резания, и силу S'_{dy} , действующую в плоскости, параллельной направлению волокон и нормальной к плоскости резания*.

Рассмотрим в отдельности действие каждой из составляющих силы S_d .

Сила S_{dx} (рис. 2) вызывает изгиб стружки, в результате которого перед лезвием возникают растягивающие напряжения в древесине σ_{pn} , нормальные

* S_d — проекция на плоскость резания силы S_d , составляющие которой S_{dx} и S_{dy} представлены соответственно на рис. 2 и 3. S'_{dx} и S'_{dy} — проекции на плоскость резания сил S_{dx} и S_{dy} .

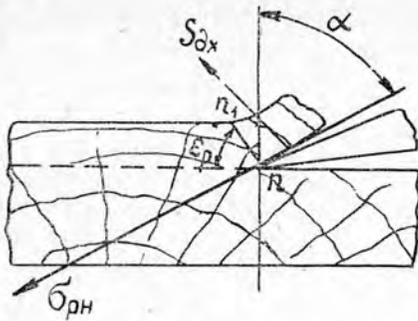


Рис. 2. Схема резания древесины поперек волокон.

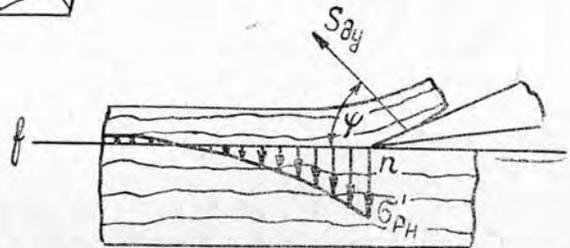


Рис. 3. Схема резания древесины вдоль волокон.

к плоскости разрыва стружки nn , которая при $\lambda = 0$ наклонена к плоскости резания под углом ϵ_p .

Сила S_{dy} стремится отслоить стружку в плоскости волокон. В этом случае имеется полная аналогия между поведением стружки и изгибом балки, связанной с упругим основанием [1]. Отслоению стружки противодействуют внутренние силы, проявляющиеся как нормальные к плоскости резания напряжения σ'_{rn} .

В результате одновременного действия сил S'_{dx} и S_{dy} в зоне перед лезвием имеет место сложное напряженное состояние древесины: с одной стороны, стружка стремится отделиться от остальной древесины по плоскости nn_1 (рис. 2), с другой, — по плоскости волокон nf (рис. 3). Попробуем определить положение плоскости разрыва стружки.

На рис. 4 показано положение плоскостей C и N относительно вектора скорости резания V и линии лезвия. В плоскости C действуют напряжения σ_{rn} , вызываемые силой S_{dx} ; в плоскости N — напряжения σ_{rx} .

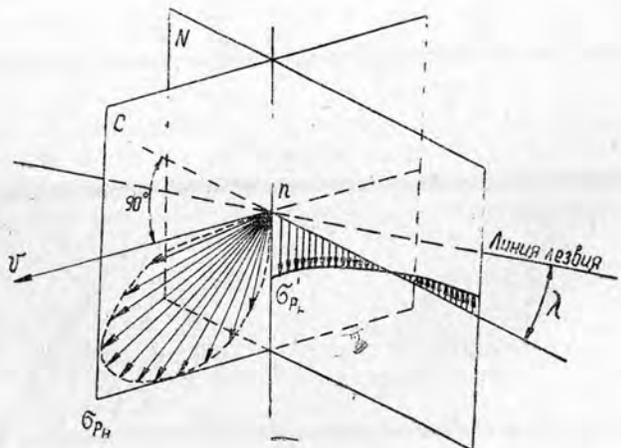


Рис. 4. Распределение напряжений в плоскостях C и N при резании древесины наклонным резцом.

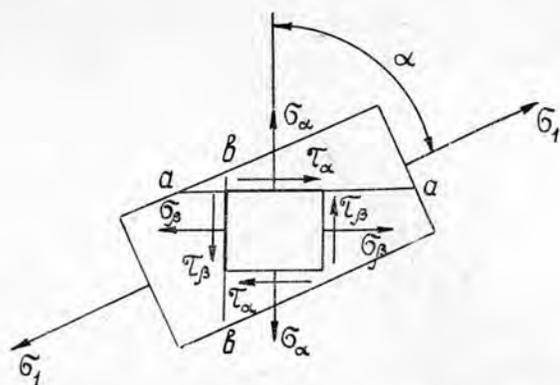


Рис. 5. Напряженное состояние элемента древесины в зоне перед лезвием при поперечном резании древесины наклонным резцом.

от силы $S_{дy}$. Линия пересечения этих плоскостей проходит через точку n . Отметим, что в точке n напряжения $\sigma'_{рн}$ имеют максимальное значение.

Выделим около точки n элемент древесины в виде прямоугольного параллелепипеда, по одной из боковых граней которого действует главное растягивающее напряжение $\sigma_1 = \sigma_{рн}$ (рис. 5). Будем считать, что по остальным четырем граням элемента никаких напряжений нет. В нашем случае это допущение вполне справедливо.

Отметим в рассматриваемом элементе две взаимно перпендикулярные площадки $a-a$ и $b-b$; при этом первая совмещена с плоскостью резания. Угол между нормалью к площадке $a-a$ и главным напряжением σ_1 обозначим через α . По площадке $a-a$ действуют нормальные напряжения растяжения $\sigma_\alpha = \sigma'_{рн}$ и касательные τ_α ; по площадке $b-b$ — напряжения σ_β и τ_β .

Следовательно, сложное напряженное состояние, имеющее место в точке n перед лезвием, в нашем случае можно свести к плоской задаче. Необходимое условие для этого — правильно обоснованный выбор плоскости, в которой действуют напряжения $\sigma_{рн}$ и $\sigma'_{рн}$. В качестве такой плоскости может быть принята плоскость движения C (рис. 4), нормальная к плоскости резания и направлению волокон. Действительно, в этой плоскости в каждый момент резания около точки n имеют место напряжения одного характера $\sigma_{рн}$ и $\sigma'_{рн}$; первое из них в момент образования трещины достигает своего предельного значения $[\sigma_{рн}]$. Пояним последнее обстоятельство.

Из рис. 1 видно, что под действием силы $S'_{д}$ стружка должна отгибаться передней гранью в поперечно-продольном направлении. По мере продвижения реза (до образования трещины) сила $S'_{д}$ растет, а следовательно, увеличивается и значение составляющих $S'_{дx}$ и $S'_{дy}$.

Как известно, предел прочности на разрыв древесины в поперечно-продольном направлении выше, чем в поперечном. Поэтому напряжения $\sigma_{рн}$, вызываемые силой $S'_{дx}$, быстрее достигнут своего предельного значения $[\sigma_{рн}]$.

Рассмотрим вначале напряженное состояние в точке n в момент образования трещины при угле $\lambda = 0$. На элемент древесины действуют растягивающие напряжения $[\sigma_{рн}]$. Кроме того, в результате упругой связи между волокнами в поперечном направлении имеют место напряжения $\sigma'_{рн}$, нормальные к поверхности резания. При угле

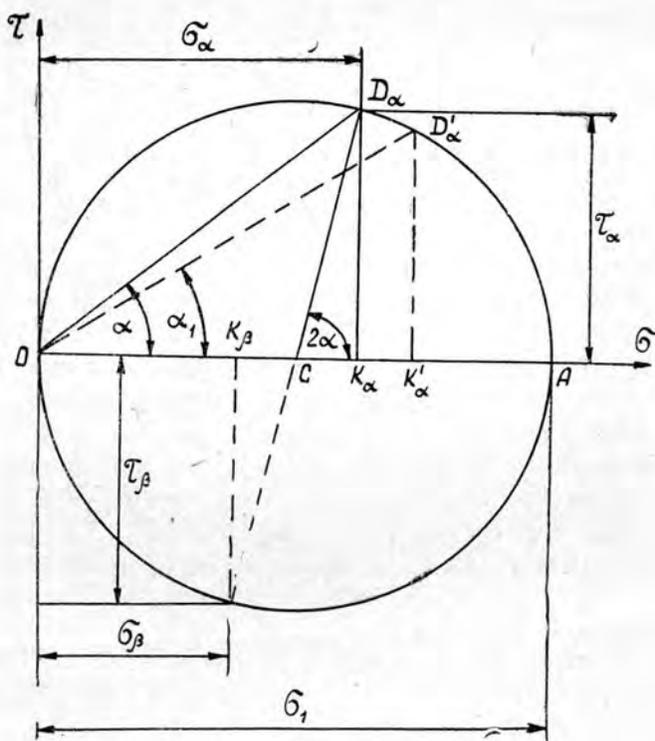


Рис. 6. Графическое определение напряжений по двум взаимно перпендикулярным площадкам (a-a) и (b-b) элемента древесины в зоне перед лезвием.

$\lambda = 0$ значение $\sigma'_{рн}$ минимальное. Напряжения $\sigma'_{рн} = \sigma_\alpha$ в момент образования трещины можно определить графически (с помощью круга Мора) [1].

Возьмем систему прямоугольных координат с осями σ и τ (рис. 6). Положительную ось σ направим вправо. Поскольку на рассматриваемый элемент древесины действует одно главное напряжение $\sigma_1 = [\sigma_{рн}]$, отложим на оси σ от точки O его числовое значение в определенном масштабе. Это растягивающее напряжение, поэтому откладываем его на оси σ в положительном направлении. На отложенном отрезке OA как на диаметре построим круг напряжений с центром C. Тогда для нахождения нормального σ_α и касательного τ_α напряжений по площадке, нормаль к которой составляет с главным напряжением σ_1 угол α , при точке C надо построить центральный угол 2α , отложив его положительное значение от оси σ против часовой стрелки. Точка D_α круга напряжений будет соответствовать площадке a-a; ее координаты OK_α и $D_\alpha K_\alpha$ соответственно равны σ_α и τ_α . Докажем это.

Из рис. 6 находим

$$CD_\alpha = OC = \frac{\sigma_1}{2};$$

$$D_\alpha K_\alpha = CD_\alpha \sin 2\alpha = \frac{\sigma_1}{2} \sin 2\alpha = \tau_\alpha; \quad (1)$$

$$\begin{aligned}
 OK_\alpha &= OC + CK_\alpha = \frac{\sigma_1}{2} + \frac{\sigma_1}{2} \cos 2\alpha = \frac{\sigma_1}{2} (1 + \cos 2\alpha) = \\
 &= \frac{\sigma_1}{2} 2 \cos^2 \alpha = \sigma_1 \cos^2 \alpha = \sigma_\alpha.
 \end{aligned} \quad (2)$$

Из рис. 2 видно, что углы α и ε_p равны как углы со взаимно перпендикулярными сторонами. Посмотрим, как изменится величина угла $\varepsilon_p = \alpha$ при наличии угла $\lambda \neq 0$. С увеличением угла λ под действием силы S_{dy} напряжения $\sigma'_{рн} = \sigma_\alpha$ возрастают.

Допустим, при каком-то значении $\lambda \neq 0$ по площадке $a-a$ действуют напряжения $\sigma''_{рн} > \sigma'_{рн}$. Пусть значению $\sigma''_{рн}$ на оси σ (рис. 6) соответствует отрезок $OK'_\alpha > OK_\alpha$ (в том же масштабе). Проведя через точку K'_α перпендикуляр к оси σ_1 , получим на круге напряжений новую точку D'_α , соответствующую площадке $a-a$.

Как видно из рис. 6, $\angle D'_\alpha OA = \alpha_1 < \angle D_\alpha OA = \alpha$; то есть угол между направлением действия напряжения σ_1 и направлением действия напряжения σ_α уменьшается с увеличением угла λ , а следовательно, становится меньше и угол $\varepsilon_p = \alpha$.

Путем изложенного выше построения, зная значения напряжения $[\sigma_{рн}]$ и угла ε_p в плоскости C при определенном значении λ , можно определить нормальные и касательные напряжения, действующие по площадкам $a-a$ и $b-b$ рассматриваемого элемента. Как было отмечено выше, положение площадки $a-a$ всегда известно: оно совпадает с положением плоскости резания.

Из рис. 6 видно, что с уменьшением угла $\alpha = \varepsilon_p$ (при увеличении λ) напряжения σ_α увеличиваются, а σ_β — снижаются. Уменьшаются также по абсолютной величине и касательные напряжения $\tau_\alpha = -\tau_\beta$.

Значение $\sigma_\alpha = \sigma'_{рн}$ можно определить по формуле (2)

$$\sigma_\alpha = \sigma'_{рн} = \sigma_1 \cos^2 \alpha = [\sigma_{рн}] \cos^2 \varepsilon_p. \quad (3)$$

Из рис. 6

$$OK_\beta = K_\alpha A,$$

поэтому

$$\sigma_\beta = \sigma_1 - \sigma_\alpha$$

или

$$\sigma_\beta = [\sigma_{рн}] - [\sigma_{рн}] \cos^2 \varepsilon_p = [\sigma_{рн}] (1 - \cos^2 \varepsilon_p) = [\sigma_{рн}] \sin^2 \varepsilon_p. \quad (4)$$

Значение τ_α определяем по формуле (1)

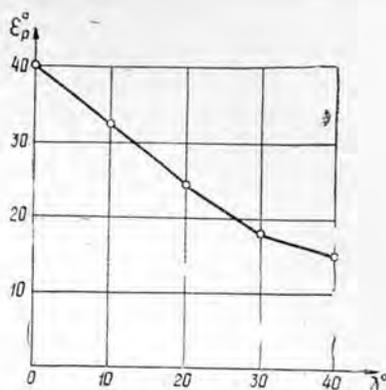
$$\tau_\alpha = \frac{\sigma'}{2} \sin 2\alpha = \frac{[\sigma_{рн}] \sin 2\varepsilon_p}{2}. \quad (5)$$

Экспериментальные исследования зависимости угла ε_p от угла λ проведены на кафедре станков и инструментов Московского лесотехнического института. На рис. 7 представлен график, построенный по экспериментальным данным при строгании березы с углом наклона реза λ в диапазоне от 0 до 40°. Угол ε_p фиксировался как угол наклона трещин к поверхности резания в плоскости движения инструмента.

Рис. 7. Зависимость угла ϵ_p от угла λ .

Исследования проводили при следующих условиях: толщина стружки $h=1,0$ мм; угол резания $\delta=20^\circ$; угол заточки ножа $\beta=18^\circ$; скорость резания $V=0,03$ м/с; влажность древесины $W>30\%$.

Как видно из рис. 7, с увеличением угла λ угол ϵ_p уменьшается, что вполне согласуется с изложенными выше теоретическими результатами.



ЛИТЕРАТУРА

- Ш. Беляев Н. М. Сопrotивление материалов. Государственное издательство технико-теоретической литературы, 1953. [2]. Бобров В. Ф. Влияние угла наклона главной режущей кромки инструмента на процесс резания металлов. Машгиз, 1962. [3]. Воскресенский С. А. Резание древесины. Гослесбумиздат, 1955.

Поступила 4 марта 1975 г.

УДК 674.055:621.914.2

О НЕКОТОРЫХ ПАРАМЕТРАХ МНОГОНОЖЕВЫХ ФРЕЗ ДЛЯ ОКАНТОВКИ БРЕВЕН

Н. И. ТИМОФЕЕВ

Таджикский сельскохозяйственный институт

Даны рекомендации и теоретические зависимости для основных параметров фрез, определяющих их размеры и работоспособность: число ножей и их угловые параметры, размещение ножей на фрезе, минимальный радиус резания и др.

В станках, перерабатывающих бревна на пиломатериалы и технологическую щепу, на операциях формирования сечения бруса используют цилиндрические и торцово-конические фрезы. Последние выполняют в виде конусных дисков с длинными ножами при небольшом числе ножей или с короткими одно- и двухлезвийными ножами, число которых на фрезе может быть довольно большим. Обработка пластей бруса многоножевыми фрезами с короткими двухлезвийными ножами имеет ряд достоинств. Однако сложность конструкции таких фрез и большие размеры по диаметру ограничивают их широкое применение во фрезерных узлах станков. Стремление уменьшить габариты фрез ведет иногда к тому, что некоторые конструктивно-геометрические параметры фрез принимаются без достаточного обоснования, что в конечном счете отражается на работоспособности инструмента и качестве получаемой продукции. Основные расчетные зависимости для многоножевых фрез с затылованной рабочей поверхностью приведены в работе [2].

Укажем на некоторые специфические особенности, которые следует учитывать при расчете многоножевых фрез с ножами, имеющими прямолинейную заточку лезвий. Как известно [2], размеры фрезы по диаметру уменьшаются со снижением величин ΔR , D_0 и Z и увеличе-

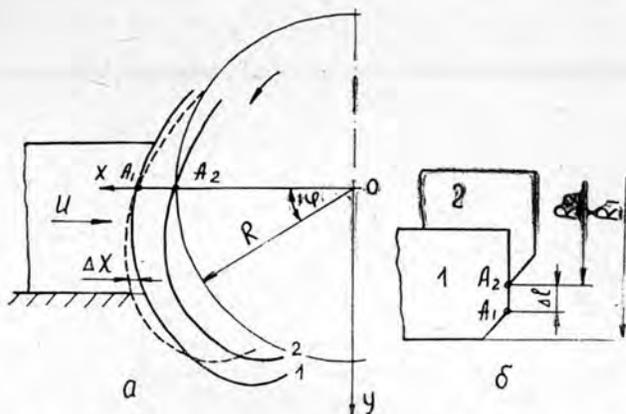


Рис. 1. К определению относительного положения траекторий соответственно точек соседних ножей.

a — траектории точек *A* следующих друг за другом ножей 1 и 2;
б — расположение на фрезе двух соседних ножей.

нием угла φ_n . Число ножей Z при данной толщине щепы $S_{щ}$ и максимальной величине измельчаемого слоя H_d определяют по формуле

$$Z \geq \frac{H_d}{S_{щ}}. \quad (1)$$

Толщина щепы по техническим условиям не должна превышать 5 мм. Однако, полагая, что щепка, срезаемая двухлезвийными ножами, легко разламывается вдоль волокон, $S_{щ}$ увеличивают до 8 мм, тем самым уменьшая число ножей Z . Срезание щепы такой толщины последним ножом ножевой спирали приводит к глубоким вырывам на поверхности пласти бруса. Образовавшиеся неровности не могут быть ликвидированы зачистными ножами фрезы, что снижает качество обработки пластей бруса. Если же все-таки устанавливать ножи на фрезе с расчетом на большую толщину щепы, то несколько последних ножей ножевой спирали должны срезать щепу меньшей толщины, например 5 и 3 мм, что обеспечит неглубокие вырывы, которые легко устраняются зачистными ножами.

Для обеспечения нормального хода процесса отделения частиц от бревна величина смещения ножей вдоль радиуса ΔR должна быть принята с учетом положения относительных траекторий соответствующих точек двух соседних ножей (рис. 1).

Сдвиг траекторий двух ножей в направлении подачи

$$\Delta x = (R_1 - S_{щ} \operatorname{ctg} \varphi_n) \cos \varphi_1 + \frac{U_{об}}{2\pi} (\varphi_1 - \varphi_2) - R_2 \cos \varphi_2 - \frac{U_{об} m}{Z}, \quad (2)$$

где R_1, R_2 — радиусы резания двух соседних ножей;
 φ_1, φ_2 — углы поворота этих ножей;
 φ_n — угол наклона подрезающего лезвия.

Наибольшее (отрицательное) значение Δx в пределах обрабатываемой пласти — на выходе ножей из зоны резания, то есть при минимальных углах встречи ψ_{min} .

Для нормального хода процесса обработки сдвиг Δx не должен быть отрицательным, то есть относительная траектория предыдущего ножа должна быть всегда впереди траектории последующего, или, по крайней мере, траектории могут касаться друг друга ($\Delta x \geq 0$). Из этого условия определяем

$$\Delta R \geq S_{\text{ш}} \operatorname{ctg} \varphi_{\text{н}} + \frac{U_{06} m}{Z \cos \varphi_1} + \frac{R_2 (\cos \varphi_2 - \cos \varphi_1) + \frac{U_{06}}{2\pi} (\varphi_2 - \varphi_1)}{\cos \varphi_1}. \quad (3)$$

Для двух соседних ножей при больших радиусах можно принять $\varphi_1 = \varphi_2 = \varphi$, тогда

$$\Delta R \geq S_{\text{ш}} \operatorname{ctg} \varphi_{\text{н}} + \frac{U_{06} m}{Z \cos \varphi}. \quad (4)$$

Наибольшее значение ΔR — при $\varphi = 90 - \psi_{\min}$, то есть следует принимать

$$\Delta R \geq S_{\text{ш}} \operatorname{ctg} \varphi_{\text{н}} + \frac{U_{06} m}{Z \sin \psi_{\min}}, \quad (5)$$

где ψ_{\min} — минимальный угол встречи вектора окружной скорости ножа с направлением подачи (волокон); рекомендуется $\psi_{\min} \geq 30^\circ$.

В работе [2] приведены формулы для $\sin \psi_{\min} \approx 1$, то есть предполагалось, что углы $\psi_{\min} > 50^\circ$. Однако в настоящее время стремятся работать с углами $\psi_{\min} < 30^\circ$ с целью максимального использования торцовой части фрезы. Но малый угол ψ требует больших значений ΔR при данной длине щепы $l_{\text{м}}$. Если принять $\sin \psi \approx 1$, то при работе с малыми углами ($\psi < 50^\circ$) бревно упирается в нерабочую часть ножей и процесс обработки нормально протекать не может. Необходимо снижать скорость подачи, величину которой при данном ΔR можно определить по значению U_{06} , найденному из зависимости (5). Из этой же формулы можно найти допустимый ψ_{\min} при данных ΔR и скорости подачи.

Чистота поверхности бруса зависит в значительной степени от размеров стружки, срезаемой зачистными ножами. Зачистные ножи размещаются на торцовой поверхности фрезы с постоянным радиусом резания

$$R_3 \leq R_Z + S_{\text{ш}} \operatorname{ctg} \varphi_{\text{н}} + l_{\text{ш}}, \quad (6)$$

здесь $S_{\text{ш}}$ — толщина щепы, срезаемая последним ножом ножевой спирали;

R_Z — радиус резания Z ножа.

Количество ножей и их положение над торцовой поверхностью диска фрезы принимают из условия, чтобы размеры стружки, срезаемой ими, не превышали по длине 10 мм и толщине 1—2 мм. При невысоких требованиях к чистоте обработки можно обойтись без зачистных ножей, но при этом 2—3 ножа (последние в ножевой спирали) должны срезать щепу небольшой толщины ($S_{\text{ш}} = 2 \div 3$ мм). На чистоте поверхности благоприятно сказывается увеличение длины срезающего лезвия последнего ножа спирали ($l_1 > l_{\text{ш}}$).

Углом наклона подрезающего лезвия $\varphi_{\text{н}}$ определяется угол торцового среза щепы. По техническим условиям на щепу $\varphi_{\text{н}}$ должен быть равен 30—60°. От принятого угла $\varphi_{\text{н}}$ зависят не только размеры фрезы, но также и угол заострения подрезающего лезвия [2]

$$\beta_n = \delta_n - \alpha_n; \quad (7)$$

где $\operatorname{tg} \delta_n = \operatorname{tg} \delta_c \cos \varphi_n$;

δ_n — угол резания на подрезающем (наклонном) лезвии;
 δ_c — угол резания на срезающем лезвии.

Из условия прочности подрезающего лезвия угол β_n должен быть не менее $33-35^\circ$, что, в свою очередь, при заднем угле резания α_n , равном $3-5^\circ$, потребует значение δ_n , равное $36-40^\circ$. Принимая на срезающем лезвии угол $\delta_c = 40 \div 45^\circ$, получим

$$\varphi_n = \arccos \left(\frac{\operatorname{tg} \delta_n}{\operatorname{tg} \delta_c} \right) = 31 \div 43^\circ.$$

Если же принять большое значение угла φ_n ($\varphi_n \geq 50^\circ$), то необходимо также увеличивать и угол δ_c ($\delta_c > 50^\circ$), что ведет к повышенным энергозатратам и большому дроблению щепы вдоль волокон.

Задний угол на подрезающем лезвии α_n определяют из зависимости

$$\operatorname{tg} \alpha_n = \operatorname{tg} \alpha_n \sin \varphi_n, \quad (8)$$

где α_n — задний угол в плоскости подачи для подрезающего лезвия.

Приведенная в работе [2] рекомендация для α_n ($\alpha_n = \sigma_{л\max}$) дана в предположении, что задняя грань подрезающего лезвия является частью затылованной криволинейной поверхности диска фрезы.

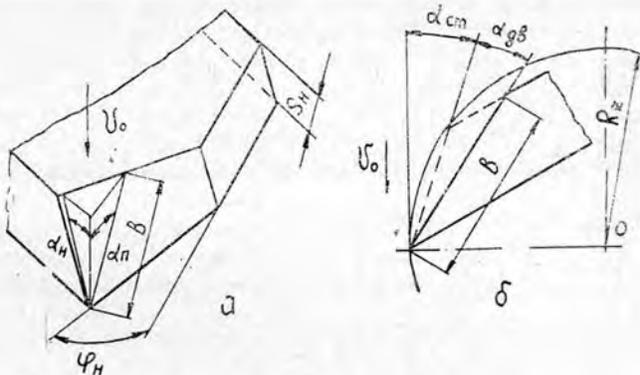


Рис. 2. К обоснованию величины задних углов резания на подрезающем лезвии.

a — вид на рабочую часть двухлезвийного ножа с прямой заточкой; *b* — задние углы резания на подрезающем лезвии в плоскости подачи, $\alpha_n = \alpha_{ст} + \alpha_{дв}$.

В настоящее время применяют фрезы, не имеющие затылованной поверхности, а заточку ножей по задним граням лезвий выполняют прямой [1]. Это требует увеличения заднего угла α_n . Правильность принятого угла α_n можно проверить по условию (рис. 2)

$$\alpha_n \geq \left(\arcsin \frac{b}{2R_z} \right) \cdot \left(1 + \frac{U_{об}}{b\pi} \right) + \omega, \quad (9)$$

здесь ω — угол разворота ножа в плоскости вращения относительно радиуса;

$$b \approx \frac{S_n}{\sin \delta_c} + S_m \operatorname{ctg} \delta_c,$$

где S_n — толщина тела ножа.

Стремясь улучшить условия резания при углах встречи $\psi > 90^\circ$ и тем самым уменьшить радиус резания последнего ножа в спирали R_z принимают $\omega > 0$. Но рост ω ведет к увеличению заднего угла α_n и соответственно к уменьшению угла заточки β_n и снижению прочности подрезающего лезвия. Угол ω должен назначаться с учетом допустимых углов заострения β_n и практически не может превышать 10° .

Минимальный диаметр резания или диаметр малого основания конуса диска D_0 принимают несколько большим максимальной ширины обрабатываемой пласти бруса. В результате средняя зона пласти при обработке проходит через центр фрезы, а в верхней зоне пласти имеет место резание с углами встречи $\psi > 90^\circ$. Это приводит при радиальном положении ножей на диске (или малых углах ω) к ненормальностям при срезании щепы, особенно у последних ножей спирали и зачистных ножей, так как при резании срезающее лезвие начинает работать раньше, чем подрезающее, и развивающаяся от срезающего лезвия опережающая трещина ведет к выколам и неровностям на поверхности обработки. Процесс срезания щепы идет нормально, когда лезвия вступают в работу одновременно или подрезающее лезвие ножа опережает срезающее. Но это требует расположения пласти бруса при обработке, в основном, в нижней части торцовой поверхности фрезы, то есть в зоне с углами встречи $\psi < 90^\circ$. В этом случае диаметр торцовой части фрезы D_0 (и соответственно минимальный диаметр резания)

$$D_0 = 2R_z = \frac{2B_{max}}{\cos \psi_{min} - \cos \psi_{max}}, \quad (10)$$

где B_{max} — максимальная ширина пласти бруса;
 ψ_{max} , ψ_{min} — соответственно максимальный и минимальный углы встречи.

Рекомендуют $\psi_{max} = 100-110^\circ$, $\psi_{min} = 30^\circ$. При этих углах $D_0 \approx 1,7 B_{max}$. Расстояние от оси фрезы до опорного лотка

$$H_\lambda = \frac{D_0}{2} \cos \psi_{min} \approx 0,8 B_{max}. \quad (11)$$

Соблюдение приведенных здесь рекомендаций при измельчении максимального слоя древесины одной фрезой $H_d = 120$ мм и подаче бревен в станок со скоростью 40—50 м/мин требует применения фрезы диаметром не менее 1 м. При больших диаметрах инструмента возникают большие маховые моменты, что, в свою очередь, позволяет снижать установленную мощность двигателей узла фрезерования.

ЛИТЕРАТУРА

Ш. Боровников Е. М., Шестаков В. В. Торцово-коническая фреза для окантовки бревен.— В сб.: Лесосплав и лесозаготовка, 1973, № 2. [2]. Тимофеев Н. И. Геометрия дисковых фрез для окантовки бревен.— ИВУЗ, «Лесной журнал», 1971, № 4.

Поступила 6 февраля 1976 г.

УДК 691.11

ПРОСТОЙ МЕТОД ОЦЕНКИ ПРОЧНОСТИ ДРЕВЕСИНЫ ПРИ ПЛОСКОМ НАПРЯЖЕННОМ СОСТОЯНИИ

А. А. ПОЗДНЯКОВ

Ростовский институт инженеров железнодорожного транспорта

Предложен простой критерий оценки прочности древесины при плоском напряженном состоянии, заключающийся в том, что нормальные напряжения на площадках разрушения не должны превышать пределы прочности при линейном напряженном состоянии в направлениях, перпендикулярных этим площадкам.

Элементы строительных и мебельных конструкций, выполненные из древесины, как правило, в работе испытывают плоское напряженное состояние. Древесина — материал анизотропный. Гипотезы прочности для анизотропных материалов отличаются от гипотез для изотропных тем, что их критерии записывают не через главные напряжения, а через компоненты напряжений на площадках, перпендикулярных осям упругой симметрии. Именно по этим площадкам и разрушаются анизотропные материалы; такие площадки [10] названы главными площадками прочности.

Подробный анализ основных гипотез прочности дан в монографиях [4], [5], анализ применимости гипотез для различных анизотропных материалов — в работе [9], а сопоставление расчетных напряжений для стеклопластиков — в работе [11].

Из анализов следует, что наиболее точными для оценки прочности древесины являются гипотезы Е. К. Ашкенази [2] и К. В. Захарова [7].

В соответствии с гипотезой Е. К. Ашкенази критерий прочности древесины представляют полиномом четвертой степени компонент напряжений на площадках разрушения, то есть на главных площадках прочности

$$\left. \begin{aligned} & \left[\frac{\sigma_x^2}{\sigma_0} + \frac{\sigma_y^2}{\sigma_{90}} + \frac{\tau_{xy}^2}{\tau_0} + \sigma_x \sigma_y \left(\frac{4}{\sigma_{45}} - \frac{1}{\sigma_0} - \frac{1}{\sigma_{90}} - \frac{1}{\tau_0} \right) \right]^2 - \\ & \quad - \sigma_x^2 - \sigma_y^2 - \sigma_x \sigma_y - \tau_{xy}^2 = 0 \\ \text{или} & \left[\frac{\sigma_x^2}{\sigma_0} + \frac{\sigma_y^2}{\sigma_{90}} + \frac{\tau_{xy}^2}{\tau_0} + \sigma_x \sigma_y \left(\frac{1}{\sigma_0} + \frac{1}{\sigma_{90}} - \frac{1}{\tau_{45}} \right) \right]^2 - \\ & \quad - \sigma_x^2 - \sigma_y^2 - \sigma_x \sigma_y - \tau_{xy}^2 = 0, \end{aligned} \right\} (1)$$

здесь σ_x , σ_y и τ_{xy} — компоненты напряжений на главных площадках прочности; ось x совпадает с направлением волокон древесины, ось y направлена поперек волокон (радиальное или тангенциальное направление);

$\sigma_0, \sigma_{90}, \sigma_{45}, \tau_0, \tau_{45}$ — пределы прочности при растяжении или сжатии вдоль волокон, поперек волокон и под углом 45° к ним; при срезе по площадкам, параллельным направлению волокон и под углом 45° к ним.

В соответствии с гипотезой К. В. Захарова критерий прочности при плоском напряженном состоянии представляют полиномом второй степени компонент напряжений на главных площадках прочности

$$\begin{aligned} \sigma_x^2 + \frac{\sigma_{p0} \sigma_{c0}}{\sigma_{p90} \sigma_{c90}} \sigma_y^2 + \left[1 + \frac{\sigma_{p0} \sigma_{c0}}{\sigma_{p90} \sigma_{c90}} + \frac{\sigma_{c0} - \sigma_{p0}}{\tau_{45}} - \right. \\ \left. - \frac{\sigma_{p0} \sigma_{c0}}{\sigma_{p90} \sigma_{c90}} \left(\frac{\sigma_{c90} - \sigma_{p90}}{\tau_{45}} \right) - \frac{\sigma_{p0} \sigma_{c0}}{\tau_{45}^2} \right] \sigma_x \sigma_y + \\ + (\sigma_{c0} - \sigma_{p0}) \sigma_x + (\sigma_{c90} - \sigma_{p90}) \frac{\sigma_{p0} \sigma_{c0}}{\sigma_{p90} \sigma_{c90}} \sigma_y + \\ + \frac{\sigma_{p0} \sigma_{c0}}{\tau_0^2} \tau_{xy}^2 - \sigma_{p0} - \sigma_{c0} = 0. \end{aligned} \quad (2)$$

В этой формуле у пределов прочности дополнительно введены индексы «р» для характеристик, полученных при испытании на растяжение, и «с» — для характеристик, полученных при испытании на сжатие.

Следовательно, для оценки прочности древесины при плоском напряженном состоянии по первому критерию необходимо располагать четырьмя характеристиками: $\sigma_0, \sigma_{90}, \tau_0, \tau_{45}$ или σ_{45} ; по второму — шестью: $\sigma_{p0}, \sigma_{c0}, \sigma_{p90}, \sigma_{c90}, \tau_0, \tau_{45}$.

Стандартами на механические испытания древесины предусматривается определение только характеристик $\sigma_{p0}, \sigma_{c0}, \sigma_{p90}, \sigma_{c90}, \tau_0$. Эти характеристики для основных пород древесины даны в справочных таблицах, остальные приведены только в научной литературе и получены для немногих пород древесины. Все это затрудняет широкое использование указанных гипотез для оценки прочности элементов конструкций из древесины. Весьма сложны и сами зависимости критериев прочности.

В работе [6] отмечено, что анизотропные кристаллы разрушаются при примерно постоянной величине нормальных напряжений на площадке разрушения. В связи с этим высказано предположение, что критерий прочности для анизотропных материалов можно записать в достаточно простом виде. Руководствуясь этими соображениями и основываясь на том, что разрушение древесины проходит по главным площадкам прочности (перпендикулярным направлению волокон, направлению радиальной или тангенциальной оси), можно допустить, что разрушение наступает в результате исчерпания сопротивления отрыву по этим площадкам. При этом допущении условие прочности при плоском напряженном состоянии для древесины запишем в виде

$$\left. \begin{aligned} \sigma_x &\leq \sigma_0; \\ \sigma_y &\leq \sigma_{90}; \end{aligned} \right\} \quad (3)$$

где σ_x и σ_y — по-прежнему компоненты нормальных напряжений на главных площадках прочности.

Под σ_0 следует понимать предел прочности древесины при растяжении (или сжатии) вдоль волокон. Величина σ_{90} — предел прочности древесины при растяжении поперек волокон ($\sigma_y > 0$) или сжатии

($\sigma_y < 0$). Какой из пределов прочности принять за σ_{90} — в радиальном направлении σ_r , или в тангенциальном σ_t , — зависит от того, в какой плоскости древесина подвергается плоскому напряженному состоянию: ar или at .

Рассмотрим результаты испытаний образцов древесины при плоском напряженном состоянии. Так, в работе [1] приведены данные испытаний на одно- и двухосное сжатие древесины сосны (табл. 1). Двухосное сжатие осуществляли на кресте Фёппля в направлении главных осей упругой симметрии при равенстве напряжений на главных площадках прочности.

Таблица 1

Двухосное сжатие, кгс/см ²			Одноосное сжатие, кгс/см ²		
σ_{at}	σ_{tr}	σ_{ar}	σ_t	σ_r	σ_a
65,5	41,6	44,6	66,6	42,8	420,1

Из сравнения величин, приведенных в табл. 1, видно, что при сжатии в плоскости at разрушение наступило при напряжениях, близких к σ_t ; при сжатии в плоскостях tr и ar — при напряжениях, близких к σ_r .

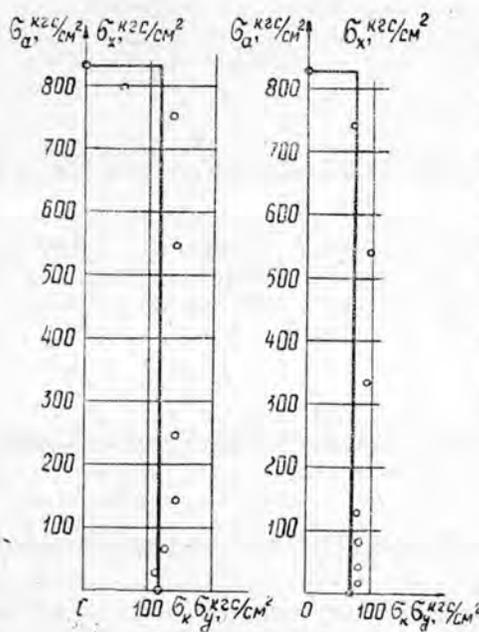


Рис. 1. Прочность древесины березы при двухосном сжатии.

а — в плоскости ar ; б — в плоскости at .

Воспользуемся принятым допущением для описания изменения пределов прочности при растяжении или сжатии образцов из древесины под углом к направлению волокон.

Обозначив через α угол между осью образца и направлением волокон, напишем выражения для нормальных напряжений на главных площадках прочности

В работе [8] приведены результаты испытаний на двухосное сжатие натуральной и модифицированной древесины березы. Испытания проводили в специальном приспособлении, позволяющем получить различные соотношения между напряжениями на площадках разрушения. Результаты для натуральной древесины приведены на рис. 1. Там же прямыми линиями изображены следы предельных поверхностей на главных осях упругой симметрии, построенных в соответствии с предложенным допущением

$$\left. \begin{aligned} \sigma_x &= \sigma_0; \\ \sigma_y &= \sigma_{90}. \end{aligned} \right\} \quad (4)$$

Первая линия соответствует разрушению по площадкам, перпендикулярным направлению волокон; вторая — по площадкам, параллельным волокнам. Из графиков видно удовлетворительное согласование результатов опытов с высказанным предложением.

$$\left. \begin{aligned} \sigma_x &= \sigma_a \cos^2 \alpha; \\ \sigma_y &= \sigma_a \sin^2 \alpha, \end{aligned} \right\} \quad (5)$$

здесь σ_a — предел прочности образца при растяжении или сжатии под углом α к направлению волокон.

Тогда

$$\left. \begin{aligned} \sigma_a &= \frac{\sigma_{(1)}}{\cos^2 \alpha}; \\ \sigma_a &= \frac{\sigma_{(0)}}{\sin^2 \alpha}. \end{aligned} \right\} \quad (6)$$

По этим зависимостям на рис. 2 построены кривые изменения пределов прочности σ_a при растяжении и сжатии в плоскости ax древесины сосны. Для этого построения пределы прочности $\sigma_{p0} = 590$ кгс/см², $\sigma_{с0} = 446$, $\sigma_{p90} = 48$ и $\sigma_{с90} = 36$ кгс/см² взяты из работы [3]. На этом же рисунке нанесены кривые изменения σ_a , построенные по формуле Е. К. Ашкенази [1—3]; согласование этой формулы с результатами экспериментов доказано в цитируемых и других работах Е. К. Ашкенази.

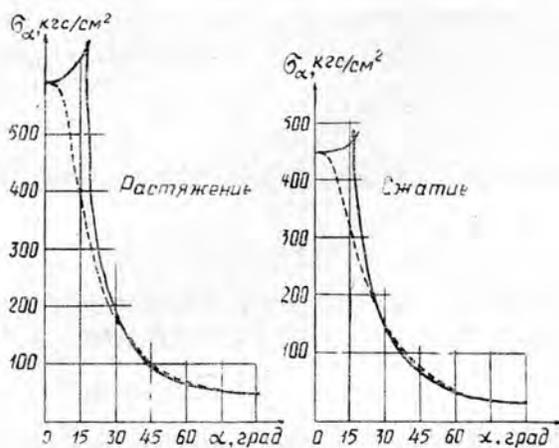


Рис. 2. Изменение пределов прочности древесины сосны при растяжении и сжатии под углами к волокнам.

Из сравнения графиков (рис. 2) видно, что наибольшее расхождение результатов вычислений по предложенной гипотезе с экспериментом имеет место при значениях угла от 10 до 20°. В этом интервале наблюдается переход разрушения с площадок, параллельных направлению волокон при $\alpha > 20^\circ$, на площадки, перпендикулярные направлению волокон при $\alpha < 10^\circ$. Этому соответствует диапазон отношения напряжений на площадках разрушения $\frac{\sigma_y}{\sigma_x} = 0,031 \div 0,133$. Именно в этом диапазоне наблюдаются наибольшие отклонения опытных данных от теоретических (рис. 1, а). Эти отклонения предопределяют ущерб в прочности.

Из анализа следует, что приведенное допущение применимо для оценки прочности древесины при плоском напряженном состоянии. Его

достоинство — в простоте зависимостей, недостаток в том, что при указанном отношении напряжений на площадках разрушения теоретический расчет дает завышенные результаты.

Таким образом, прочность элементов конструкций из древесины при плоском напряженном состоянии можно оценить с помощью простых соотношений (3), выведенных из предположения, что разрушение древесины происходит по главным площадкам прочности в результате отрыва. Это допущение справедливо только для древесины. Его нельзя распространять на другие анизотропные материалы без подробной экспериментальной проверки.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Ашкенази Е. К. Прочность анизотропных древесных и синтетических материалов. Л., 1966. [2]. Ашкенази Е. К. Анизотропия машиностроительных материалов. Л., 1969. [3]. Ашкенази Е. К., Ганов Э. В. Анизотропия конструкционных материалов (справочник). Л., 1972. [4]. Белякин Ф. П., Яценко В. Ф., Марголин Г. Г. Прочность и деформативность стеклопластиков при двухосном сжатии. Киев, 1971. [5]. Гольденблат И. И., Копнов В. А. Критерии прочности и пластичности конструкционных материалов. М., 1968. [6]. Дружинин С. И., Ягн Ю. И. Сопrotивление материалов, ч. I. Л., 1933. [7]. Захаров К. В. — В сб.: Машиностроение. Труды ЛПИ, 1968, № 299. [8]. Любецкий Д. И. Исследование упругих и прочностных свойств при сжатии модифицированной древесины как композитного материала (автореферат кандидатской диссертации). Минск, 1974. [9]. Малейстер А. К. Механика полимеров, 1966, № 4. [10]. Поздняков А. А. — В сб.: Материалы конференции по итогам научно-исследовательских работ за 1961 г. Красноярск, 1962. [11]. Поздняков А. А. — В сб.: Вопросы прочности конструкционных пластмасс. Труды Ростовского института инженеров железнодорожного транспорта, вып. 79, Ростов-на-Дону, 1971.

Поступила 9 октября 1974 г.

УДК 634.0.824.81/85

РАСЧЕТ КЛЕЕНОЙ ДЕРЕВЯННОЙ БАЛКИ С НЕПРОКЛЕЕМ, ЗАГРУЖЕННОЙ СОСРЕДОТОЧЕННОЙ СИЛОЙ

Н. А. КРЫЛОВ, М. Л. БИРИЧЕВСКИЙ

Ленинградский инженерно-строительный институт

Приведены теоретические и опытные исследования прочности двухопорной балки с произвольно расположенным по длине и высоте балки дефектом в виде непроклея — щели. Балка нагружена сосредоточенной силой. Выведены расчетные формулы. Приведены результаты опытов.

Рассмотрим двухопорную балку с произвольно расположенным по ее длине и высоте непроклеем длиной c — a . Балка нагружена сосредоточенной силой P , приложенной на расстоянии m от левой опоры. Такую балку можно рассчитывать как составную из двух ветвей, имеющую один шов [1], [2].

Дифференциальное уравнение для составной балки на упруго-податливых связях имеет вид [4]

$$\frac{T''}{\varepsilon} = \gamma T + \Delta,$$

где

T — сдвигающее усилие на уровне непроклея, кгс;
 $\varepsilon = \frac{2Gb}{h}$ — коэффициент податливости связей сдвига, кгс/см²;

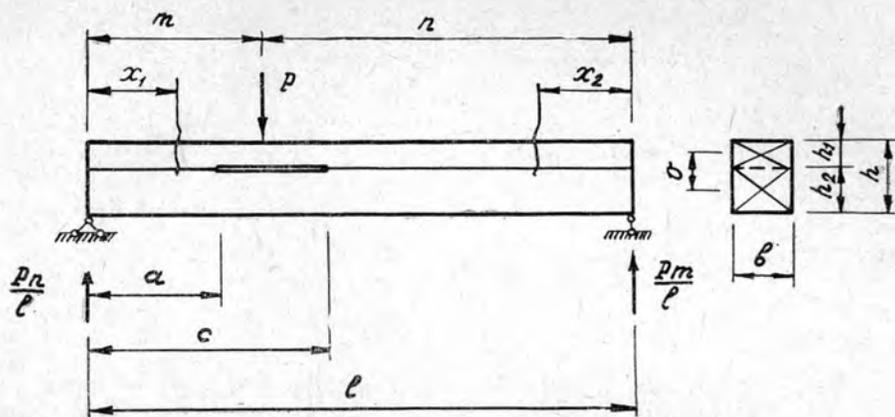


Рис. 1.

$\gamma = \frac{1}{EF_1} + \frac{1}{EF_2} + \frac{v^2}{\Sigma EI}$ — коэффициент, характеризующий приращение сдвигов от единичных сдвигающих усилий, 1/кгс;

Δ — приращение сдвигов от действия внешней нагрузки.

На первом участке при $0 \leq x_1 \leq a$ изгибающий момент

$$M^0 = \frac{Pn}{l} \cdot x_1.$$

Общее решение неоднородного линейного дифференциального уравнения

$$T_1 = C_1 \operatorname{sh} \lambda x_1 + C_2 \operatorname{ch} \lambda x_1 + \frac{Pv\varepsilon}{\lambda^2 \Sigma EI} \cdot \frac{nx_1}{l},$$

где C_1 и C_2 — постоянные интегрирования;

$$\lambda = \sqrt{\gamma \varepsilon}.$$

При $x_1 = 0$ $T_1 = 0$, следовательно, $C_2 = 0$.

Производная от T_1 по абсциссе x_1 дает касательное напряжение, отнесенное к единице длины балки, кгс/см. Тогда

$$T_1 = C_1 \operatorname{sh} \lambda x_1 + \frac{Pv\varepsilon}{\lambda^2 \Sigma EI} \cdot \frac{nx_1}{l}; \tag{1}$$

$$\tau_1 = \lambda C_1 \operatorname{ch} \lambda x_1 + \frac{Pv\varepsilon}{\lambda^2 \Sigma EI} \cdot \frac{n}{l}. \tag{2}$$

Аналогично, рассматривая второй участок балки, при $0 \leq x_2 \leq l - c$ получаем

$$T_2 = C_3 \operatorname{sh} \lambda x_2 + \frac{Pv\varepsilon}{\lambda^2 \Sigma EI} \cdot \frac{mx_2}{l}; \tag{3}$$

$$\tau_2 = \lambda C_3 \operatorname{ch} \lambda x_2 + \frac{Pv\varepsilon}{\lambda^2 \Sigma EI} \cdot \frac{m}{l}. \tag{4}$$

Для определения постоянных интегрирования C_1 и C_3 напомним еще два граничных условия.

При $x_1 = a$ и $x_2 = l - c$

$$T_1 = T_2 \text{ и } \tau_1 + \tau_2 = \varepsilon (\Delta^M - \Delta^T),$$

$$\begin{aligned} \text{здесь } \Delta^M &= \int_a^m \frac{v}{\rho} dx + \int_m^c \frac{v}{\rho} dx = \left\{ \int_a^m \frac{Pn}{l} x dx + \right. \\ &+ \left. \int_m^c \left[\frac{Pn}{l} x - P(x-m) \right] dx \right\} = \frac{Pv}{\Sigma EI} \left(-\frac{na^2}{2l} + \frac{nc^2}{2l} - \frac{c^2}{2} - \frac{m^2}{2} + ma \right); \\ \Delta^T &= \gamma(c-a) T_1. \end{aligned}$$

Пользуясь этими граничными условиями, находим

$$C_1 = \frac{\frac{Pv\varepsilon}{2\lambda^2\Sigma EI} \left\{ \frac{2}{l} (ml - mc - na) \operatorname{ch} \lambda(l-c) - \right.}{\operatorname{sh} \lambda(l-c+a) + \lambda(c-a) \operatorname{sh} \lambda a \operatorname{sh} \lambda(l-c)} \left. - \lambda \left[\frac{2}{\lambda^2} - \frac{n(c-a)^2}{l} + (c-m)^2 \right] \right\} \operatorname{sh} \lambda(l-c)}{\operatorname{sh} \lambda(l-c+a) + \lambda(c-a) \operatorname{sh} \lambda a \operatorname{sh} \lambda(l-c)}; \quad (5)$$

$$C_3 = \frac{C_1 \operatorname{sh} \lambda a - \frac{Pv\varepsilon}{2\lambda^2\Sigma EI} \left(2m - \frac{2mc}{l} - \frac{2na}{l} \right)}{\operatorname{sh} \lambda(l-c)}. \quad (6)$$

В частном случае при $m = n = \frac{l}{2}$ (нагрузка P приложена на середине пролета) получим

$$T_1 = C_1 \operatorname{sh} \lambda x_1 + \frac{Pv\varepsilon}{2\lambda^2\Sigma EI} x_1; \quad (7)$$

$$\tau_1 = \lambda C_1 \operatorname{ch} \lambda x_1 + \frac{Pv\varepsilon}{2\lambda^2\Sigma EI}; \quad (8)$$

$$T_2 = C_3 \operatorname{sh} \lambda x_2 + \frac{Pv\varepsilon}{2\lambda^2\Sigma EI} x_2; \quad (9)$$

$$\tau_2 = \lambda C_3 \operatorname{ch} \lambda x_2 + \frac{Pv\varepsilon}{2\lambda^2\Sigma EI}; \quad (10)$$

$$C_1 = \frac{\frac{Pv\varepsilon}{2\lambda^2\Sigma EI} \left\{ (l-c-a) \operatorname{ch} \lambda(l-c) - \lambda \left[\frac{2}{\lambda^2} - \frac{(c-a)^2}{2} + \right. \right.}{\operatorname{sh} \lambda(l-c+a) + \lambda(c-a) \operatorname{sh} \lambda a \operatorname{sh} \lambda(l-c)} \left. \left. + \left(c - \frac{l}{2} \right)^2 \right] \operatorname{sh} \lambda(l-c) \right\}}{\operatorname{sh} \lambda(l-c+a) + \lambda(c-a) \operatorname{sh} \lambda a \operatorname{sh} \lambda(l-c)}; \quad (11)$$

$$C_3 = \frac{C_1 \operatorname{sh} \lambda a - \frac{Pv\varepsilon}{2\lambda^2\Sigma EI} (l-c-a)}{\operatorname{sh} \lambda(l-c)}. \quad (12)$$

Используя формулы (1—6) или (7—12), можно рассчитать балку на прочность и по касательным, и по нормальным напряжениям, а также определить линейные и угловые перемещения любого сечения балки [3].

С целью проверки изложенных выше теоретических расчетов выполнены многочисленные опыты по определению прочности балок с непроклеем. Приведем два из них.

На рис. 2 показаны результаты опытов по разрушению образцов балок сечением 20×20 мм и длиной 200 мм. Непроклей расположен на середине высоты балки, то есть $h_1 = h_2 = \frac{h}{2}$. Величина непроклея $c - a = 0,10l = \text{const}$. Нагрузка P приложена к правому краю непроклея, то есть $m = c$. Нагрузка и непроклея двигаются от левого конца балки к ее середине скачками через $0,05l$. В каждой позиции разрушалось по 10 образцов.

Рис. 2.

- 1 — разрушение по σ ;
- 2 — разрушение по τ ;
- 3 — непознанное;
- 4 — среднее значение.

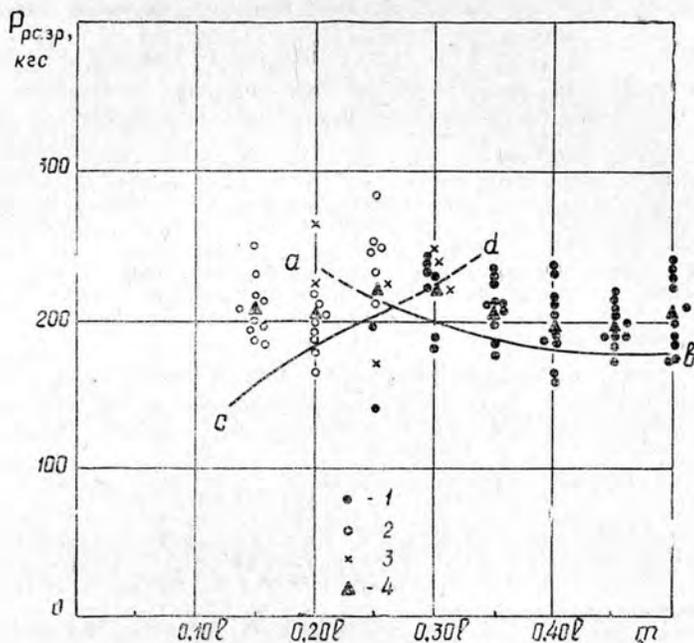
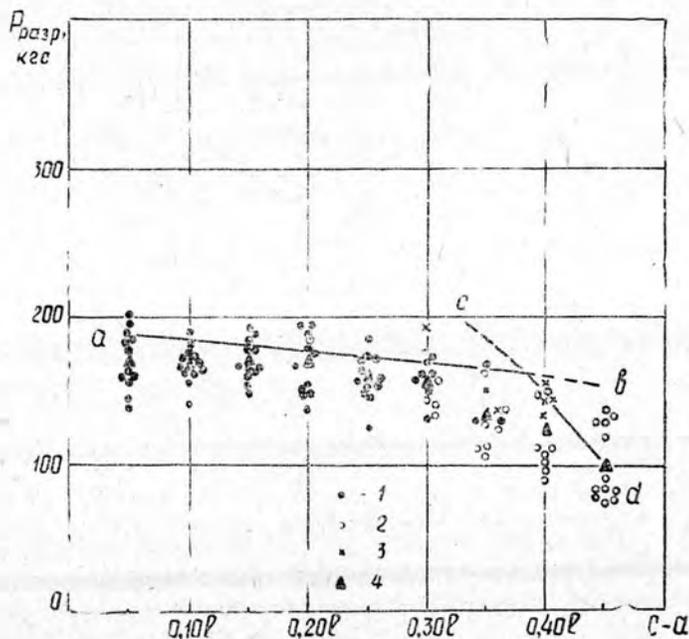


Рис. 3. Условные обозначения те же, что и рис. 2.



На рис. 3 даны результаты опытов по разрушению образцов того же размера (сечение 20×20 мм, длина 200 мм). Нагрузка в этом опыте приложена в середине пролета балки, то есть $m = 0,5l = \text{const}$. Непроклей в этом случае располагается в четверти высоты балки. Начало непрочлея совпадает с серединой пролета, то есть $a = 0,5l = \text{const}$. Длина непрочлея увеличивалась ступенями через 0,05l. Следовательно, размер c является переменным. В каждой позиции испытывали по 12 образцов; из них в 6 образцах непрочлея был расположен в верхней части балки, то есть

$h_1 = \frac{h}{4}$ и $h_2 = \frac{3h}{4}$, и в 6 образцах, наоборот, непоклей создавался в нижней части балки при $h_1 = \frac{3h}{4}$ и $h_2 = \frac{h}{4}$. На рис. 2 и 3 ab — кривая разрушающих нагрузок, обусловленная прочностью балки по нормальным напряжениям, а кривая cd — прочностью балки по касательным напряжениям. При построении графиков пределы прочности древесины $R_{II} = 800$ кгс/см² и $R_{ск} = 70$ кгс/см².

В обоих опытах разрушение балок изгибом осуществлялось на рычажно-маятниковой машине, изготовленной в ГДР, с ценой деления 0,5 кгс. Нагрузочный пуансон представлял собой цилиндр диаметром $d = 20$ мм. Непроклей создавался искусственно выпиливанием щели необходимого размера. Скорость нагружения была принята равной 10 мм/мин. Разрушающую нагрузку, полученную в опыте, пересчитывали на номинальные размеры поперечного сечения балки (20×20 мм). Кроме того, опытную величину нагрузки пересчитывали на стандартную влажность. За стандартную принята влажность, равная 12%, в соответствии с рекомендациями комиссии СЭВ по стандартизации.

Изложенные выше теоретические исследования справедливы лишь в том случае, если нагрузка расположена над непоклеем ($a \leq m \leq c$); в других случаях ($m < a$ или $m > c$) расчет балки несколько усложняется.

ЛИТЕРАТУРА

[1]. Бьковский В. Н., Соколовский Б. С. Деревянные клееные конструкции. М., Машстройиздат, 1949. [2]. Губенко А. Б. Клееные конструкции из досок. М., Стройиздат, 1949. [3]. Крылов Н. А., Потапов А. И., Биричевский М. Л. Расчет клееной деревянной балки с симметричным непоклеем. — ИВУЗ, «Лесной журнал», 1975, № 1. [4]. Ржаницын А. Р. Теория составных стержней строительных конструкций. М., Стройиздат, 1948.

Поступила 8 мая 1975 г.

УДК 634.0.812

ИССЛЕДОВАНИЕ АДГЕЗИОННЫХ СВОЙСТВ РАЗЛИЧНЫХ ПОВЕРХНОСТЕЙ

Б. В. ГАЛАКТИОНОВ, О. Н. РУСАК

Ленинградская лесотехническая академия

Приведены результаты исследования адгезионных свойств различных поверхностей к древесной пыли и влияния на них обработки поверхностей растворами ПАВ.

Вибрационным методом исследовали адгезию древесной пыли к различным поверхностям в условиях деревообрабатывающих предприятий.

Методика измерений описана в работе [1]. Идея заключается в том, что на исследуемую поверхность методом свободного оседания наносится некоторое количество пыли таким образом, чтобы средние расстояния между отдельными пылинками намного превышали их размеры. Затем поверхность приводится в колебательное движение с известной частотой и амплитудой колебаний, в результате чего на пылинки действует отрывающая сила.

Подсчет числа пылинок на контрольной полосе до и после вибрации позволяет определить коэффициент срыва α , то есть долю пылинок, для которых сила адгезии меньше или равна отрывающей силе,

$$\alpha = \frac{n_0 - n}{n_0} \cdot 100\%,$$

где n_0 — начальное число пылинок;
 n — их число после вибрации.

В измерениях, результаты которых приведены ниже, колебания запыленной поверхности происходили в направлении, перпендикулярном к ней. При значениях вибрационного ускорения, превышающих $3g$ ($g = 9,8 \text{ м/с}^2$), можно считать, что отрывающая сила нормальна к поверхности и определяется только вибрационным ускорением.

Адгезионную способность поверхностей в дальнейшем характеризуем следующим образом:

1) в виде кривых адгезии, то есть графиков зависимости коэффициента срыва α от отношения силы адгезии пылинки к ее весу

$$f = \frac{ma}{mg},$$

здесь a — вибрационное ускорение;
 m — масса пылинки.

(в некоторых работах по адгезии f называют коэффициентом прилипания);

2) в виде таблиц, в которых приведены значения α при двух значениях f .

В первом случае, чем круче поднимается кривая адгезии, тем меньше адгезионная способность данной поверхности, во втором — большему α соответствует меньшая адгезионная способность.

Каждая точка на кривых или цифра в таблице — результат усреднения данных 5—7 измерений, проведенных в одинаковых условиях. При этом для α среднее отклонение от среднего составляло $3 \div 10\%$, погрешность в определении f не превышала 5% .

Измерения производили при относительной влажности воздуха $15\text{—}20\%$, время между напылением и началом вибрации не превышало 15 мин, то есть исследовали адгезию свежееосевшей пыли.

Вибрация длилась в течение 1 мин, так как предварительные измерения показали, что при действии вибрации более $20\text{—}30$ с число сорванных частиц уже практически не зависит от ее длительности.

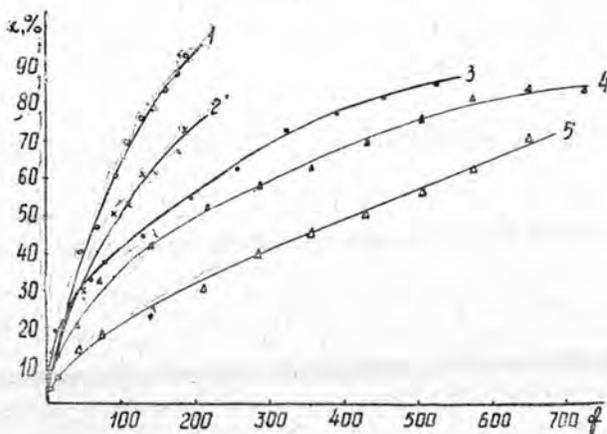


Рис. 1.

На рис. 1 приведены кривые адгезии пыли красного дерева, образующейся при шлифовании, к различным поверхностям. Размер пылинок для кривых 1—4 составлял $75 \div 110$ мкм, для кривой 5 —

40 ÷ 53 мкм. Кривая 1 — неокрашенный металл, обработанный по 7-му классу чистоты; 2 — металл, окрашенный нитроэмалью «Ява»; 3 — березовый шпон, обработанный на шлифовальном станке шкуркой № 100; 4 и 5 — полированная деревянная поверхность, покрытая лаком НЦ.

Из приведенных кривых видно, что наименьшей адгезионной способностью обладает чистая металлическая поверхность, наибольшей — полированный лак. Из сравнения кривых 4 и 5 следует, что с уменьшением размеров пылинок адгезия резко возрастает. Даже для наиболее слабо удерживающей пыль металлической поверхности 50% пылинок срывается только в том случае, когда сила отрыва примерно в 90 раз превышает вес пылинки. Это указывает на то, что применение пневматических методов очистки поверхности от монослоя пыли, по-видимому, малоперспективно.

В литературе имеются сведения [2], что обработка лакокрасочных покрытий поверхностно-активными веществами (ПАВ) снижает их адгезионную способность. На практике такая обработка происходит при влажной уборке помещений с применением различных моющих средств.

Нами было исследовано влияние обработки растворами различных ПАВ чистой металлической поверхности и металлической поверхности, покрытой нитроэмалью. ПАВ наносили на исследуемую поверхность в виде водного раствора известной концентрации из расчета $5 \cdot 10^{-2}$ л/м². Такое количество раствора соответствует примерно тому, что остается на поверхности после протирания ее мокрой тряпкой. При 1%-ной концентрации раствора расход ПАВ на 1 м² обрабатываемой поверхности составляет около 0,5 г/м².

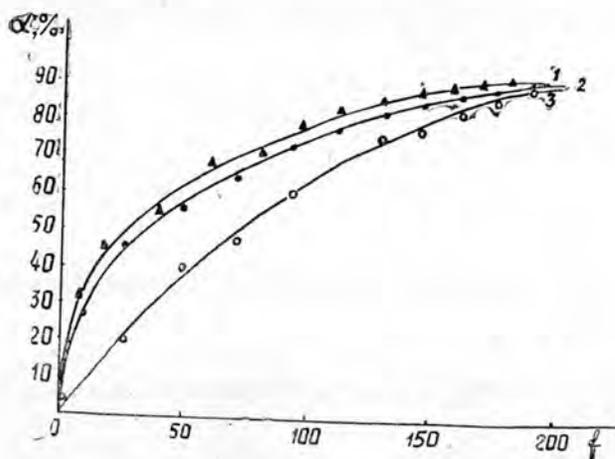


Рис. 2.

После высыхания поверхность запылялась; снимали кривые адгезии. В качестве примера на рис. 2 приведены кривые адгезии к неокрашенной металлической поверхности, обработанной растворами препарата «Новость»; размер пыли 75—110 мкм. Кривая 1 — концентрация раствора 1%; 2 — концентрация раствора 0,1%; 3 — чистая поверхность, то есть металл, обезжиренный этиловым спиртом и затем промытый дистиллированной водой.

Таблица 1

ПАВ	Концентрация в растворе, %	α , %	
		$f = \frac{70}{90}$	$f = \frac{190}{190}$
«Новость»	0,05	68±3	98±1
	0,05	54±3	82±3
	0,1	66±5	92±5
	0,1	77±3	96±3
	1,0	69±5	94±5
	1,0	76±5	94±4
Мыло хозяйственное	0,1	51±2	86±4
	0,1	27±3	68±4
ОП-7	0,1	6±2	15±7
	0,1	25±5	50±5
Синтаמיד	0,1	20±5	50±10
	0,1	32±3	64±10
КДЖ	—	—	—
	0,1	51±8	79±4
«Лотос»	—	—	—
	0,1	45±4	70±10
КДЖ-2	—	—	—
	1,0	55±2	82±2
	—	—	—
Чистая поверхность, промытая дистиллированной водой	0,1	56±4	82±4
	0	50±3	90±3
	0	46±5	72±5

Примечание. Размер пылинок 75—110 мкм.

В табл. 1 приведены данные по адгезии древесной пыли к неокрашенной металлической поверхности 7-го класса чистоты, обработанной различными ПАВ (числитель дробей) и к металлической поверхности, окрашенной нитроэмалью, до и после обработки различными ПАВ (знаменатель дробей). Представленные результаты получены на основании обработки кривых адгезии.

Из рис. 2 и данных табл. 1 видно, что адгезия существенно уменьшается только после обработки поверхности раствором препарата «Новость», причем заметное влияние оказывает даже обработка 0,05%-ным раствором, а увеличение концентрации раствора от 0,1 до 1% уже практически не приводит к уменьшению адгезии. Обработка другими исследованными нами ПАВ либо не изменяет адгезионных свойств поверхности, либо даже усиливает прилипание пыли. Так, из наших экспериментов следует, что при влажной уборке использование хозяйственного мыла нежелательно, так как после высыхания адгезионная способность поверхностей увеличивается.

В работе [2] указывается, что преимущества обработки поверхностей препаратом «Новость» проявляются и при сдуве пыли, то есть после влажной уборки с этим препаратом можно ожидать большей эффективности применения пневматических методов уборки.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Вибрационный метод определения адгезии древесной пыли к различным поверхностям — Информационный листок № 1171—74. Ленинградский межотраслевой территориальный центр научно-технической информации. [2]. А. Д. Зимонов. Адгезия пыли и порошков. — М., «Химия», 1967.

Поступила 13 января 1976 г.

УДК 667.646.42

ОБ ОТРАЖАТЕЛЬНОЙ СПОСОБНОСТИ ПРОЗРАЧНЫХ ПОКРЫТИЙ В УЛЬТРАФИОЛЕТОВОЙ ОБЛАСТИ СПЕКТРА

М. П. ГОРЕНЬКОВ

Архангельский лесотехнический институт

Получены значения коэффициента отражения от покрытий разной толщины и установлена математическая зависимость отражения ультрафиолета от толщины.

Стойкость лакокрасочных покрытий к процессам светового старения зависит не только от химической природы пленкообразователя, но и оптических показателей покрытий.

Выполненные ранее исследования [2] по определению проницаемости лаковых пленок ультрафиолетовыми лучами не позволяют судить об энергетическом воздействии света на поверхность покрытий, так как, согласно закону Кирхгофа [1],

$$R + A + D = 1, \quad (1)$$

где R, A, D — соответствующие доли отраженной, пропущенной и поглощенной телом световой энергии.

Известно, что только поглощенная телом энергия [4] способна вызывать в покрытии фотохимические реакции, приводящие к изменению декоративных и механических свойств. Для определения поглощенной доли световой энергии необходимо знать величину отраженного света.

Исследования выполняли на покрытиях с пленкообразователями НЦ-221, НЦ-218, МЧ-52, ПЭ-246, которые формировались на поверхности образцов древесины дуба, бука, березы и ясеня. Применяли используемые в производстве мебели пленки толщиной 40, 60, 80, 120, 180, 400 и 500 мкм. Эти толщины получали при послойном нанесении соответствующего лака вязкостью 15 с по ВЗ-4. Толщину пленок измеряли в соответствии с ГОСТом 13639—75. Отклонение толщины покрытий от требуемой составляло $\pm(5 \div 10)$ мкм. Режимы сушки покрытий соответствовали требованиям ГОСТа 8832—58.

Спектры отражения от поверхности древесных материалов и прозрачных пленок записывали на ленте регистрирующего спектрофотометра Hitachi. Для определения характерного диапазона ультрафиолетовых лучей, воздействующих на покрытие, первоначально записывали спектр отражения УФ-излучения от поверхности древесины и покрытий в диапазоне 176—600 нм (для поверхности древесины бука спектр показан на рис. 1). Аналогичная форма спектра была получена и для покрытий.

Как следует из рис. 1, древесина обладает высокой отражательной способностью в дальней области ультрафиолета. При длине волны 195 нм отражение резко падает. В диапазоне 195—340 нм наблюдается незначительное отражение, которое затем увеличивается с возрастанием длины волны.

Ранее [4] установлено, что наиболее агрессивная часть ультрафиолетового излучения, разрушающая полимерное покрытие, лежит в области 220—360 нм. Так как коротковолновые лучи ультрафиолета не достигают поверхности земли, дальнейшие исследования по определению отражательной способности пленок и древесных материалов мы выполняли в диапазоне длин волн 220—360 нм.

Записанные спектры отражения от поверхности древесных материалов прозрачных покрытий приведены на рис. 2 и 3, из которых видно, что как древесина, так и покрытия не обладают избирательным отражением в выбранном диапазоне спектра и только при длине $\lambda = 260$ нм наблюдается незначительный максимум. Поэтому в дальнейшем для сравнительной характеристики отражательной способности древесных материалов и покрытий в ультрафиолетовой области спектра был определен коэффициент отражения R (%) при длине волны $\lambda = 260$ нм (табл. 1 и 2).

Таблица 1

Древесный материал	Коэффициент отражения R ультрафиолетовых лучей от поверхности древесных материалов, %		Древесный материал	Коэффициент отражения R ультрафиолетовых лучей от поверхности древесных материалов, %	
	в радиальном разрезе	в тангенциальном разрезе		в радиальном разрезе	в тангенциальном разрезе
Береза	11—12	8—9	Красное дерево Фанера Сосна Древесно-стружечная плита	6,2	—
Бук	8—12	8—9		—	8,5
Дуб	8—11	7—8		7—12	7,43
Ясень	9—11	8—9		8	—
Орех	6,0	—	Древесноволокнистая плита	7,0	—

Таблица 2

Лак	Толщина пленки, мкм	Коэффициент R , %, от поверхности прозрачных покрытий на пополах			
		Береза	Бук	Дуб	Ясень
НЦ-221	40	6,25	—	—	—
	60	—	6,9	5,71	5,68
	80	4,57	4,91	4,28	4,34
	100	—	4,1	—	—
	120	3,57	3,51	3,72	3,8
	180	3,55	3,26	3,65	3,72
НЦ-218	60	5,26	6,26	6,06	5,15
	80	4,86	5,35	5,06	4,4
	100	4,55	4,45	4,55	—
	120	4,11	3,88	4,2	4,33
	140	3,9	—	—	—
	180	3,55	3,46	3,6	3,55
МЧ-52	60	6,42	6,13	5,44	5,37
	80	4,95	4,75	4,71	4,6
	100	4,33	3,88	3,82	4,46
	120	3,46	3,51	3,4	4,0
ПЭ-246	400	5,26	5,4	5,44	5,32
	500	4,4	4,56	4,92	4,67

Из полученных данных видно, что для массивной древесины коэффициент отражения больше, чем для древесностружечной или древесноволокнистой плиты. Для всех пород тангенциальная поверхность образцов древесины отражает ультрафиолет в меньшей степени, чем радиальная. Образцы, изготовленные из лущеного шпона, обладают меньшей отражательной способностью, чем из массивной древесины. Сопоставляя коэффициенты отражения R от поверхности образцов древесины радиальной распиловки ореха, красного дерева и березы, видим, что R имеет большие значения для березы. Пленки лака МЧ-52 сравнимых толщин обладают более высокой отражательной способностью, чем пленки лаков НЦ-221 и НЦ-218, а полиэфирные покрытия лака ПЭ-246 имеют наибольшую отражательную способность. Это можно объяснить оптической схемой покрытия, которая состоит из прозрачной пленки и древесины, обладающих различными коэффициентами преломления. Коэффициенты преломления исследуемых лаков меньше коэффициента преломления древесины. Соотношение коэффициентов преломления в исследуемой оптической схеме можно записать в следующем виде:

$$n_1 = 1 \leq n_2 \leq n_3, \quad (2)$$

где n_1 — коэффициент преломления воздуха;
 n_2 — коэффициент преломления пленки;
 n_3 — коэффициент преломления древесины.

Величину коэффициента отражения света в данной оптической схеме определяли по известной формуле Френеля [3]. Обладая различной величиной R (%), исследуемые пленки подвергаются УФ-воздействию не в одинаковой степени, а следовательно, имеют различную светостойкость. Ранее было установлено, что полиэфирные пленки более светостойки, чем нитроцеллюлозные. Однако, как известно из оптики [3], в общем случае коэффициент отражения представляет собой функцию показателя преломления, толщины пленки и длины волны. В нашем случае исследуемое покрытие имеет определенный коэффициент преломления и рассматривается отражение света определенной длины волны, следовательно, величина R зависит от толщины пленки. Полученные экспериментальные данные (табл. 2 и рис. 4) подтверждают это. Найденная зависимость R от толщины покрытия характеризуется максимальной и минимальной величинами. Для описания полученной графической зависимости R от толщины покрытия была проверена модель

$$R = A + BS + CS^2, \quad (3)$$

здесь R — коэффициент отражения, %;
 S — толщина покрытия, мкм;
 A, B, C — постоянные коэффициенты.

Вычисленные значения R (%) для отдельных толщин совпадают с экспериментальными данными, что свидетельствует о применимости этого уравнения для описания графической зависимости.

Используя уравнение (3), вычисляли толщины исследуемых покрытий, которые имеют минимальное отражение УФ-спектра излучения и, следовательно, наиболее подвержены его воздействию. Для пленок лака НЦ-221 толщина покрытия равна 140—160 мкм, для НЦ-218 — 160—180 мкм и для МЧ-52 — 160—180 мкм.

Выводы

1. Древесные материалы и прозрачные покрытия на их поверхности обладают высокой отражательной способностью ультрафиолетовых лучей в области спектра $\lambda = 175-195$ нм и незначительной — в области $\lambda = 195-400$ нм.

2. Величина коэффициента отражения для выбранного спектра отражения определяется толщиной покрытия и показателем преломления.

ЛИТЕРАТУРА

[1]. Буглай Б. М. Технология отделки древесины. М., 1973. [2]. Гореньков М. П. Пропускание и поглощение ультрафиолетовых лучей твердыми и жидкими лаковыми пленками.— ИВУЗ, «Лесной журнал», 1972, № 5. [3]. Гребенщиков В. Г. Просветление оптики. М., 1946. [4]. Фойгт И. Стабилизация синтетических полимеров против действия света и тепла. Л., 1970.

Поступила 23 января 1976 г.

УДК 674.812

ВЛИЯНИЕ ВЛАЖНОСТИ, ПЛОТНОСТИ И НАГРУЗКИ НА КАСАТЕЛЬНЫЕ НАПРЯЖЕНИЯ ПРИ ТРЕНИИ ПРЕССОВАННОЙ ДРЕВЕСИНЫ ПО МЕТАЛЛУ

Н. М. МИХИН, Н. И. ВИННИК, А. И. СМОЛЬЯКОВ

Воронежский лесотехнический институт
Институт проблем механики АН СССР

Исследованы зависимость касательных напряжений и молекулярной составляющей коэффициента трения прессованной древесины при трении о металл и влияние на них влажности и плотности ДП, нормальной нагрузки и диаметра индентора.

Прессованную древесину все в большем количестве используют в качестве материала для подшипников, когда контртелом служит более жесткий материал — металл. Однако механизм внешнего трения этой пары изучен недостаточно.

Согласно современным представлениям, внешнее трение имеет двойственную молекулярно-механическую природу [1], [3]. Свойства прессованной древесины [2], [6] и твердых тел [1], [3] дают основание считать, что силы взаимодействия при внешнем трении между прессованной древесиной и металлом состоят из молекулярной составляющей T_m и деформационной T_d .

$$T = T_m + T_d. \quad (1)$$

В формулах для вычисления коэффициента трения межмолекулярное взаимодействие в зонах фактического касания учитывается касательными напряжениями τ_n . Методы расчета их пока неизвестны, хотя в ряде исследований [3] показано, что на величину τ_n существенное влияние оказывают нормальные напряжения на контакте.

Применительно к прессованной древесине практически неизвестны константы, которые можно использовать для расчета коэффициента трения. Поэтому нами предпринята попытка экспериментального определения касательных напряжений τ_n и молекулярной составляющей

коэффициента трения f_m в условиях, максимально приближающихся к условиям работы реальной пары. Таким требованиям в значительной мере удовлетворяет предложенный в работах [4], [5] метод, на основании которого

$$\tau_n = \frac{3}{4} \frac{F_3 \cdot R_3}{\pi \cdot r_0^3}; \quad (2)$$

$$f_m = \frac{3}{4} \frac{F_3 \cdot R_3}{N \cdot r_0}, \quad (3)$$

где F_3 — сила, необходимая для прокручивания шарового индентора; R_3 — радиус оправки, в который закреплен индентор; r_0 — текущее значение отпечатка индентора; N — нормальная нагрузка на индентор.

Нами определены значения τ_n и f_m при внешнем трении пары ДП — металл в зависимости от влажности и плотности ДП, нормальной нагрузки и диаметра индентора. Эксперименты проводили на плоских образцах (размером $50 \times 50 \times 15$ мм) с торцевой рабочей поверхностью. Чистота рабочей поверхности $R_a = 0,125 \div 0,100$ мкм. Влажность образцов 0,5; 2,5; 5,7; 10; 13; 17%; их выдерживали в течение 5 месяцев в эксикаторах, заполненных электролитом различной плотности. Для предотвращения распрессовки образцов при увлажнении свыше 13% их помещали в ограничительный контур. Образцы влажностью 0,5% получали после сушки их в течение 5 ч при температуре 120°C. Процент влажности проверяли на контрольных образцах по ГОСТу 11486—65 весовым способом. Плотность взятых образцов $1,06 \cdot 10^3$; $1,18 \cdot 10^3$; $1,18 \cdot 10^3$ и $1,25 \cdot 10^3$ кг/м³. Материал индентора — сталь ШХ-15 с чистой поверхности $R_a = 0,032 \div 0,025$ мкм; диаметр индентора 19,05; 15,9 и 12,3 мм. Инденторы обезжиривали ацетоном и порошком активированного угля, образцы из ДП — эфиром. Нагрузка при экспериментах 54, 106, 158 и 209 кгс; что позволило получать глубину внедрения инденторов $h/R = 0,02 \div 0,2$. Для установления степени влияния изменения площади контакта во время проворачивания индентора образцы и индентор выдерживали под нагрузкой в течение 2 ч.

Величины τ_n и f_m экспериментально определяли прибором, схема которого показана на рис. 1. Шаровой индентор 1 жестко закреплен в специальной оправке 2, имеющей кольцевой наружный паз для укладки тросика 3. С помощью тросика 3 осуществляется вращение индентора.

Сила, необходимая для его вращения, фиксируется самописцем 5, сигнал к которому поступает от тензодатчиков, наклеенных на упругий элемент 6. Под действием нагрузки образцы 7, предварительно закрепленные, сжимаются. Диаметр отпечатка индентора на образцах измеряли на микроскопе БМИ

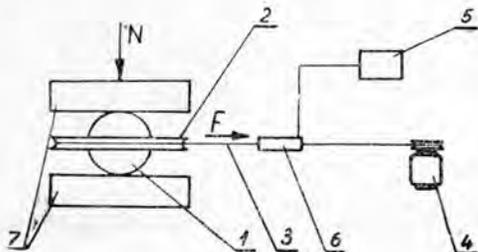


Рис. 1.

с ценой деления 0,01 мм во взаимноперпендикулярных направлениях и брали как среднее арифметическое трех измерений.

Влияние упругой составляющей на изменение диаметра отпечатка после снятия нагрузки проверяли, одновременно измеряя диаметр отпечатка индентора на образцах и диаметр отпечатка на инденторе (предварительно покрытом сажой), полученного в результате его прокручивания. Экспериментами установлено, что в начальный период времени диаметр отпечатка на образцах после снятия нагрузки не изменяется, что позволяет точно его измерить.

Результаты экспериментальных исследований представлены в табл. 1, 2 и на рис. 2, 3. Из данных табл. 1 видно, что для одной и той же плотности прессованной древесины при постоянных средних нормальных напряжениях на контакте τ_n и f_m не изменяются и не за-

Таблица 1

Зависимость τ_n и f_m от нормальной нагрузки и плотности для прессованной древесины

Плотность ДП $\cdot 10^3$, кг/м ³	Нагрузка, кгс	Твердость материала НВ $\cdot 10^7$, н/м ²	Среднее напряжение $\times 10^7$, н/м ²	$\tau_n \cdot 10^7$, н/м ²	f_m	$\tau_n \cdot 10^7$, н/м ²	f_m
				для скольжения		для покоя (2 ч)	
1,06	54	10	12,4	0,810	0,0665	0,876	0,0724
	106	10	12,4	0,805	0,0660	0,835	0,0765
	158	10	12,4	0,815	0,0670	0,856	0,0765
	209	10	12,4	0,800	0,0670	0,865	0,0770
1,10	54	11,5	13,8	0,925	0,0655	1,040	0,0765
	106	11,5	13,8	0,920	0,0665	1,025	0,0730
	158	11,5	13,8	0,940	0,0655	1,000	0,0725
	209	11,5	13,8	0,925	0,0650	1,025	0,0740
1,18	54	13,5	15,8	1,000	0,0610	1,080	0,0640
	106	13,5	15,5	1,015	0,0575	1,100	0,0700
	158	13,5	15,4	0,980	0,0650	1,070	0,0630
	209	13,5	15,8	1,010	0,0605	1,040	0,0600
1,25	54	16,0	16,65	1,243	0,0540	1,265	0,0550
	106	16,0	16,65	1,242	0,0535	1,250	0,0540
	158	16,0	17,0	1,265	0,0600	1,310	0,0615
	209	16,0	16,4	1,197	0,0510	1,250	0,0525

Примечание. Влажность материала 5,7%.

Таблица 2

Зависимость τ_n и f_m от нормальной нагрузки и диаметра индентора для прессованной древесины

Нагрузка, кгс	Диаметр индентора, мм	Среднее напряжение $\times 10^7$, н/м ²	$\tau_n \cdot 10^7$, н/м ²	f_m	$\tau_n \cdot 10^7$, н/м ²	f_m
			для скольжения		для покоя (2 ч)	
54	12,3	15,8	1,010	0,0605	1,095	0,0630
54	15	15,7	0,985	0,0585	1,105	0,0640
54	19,05	15,4	1,000	0,0610	1,080	0,0640
79	12,3	15,7	0,990	0,0590	1,085	0,0645
79	15,0	15,8	1,015	0,0600	1,105	0,0630
79	19,05	15,8	1,005	0,0620	1,090	0,0650
106	12,3	15,5	1,005	0,0608	1,107	0,0640
106	15	15,3	1,020	0,0620	1,094	0,0650
106	19,05	15,5	1,015	0,0575	1,100	0,0700

Примечание. Влажность материала 5,7%; твердость НВ $13,5 \cdot 10^7$ н/м²; плотность $1,18 \cdot 10^3$ кг/см³.

висят от нормальной нагрузки. С увеличением средних нормальных напряжений при изменении плотности древесины значения τ_n увеличиваются, а f_m — уменьшаются. Из данных табл. 2 видно, что для одной и той же плотности прессованной древесины при постоянных средних нормальных напряжениях на контакте τ_n и f_m не зависят ни от диаметра индентора, ни от нормальной нагрузки.

На рис. 2, 3 показана зависимость τ_n и f_m от влажности прессованной древесины при различной ее плотности. Минимум находится соответственно в пределах 12—13 и 2,3—3%. При влажности 17% и выше практически невозможно определить истинные значения касательных напряжений, так как через 10—15 мин в зоне контакта вслед-

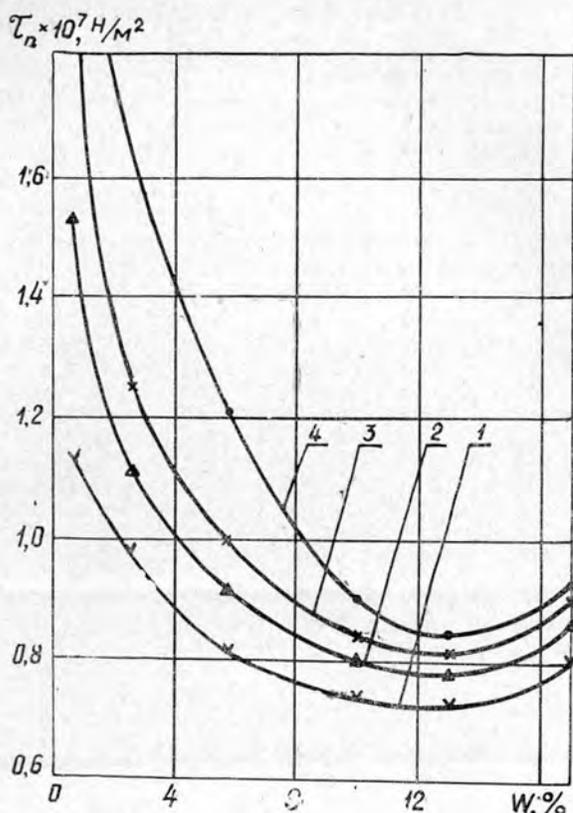


Рис. 2. Зависимость касательных напряжений, обусловленных молекулярным взаимодействием, при трении ДП — металл от влажности при различной плотности прессованной древесины.

1 — $\rho = 1,06 \cdot 10^3 \text{ кгс/м}^3$;
 2 — $1,10 \cdot 10^3$; 3 — $1,18 \cdot 10^3$;
 4 — $1,25 \cdot 10^3 \text{ кгс/м}^3$.

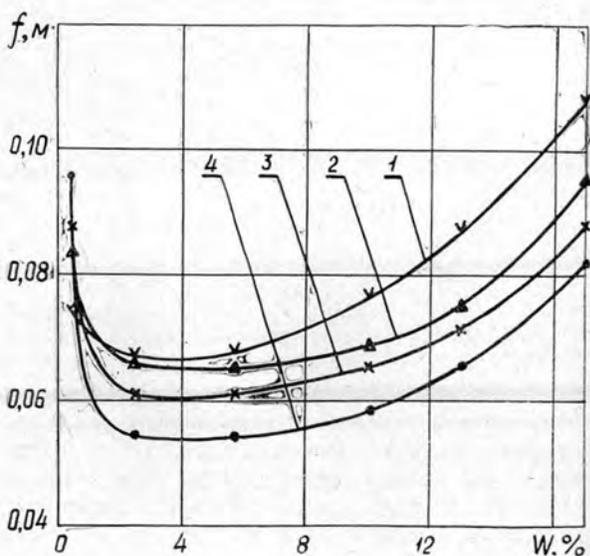


Рис. 3. Зависимость молекулярной составляющей коэффициента трения от влажности при различной плотности прессованной древесины.

1 — $\rho = 1,06 \cdot 10^3 \text{ кгс/м}^3$;
 2 — $1,10 \cdot 10^3$; 3 — $1,18 \cdot 10^3$;
 4 — $1,25 \cdot 10^3 \text{ кгс/м}^3$.

ствии интенсивного окисления металла образуется черный налет, представляющий собой окись железа, которая налипает как на индентор, так и на образцы из ДП, и трение происходит не между металлом и прессованной древесиной, а между частицами разрушенной окисной

пленки, внедрившимися в ДП, и окисленной пленки, образованной на инденторе.

При уменьшении влажности ниже 0,5% наблюдается явление наволакивания древесины на индентор. Силы сцепления при этом достигают значительных величин. При прокручивании индентора идет непрерывный рост диаметра отпечатка. Средние нормальные напряжения на контакте индентора с древесиной значительно ниже твердости материала. Интенсивный рост касательных напряжений и молекулярной составляющей коэффициента трения и наволакивание материала на индентор указывают на то, что при влажности прессованной древесины менее 0,5% межмолекулярное взаимодействие пары трения настолько высоко, что внешнее трение отсутствует и происходит глубинное вырывание материала.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Боуден Ф. П., Тейбор Д. Трение и смазка твердых тел. М., 1968.
[2]. Иванов Ю. М. Предел пластического течения древесины. М., Стройиздат, 1948.
[3]. Крагельский И. В. Трение и износ. М., 1968. [4]. Крагельский И. В., Михин Н. М., Ляпин К. С., Добычин М. Н.—«Заводская лаборатория», 1970, 36, № 7. [5]. Михин Н. М., Ляпин К. С. Механика полимеров. Рига, «Знание», 1970, № 5. [6]. Хухрянский П. Н. Прочность древесины. М.—Л., Гослесбумиздат, 1955.

Поступила 8 октября 1975 г.

ПОПРАВКА

В статье Л. Л. Кротовой, «О состоянии влаги в мерзлой древесине», опубликованной в «Лесном журнале» № 3 за 1975 год, автором допущена неточность. Следовало указать, что кривая замерзания влаги в древесине в области температур, близких к 0°C, предложена М. И. Хромцовым.

ХИМИЧЕСКАЯ ПЕРЕРАБОТКА ДРЕВЕСИНЫ

УДК 668.545

ИССЛЕДОВАНИЕ
КАТАЛИТИЧЕСКОГО ОКИСЛЕНИЯ ГВАЯКОЛА

М. И. КРАВЧЕНКО, В. И. СЕДЫХ, А. И. КИПРИАНОВ, Э. И. ЧУПКА

Ленинградская лесотехническая академия

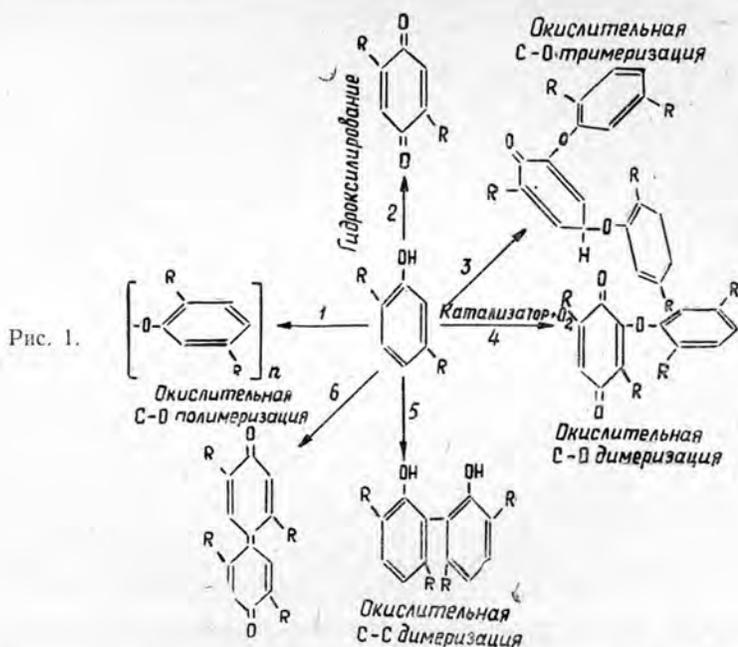
Исследовано каталитическое окисление гваякола в присутствии $\text{CuCrO}_4 \cdot 2\text{CuO} \cdot 2\text{H}_2\text{O}$, а также в растворе 10%-ного NaOH в присутствии соединений ряда металлов путем непрерывного барботажа кислорода через раствор. Установлено, что продукты каталитического окисления гваякола обладают повышенной ингибирующей способностью по сравнению с исходным гваяколом при окислении циклогексена.

В предыдущей нашей работе [4] показано, что соли низших кислот переходных металлов, а также их сплавы обладают каталитическими свойствами по отношению к фенолам в процессе ингибированного окисления циклогексена. Насколько прочна связь фенола с катализатором и какая энергия требуется для разрушения этой связи, чтобы получить продукты каталитической реакции, пока неизвестно. Мы предполагаем, что действие кислорода-акцептора на каталитический комплекс «фенол — ... катализатор» при определенных условиях должно обеспечить прохождение каталитической реакции. Хорошо известно, что при всех условиях, когда взаимодействуют кислород и углеводороды, термодинамически наиболее вероятно разрушение углеводородов до CO , CO_2 и H_2O . Тем не менее, при правильном выборе катализатора и условий протекания процесса можно с хорошими выходами получить целый ряд ценных промежуточных продуктов окисления.

Так, например, известно [1—3], что каталитическая реакция фенолов на каталитическом комплексе CuCl_2 в присутствии кислорода протекает при комнатной температуре с выходом продуктов реакции от 70 до 95%. Причем строение веществ, полученных путем каталитического окисления фенолов в присутствии кислорода, доказано физическими и химическими методами.

На рис. 1 приведена схема каталитического превращения фенолов, показывающая только часть возможных путей превращения фенолов [1, 2] в зависимости от условий каталитической реакции с выходом продуктов реакции 70—95%.

Направление реакций 2, 4, 5, 6 (рис. 1) для фенолов древесно-смоляных масел желательнее, так как полученные соединения из соответствующих фенолов должны обладать повышенным ингибирующим эффектом по отношению к исходным фенолам. В случае реакции 5 усиливается экранизация фенольного гидроксила, что должно приводить к стабилизации фенокислительного радикала, а значит и к повышению эффективности ингибирования. В случае реакции 2, 4, 6 получаются гидроксильрованные фенолы, у которых окислительная емкость и отрицательное значение редокспотенциала выше, чем у исходного фенола. И ингибирование с их участием должно протекать эффективнее. Направления же реакций 1, 3 совершенно нежелательны, так как



они приведут, наоборот, к ухудшению ингибирующей способности исходных фенолов из-за их поли- и тримеризации.

Следовательно, правильный выбор условий каталитической реакции превращения лесохимических фенолов должен привести к улучшению ингибирующей способности исходных фенолов.

Сложность химического состава древесно-смоляных масел и отсутствие достаточно надежных методов анализа смеси принуждают идти по пути исследования каталитического окисления индивидуальных фенолов с тем, чтобы полученные закономерности в дальнейшем экстраполировать на сложные смеси.

Исходя из вышеизложенных предпосылок и проведенных исследований по ингибированному окислению циклогексена в присутствии фенолов и соединений металлов необходимо было изучить каталитическое окисление на примере индивидуального фенола.

В качестве исходного фенола нами выбран гваякол как один из представителей метиловых эфиров фенолов, содержащихся в древесно-смоляных маслах. Каталитическое окисление гваякола представляет интерес не только для процессов ингибирования, но и для технологии очистки сточных вод целлюлозно-бумажных предприятий [5].

Опыты были проведены как на катализаторах, так и в щелочной среде путем непрерывного барботажа кислорода через слой жидкости. В щелочной среде применяли порошок PbO_2 и смешанный катализатор на основе Co, Si и Mg. Катализаторы использовали в виде порошков. При окислении гваякола в щелочных средах после проведения опытов реакционную смесь подкисляли 10%-ной HCl до pH=1 и органическую часть экстрагировали эфиром. Двухокись свинца применяли в качестве эффективного окислителя, а щелочную среду выбирали из тех соображений, что фенолят натрия намного быстрее окисляется в продукты, чем исходный фенол. Полученные продукты каталитического окисления гваякола анализировали на содержание метоксильных групп объемным методом Фибека—Шваппаха, а также методом тонкослойной хроматографии. За образованием продуктов полимеризации при окислении гваякола следили по результатам гель-фильтрации продуктов окисленного гваякола.

Для оценки донорно-акцепторных свойств полученных продуктов после каталитического окисления гваякола применен полярографический анализ.

В табл. 1 приведены условия опытов по каталитическому окислению гваякола и результаты полярографического анализа продуктов

Таблица 1

№ опыта	Условия каталитического превращения гваякола	Потенциал полуводных продуктов катализа гваякола, В	Максимальный ток I, А/мл
1	Катализатор $\text{CuCrO}_4 \cdot 2\text{CuO} \cdot 2\text{H}_2\text{O}$; расход кислорода 100—130 л/ч; температура $70 \pm 4^\circ\text{C}$; длительность опытов 6 ч	0,23	0,94
2	10%-ный NaOH ; температура $58 \pm 4^\circ\text{C}$; длительность опыта 2 ч 40 мин; расход кислорода 120 л/ч	0,21	0,50
3	10%-ный NaOH , PbO_2 ; температура $87 \pm 2^\circ\text{C}$; длительность опыта 2 ч; расход кислорода 30 л/ч	0,21	0,36
4	10%-ный NaOH , PbO_2 ; температура 50°C ; длительность опыта 1 ч	0,25	1,15
5	10%-ный NaOH , PbO_2 ; температура $94 \pm 2^\circ\text{C}$; длительность опыта 5 ч; расход кислорода 30 л/ч	0,19	0,54
6	10%-ный NaOH , $\text{Co}(\text{CH}_3\text{COO})_2$, $\text{Mg}_3(\text{C}_6\text{O}_7\text{H}_5)_2 \cdot 14\text{H}_2\text{O}$, $\text{Si}_2\text{H}_4\text{O}_7 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$; температура $90 \pm 5^\circ\text{C}$; расход кислорода 180 л/ч; длительность опыта 5 ч	0,25	0,76

Примечание. Потенциал полуводных исходного гваякола 0,33 В.

Таблица 2

№ опыта	$r_{\text{ф}}$ образующихся веществ при каталитическом превращении гваякола и их число						
	I	II	III	IV	V	VI	VII
1	0,17	0,21	0,26	0,33	0,57	—	—
2	0,06	0,09	0,14	0,50	—	—	—
3	0,32	Все осталось на старте					
4	0,10	0,11	0,13	0,17	—	—	—
5	0,05	0,08	0,09	0,097	0,11	0,11	0,15
6	0,10	0,15	—	—	—	—	—

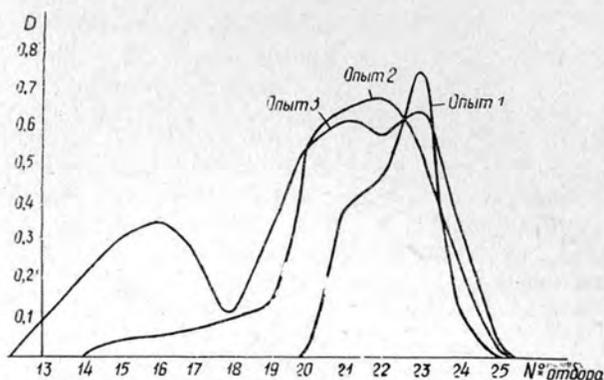
Примечание. $r_{\text{ф}}$ исходного гваякола 0,44.

окисления. Результаты тонкослойной хроматографии продуктов каталитического окисления гваякола приведены в табл. 2, из которой видно, что в опытах 1, 2, 4, 5 образуется несколько индивидуальных веществ, то есть процесс протекает по нескольким параллельным направлениям. В условиях опытов 3 и 6 образуется всего одно или два новых вещества, значит окисление гваякола протекает более направленно.

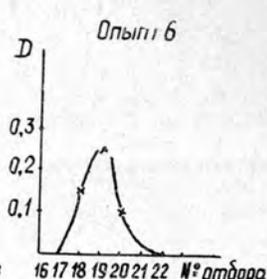
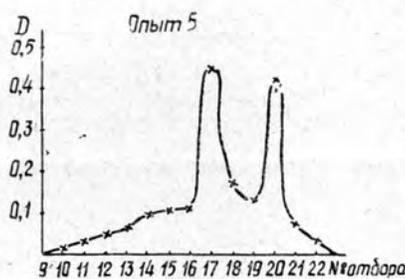
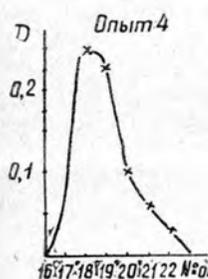
Результаты гель-фильтрации продуктов катализа гваякола представлены на рис. 2, а, б, из которых видно, что в процессе каталитического окисления гваякола в условиях опытов 1, 2, 3, 5 возможно образование высокомолекулярных продуктов.

На основании проведенных исследований можно заключить, что каталитическое окисление гваякола протекает эффективно на катализаторах как в безводных, так и в водно-щелочных средах с применением окислителя PbO_2 и без него.

Полученные продукты были испытаны как ингибиторы при окислении циклогексена на газометрической установке, методика работы которой изложена ранее [4].



а

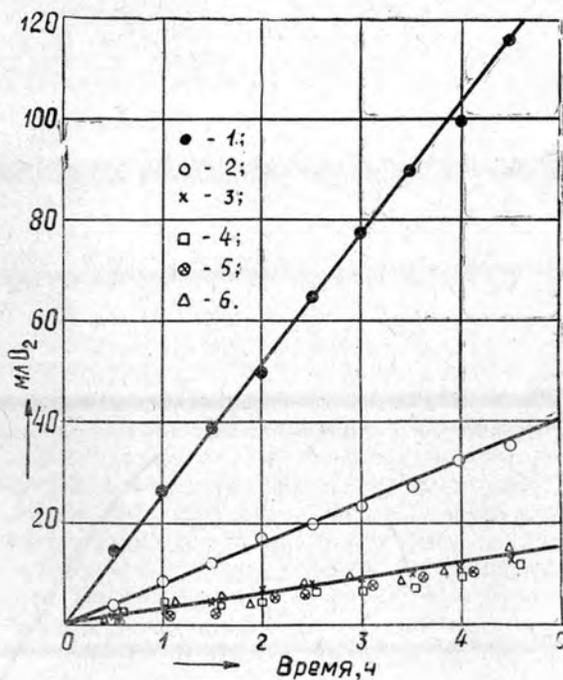


б

Рис. 2, а, б. Молекулярно-весовое распределение продуктов каталитического превращения гваякола

Рис. 3.

1 — циклогексен без присадок;
 2 — циклогексен с присадкой гваякола;
 3 — циклогексен с присадкой продуктов катализа от опыта 1;
 4 — то же от опыта 3; 5 — от опыта 5; 6 — от опыта 6.



Кинетика поглощения кислорода циклогексеном с присадками гваякола и продуктов каталитического окисления гваякола показана на рис. 3, из которого видно, что ингибирование реакции окисления циклогексена продуктами окисления гваякола протекает эффективнее, чем при добавках исходного гваякола.

Таким образом, предполагаемый факт улучшения ингибирующей способности фенолов путем каталитического их превращения подтвержден экспериментально на примере каталитического окисления гваякола. Анализ окисленных образцов гваякола показал, что во всех опытах метоксильные группы практически не изменяются и их содержание составляет 24,5%, как и у исходного гваякола. Этот факт находится в соответствии с реакциями (рис. 1), когда фенолы подвергаются каталитическому окислению и у них боковые цепи (R) практически в реакции не участвуют, а остаются в том же положении, что и у исходного фенола; реакция протекает по фенольному гидроксилу либо происходит C—C или C—O сочетание.

ЛИТЕРАТУРА

[1]. Карпов В. В., Хидекель М. Л. Окисление некоторых фенолов молекулярным кислородом в присутствии медьсодержащих комплексов. — ЖОХ, т. III, вып. 9, 1967, с. 1669. [2]. Карпов В. В., Хидекель М. Л. Окислительная ди- и тримеризация при окислении фенолов кислородом в присутствии медьсодержащих комплексов. — ЖОХ, т. IV, вып. 5, 1968, с. 861. [3]. Карпов В. В., Пучков В. А., Хидекель М. Л. Синтез спироциклических тримеров методом окислительного сочетания фенолов в присутствии комплексных катализаторов. — ЖОХ, т. IV, вып. 9, 1968, с. 1594. [4]. Кравченко М. И., Седых В. И., Киприанов А. И. — ИВУЗ, «Лесной журнал», 1975, № 6. [5]. Черноусов Ю. И. Изучение фенолов сточных вод сульфатно-целлюлозного производства. Дис. на соиск. учен. степени канд. техн. наук. Л., 1971.

Поступила 29 апреля 1975 г.

УДК 547.458.81

ПОЛУЧЕНИЕ ВИСКОЗНОЙ ЦЕЛЛЮЛОЗЫ ИЗ «АРБОРИЦИДНОЙ» ДРЕВЕСИНЫ

Л. М. КИРПИЧЕВА, М. И. ЧУДАКОВ, Г. П. САННИКОВ

Ленинградский технологический институт ЦБП
Северный НИИ гидротехники и мелиорации

Определены качественные показатели небеленых и беленых целлюлоз, полученных из древесины березы, осины, ольхи и смеси этих пород, отмершей после обработки арборицидами. Показана возможность получения из арборицидной древесины целлюлозы, по качеству отвечающей требованиям ГОСТа на вискозную целлюлозу.

Вискозное волокно — важнейший вид химических волокон, вырабатываемых на основе целлюлозы.

Ранее было показано, что из древесины лиственных пород, подвергнутой обработке арборицидами, можно получать беленую предгидролизную сульфатную целлюлозу для ацетилирования только до определенного срока ожидания после обработки — 27 месяцев. Увеличение срока ожидания сверх этого предела — до 41 месяца — вызывает появление в древесине гнили III стадии, что отрицательно сказывается на качественных показателях целлюлозы, снижает ее вязкость и содержание альфа-целлюлозы.

В то же время для производства вискозного волокна исходное сырье должно иметь меньшую вязкость, а содержание альфа-целлюлозы может быть ниже, чем в целлюлозе для ацетилирования (92—95% в зависимости от марки). Поэтому можно предположить, что для древесины, идущей на производство вискозной целлюлозы, предельный срок ожидания после обработки может быть увеличен.

На основании ранее проведенных исследований в качестве исходного сырья для получения вискозной целлюлозы нами были выбраны образцы древесины березы и осины со сроками ожидания после обработки 15, 27 и 41 месяц и ольхи — 27 и 41 месяц.

Обработку режимов водного гидролиза и сульфатной варки проводили на контрольных образцах. При варке образцов древесины со сроком ожидания после обработки 41 месяц проводили корректировку режимов и увеличивали расход активной щелочи на варку по сравнению с контрольными образцами.

Анализ качественных показателей образцов небеленой целлюлозы (табл. 1) показал, что применение соответствующих режимов предварительного гидролиза и сульфатной варки дает возможность получать из лиственной древесины со сроком ожидания до 41 месяца после обработки арборицидами хорошо проваренную небеленую целлюлозу с низким содержанием пентозанов, высоким содержанием альфа-целлюлозы и необходимой для вискозной целлюлозы вязкостью. Недостаток древесины, содержащей гниль III стадии (срок ожидания 41 месяц), — пониженный выход небеленой целлюлозы по сравнению с контрольными образцами.

В связи с тем, что в результате предгидролизных сульфатных варок были получены образцы мягкой целлюлозы, в схему отбелки была включена только одна стадия хлорирования. Регулирование вязкости целлюлозы проводили на стадии гипохлоритной отбелки. Для полного удаления лигнина и повышения белизны производили добелку целлюлозы двуокисью хлора.

Изучение качественных показателей беленых целлюлоз (табл. 1) показало, что из древесины березы, осины, ольхи и смеси этих пород, обработанных арборицидами со сроком ожидания до 41 месяца, можно получать беленую целлюлозу с качественными показателями, соответствующими требованиям ГОСТа на вискозную целлюлозу.

Реакционную способность целлюлозы к процессу вискозообразования определяли методом набухания ксантогенатов целлюлозы в изопропиловом спирте (метод Авизера и Гесса).

Полученные данные (табл. 2) показали, что содержание в древесине гнили I и II стадий (срок ожидания 27 месяцев) не влияет на реакционную способность беленой целлюлозы. Увеличение срока ожидания до 41 месяца приводит к снижению реакционной способности целлюлоз. Вероятно, это объясняется тем, что разрушению в процессе гниения в первую очередь подвергаются внутренние части вторичной стенки, ближе к полости, тогда как наружные, инертные слои остаются практически без изменений.

Для выяснения возможности использования целлюлозы была также определена реакционная способность к вискозообразованию по ГОСТу 9003—59 при расходе ($CS_2 : NaOH = 110 : 12$) образцов целлюлозы, полученных из древесины со сроком ожидания после обработки 27 месяцев.

Данные, представленные в табл. 2, показали, что все исследуемые образцы имеют достаточно высокую реакционную способность и могут быть использованы для получения вискозного волокна.

Проведенные исследования позволили установить, что из древесины березы, осины, ольхи и смеси этих пород, обработанных арборицидами со сроком ожидания до 27 месяцев, применяя соответствующие режимы варки и отбелки, можно получить высокооблагороженную

Таблица 1

Порода древесины	Срок ожидания, месяцы	Жесткость, перманганат- ных единиц	Содержание, %				Вязкость 1%-ного раствора, мП Вязкость 0,7%-ного раствора, мП	Выход, %	Содержание, %		
			альфа- целлюлозы	бета- целлюлозы	пентозанов	веществ, рас- творимых в 5%-ном NaOH			смола и жиров	зола	
Береза	15	39	97,8	—	1,50	—	884	38,5	—	—	
	15	—	96,0	2,40	—	2,02	132	—	—	—	
	27	43	96,8	—	1,72	—	815	37,0	—	—	
	27	—	95,7	2,72	—	2,12	132	—	—	—	
	41	42	97,0	—	1,62	—	712	35,1	—	—	
	41	—	95,0	3,00	—	2,10	140	—	0,10	0,04	
	Контроль	35	97,4	—	1,48	—	870	38,5	—	—	
	Контроль	—	95,8	2,51	—	1,88	127	—	0,08	—	
	Осина	15	42	96,5	—	2,30	—	792	31,0	—	—
		15	—	96,4	2,30	—	1,44	137	—	—	—
27		37	96,2	—	2,62	—	815	30,5	—	—	
27		—	96,4	2,29	—	1,65	148	—	—	—	
41		34	95,8	—	2,58	—	511	27,0	—	—	
41		—	96,6	2,32	—	1,64	130	—	0,12	0,04	
Контроль		38	96,4	—	2,17	—	980	31,0	—	—	
Контроль		—	96,8	2,17	—	1,32	144	—	0,10	—	
Ольха		27	40	95,3	—	2,01	—	750	33,0	—	—
		27	—	94,8	3,12	—	1,92	132	—	—	—
	41	45	95,7	—	2,10	—	548	31,5	—	—	
	41	—	95,2	3,02	—	1,90	124	—	0,10	0,04	
	Контроль	37	95,3	—	1,91	—	910	34,0	—	—	
	Контроль	—	95,1	2,81	—	1,77	140	—	0,19	—	
Смесь	27	37	95,5	—	1,87	—	730	33,0	—	—	
	27	—	95,2	2,77	—	1,64	145	—	—	—	

Порода древесины	Срок ожидания, месяцы	Жесткость, перманганатных единиц	Содержание, %				Вязкость 1%-ного раствора, мП Вязкость 0,7%-ного раствора, мП	Выход, %	Содержание, %	
			α-Д-целлюлозы	β-целлюлозы	пентозанов	веществ, растворимых в 5%-ном NaOH			смол и жиров	зола
—	41	33	95,4	—	2,12	—	691	32,0	—	—
	41	—	95,0	2,77	—	1,90	147	—	0,11	0,04
	Контроль	41	96,4	—	1,91	—	890	33,5	—	—
	Контроль	—	—	95,7	2,29	—	147	—	—	—
ГОСТ 5982—59	Ш	—	Не менее 93,0	Не более 4,0	—	Не более 2,0	125—150	—	Не более 0,2	Не более 0,06
ГОСТ 5982—59	ШТ	—	Не менее 92	Не более 5	—	Не более 2,5	115—140	—	Не более 0,3	Не более 0,08

Примечание. В числителе качественные показатели небеленых целлюлоз; в знаменателе — беленых целлюлоз.

Таблица 2

Порода древесины	Срок ожидания, месяцы	Число набухших волокон, %, по стадиям								Кoeffициент набухания	Фильтруемость, с (CS ₂ : NaOH = 110 : 12)
		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII		
Береза	27	—	0,4	1,0	3,6	17,3	21,2	55,3	1,2	16,47	6
	41	—	1,1	15,8	5,7	16,6	18,3	35,8	6,7	17,56	6
	Контроль	—	0,4	0,8	3,7	19,3	19,2	56,6	—	16,52	6
Осина	27	—	—	—	—	—	2,2	9,3	88,5	12,74	4
	41	—	1,3	1,3	8,7	8,5	15,3	24,6	40,3	16,04	4
	Контроль	—	—	—	—	—	—	10,2	89,8	12,65	4
Ольха	27	—	0,4	8,7	5,2	16,3	15,0	51,7	2,7	17,88	13
	41	—	1,5	13,0	12,2	43,5	20,6	9,2	—	24,55	13
	Контроль	—	0,6	9,4	4,4	19,2	18,8	44,2	3,4	18,02	13
Смесь	27	0,4	2,5	2,5	3,8	4,4	17,1	9,2	60,1	15,98	5
	41	0,3	3,0	2,0	16,9	5,9	13,5	30,4	28,0	17,95	5
	Контроль	0,3	2,8	2,3	4,6	4,1	15,2	10,6	60,1	16,01	5

ную целлюлозу, имеющую хорошую реакционную способность к процессу вискозобразования. Наличие в древесине гнили III стадии снижает реакционную способность целлюлозы.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Кирпичева Л. М., Чудаков М. И., Санников Г. П.—ИВУЗ, «Лесной журнал», 1975, № 6. [2]. Кирпичева Л. М., Чудаков М. И., Санников Г. П.—ИВУЗ, «Лесной журнал», 1976, № 1. [3]. Косая Г. С. Производство сульфатной вискозной целлюлозы. М., «Лесная промышленность», 1966. [4]. Avisers J., Hess K. *Holzforschung*, 1956, 10, № 1, 12. [5]. Smith J. W., Thornburg W. L. *Tappi*, 1960, № 6.

Поступила 28 января 1974 г.

УДК 634.0.813.13

ПОТЕНЦИОМЕТРИЧЕСКИЙ МЕТОД ОПРЕДЕЛЕНИЯ ВОССТАНОВИТЕЛЬНОЙ ЕМКОСТИ ПРОМЫШЛЕННЫХ СРЕД ЦБП

*К. Г. БОГОЛИЦЫН, И. М. БОХОВКИН, Г. Ф. ПРОКШИН,
В. Г. КРУНЧАК, А. Г. РОДИЧЕВ, В. В. ПАЛЬЧЕВСКИЙ*

Архангельский лесотехнический институт, ВНПОбумпром, ЛГУ

Разработан редоксиметрический метод определения восстановительной емкости промышленных сред, который позволил не только определять общую характеристику окислительно-восстановительного состояния среды, но и количественно оценивать содержание способных к окислению веществ и их идентифицировать.

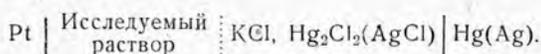
Изучение окислительно-восстановительных свойств промышленных сред ЦБП представляет огромный научный и практический интерес, так как современные технологические процессы получения целлюлозы основаны на окислительно-восстановительных реакциях в аэрированных растворах с древесиной. Получаемые после варки древесины растворы щелоков характеризуются большим количеством различных окислительно-восстановительных систем, обуславливающих технологию регенерации основных компонентов, очистку сточных вод, газовых выбросов и т. д. В связи с этим многочисленные исследователи занимаются разработкой быстрых, надежных и информативных методов определения окислительно-восстановительных систем в средах ЦБП или каких-то общих параметров, характеризующих способность данной среды к окислению [1], [4], [8—17], [20].

Мы поставили перед собой задачу разработать такой редоксиметрический метод определения восстановительной емкости промышленных сред, который позволил бы не только определять общую характеристику окислительно-восстановительного состояния среды, но и количественно оценивать содержание способных к окислению веществ и в некоторых случаях их идентифицировать.

В основу положена идея окислительно-восстановительного титрования исследуемых растворов обратной окислительно-восстановительной системой, содержащей одновременно окислительную и восстановительную формы. Эта система вводится в избытке и является медиатором между исследуемым раствором и материалом электрода. Следовательно, за изменением окислительно-восстановительного со-

стояния раствора мы можем следить по изменению соотношения окисленной и восстановленной форм обратимой окислительно-восстановительной системы. Так как потенциал, измеряемый любым электродом (платина, иридий, золото и другие), в обратимой окислительно-восстановительной системе является термодинамически строго обратимым, то изменение потенциала электрода при вводе исследуемого раствора служит количественной мерой его окислительного (восстановительного) состояния.

Для определения восстановительной емкости измеряют ЭДС гальванического элемента



ЭДС исходной окислительно-восстановительной системы можно найти по уравнению

$$E = E_0 + \frac{RT}{zF} \ln \frac{C_{ox}^0}{C_{red}^0}, \quad (1)$$

где E — окислительно-восстановительный потенциал, В;
 E_0 — нормальный окислительно-восстановительный потенциал, В;
 R — газовая постоянная;
 T — абсолютная температура раствора;
 F — число Фарадея;
 z — число электронов, участвующих в реакции;
 C_{ox}^0, C_{red}^0 — начальные концентрации окисленной и восстановленной форм.

Добавка в исходную окислительно-восстановительную систему исследуемого раствора, имеющего потенциал, отличный от потенциала исходной системы, приводит к тому, что количество окисленной формы C_{ox}^0 уменьшается на величину x_t и соответственно количество восстановленной формы увеличивается на ту же величину. ЭДС системы через промежуток времени t можно записать в виде

$$E_t = E_0 + \frac{RT}{zF} \ln \frac{C_{ox}^0 - x_t}{C_{red}^0 + x_t}. \quad (2)$$

Вычитая из уравнения (1) равенство (2), после несложных алгебраических преобразований получаем следующее выражение для концентрации:

$$x_t = \frac{C_{ox}^0 \cdot C_{red}^0 (\alpha - 1)}{C_{ox}^0 + C_{red}^0 \cdot \alpha}, \quad (3)$$

где $\alpha = \text{antiln} \frac{E - E_t}{\frac{RT}{zF}}$.

В формуле (3) x_t имеет размерность, выраженную в нормальностях $\left(\frac{\Gamma \cdot \text{ЭКВ}}{\text{л}} \right)$. Восстановительную емкость Γ в грамм-эквивалентах окислителя на 1 л неразбавленного исследуемого раствора вычисляем по формуле

$$\Gamma = \frac{x_t \cdot V_{об}}{V_{пр}} \cdot n, \quad (4)$$

где x_i — изменение концентрации окисленной формы;
 $V_{об}$ — объем окислительно-восстановительной системы и пробы исследуемого раствора;
 $V_{пр}$ — объем пробы исследуемого раствора;
 n — разведение исследуемого раствора.

В качестве обратимых окислительно-восстановительных систем для определения восстановительной емкости промышленных сред ЦБП нами были выбраны системы ферро — феррицианид калия, церри — церро, $FeCl_3 - FeCl_2$, ферриин — ферроин. Однако надежные и воспроизводимые данные были получены только на системах ферро — феррицианид калия и церри — церро.

Ранее [18] было установлено, что потенциал системы ферро — феррицианид калия, измеренный с помощью гладкого платинового электрода, подчиняется уравнению Нернста. Соли этой системы устойчивы ($K_{Fe(CN)_6^{3-}} = 10^{-24}$; $K_{Fe(CN)_6^{4-}} = 10^{-33}$) и обнаруживают лишь следы продуктов гидролиза [6], [7], [22]. Окисление ферроцианидного аниона до феррицианидного $Fe(CN)_6^{4-} \rightleftharpoons Fe(CN)_6^{3-} + e^-$ — одноэлектронный процесс и рассматривается как переход электрона с одного центрального атома металла в комплексе на другой [2], [21]. Скорость электронного перехода между $Fe(CN)_6^{4-}$ и $Fe(CN)_6^{3-}$ чрезвычайно велика, что и обеспечивает обратимость процесса [19].

Система $Ce^{4+} - Ce^{3+}$ обладает одним из самых высоких окислительных потенциалов. Суммарную реакцию записываем так:



Данная реакция термодинамически обратима [3], [5]. Соли церрия хорошо растворяются только в сильно кислых средах, причем потенциал системы определяется как нормальностью кислоты, так и видом аниона. В табл. 1 приведены значения потенциалов этой системы в различных кислотах ($C_e^{4+} = C_e^{3+} = 1$; $\lg \frac{C_e^{4+}}{C_e^{3+}} = 0$).

Таблица 1

Нормальность кислоты	Кислоты			
	HClO ₄	HNO ₃	H ₂ SO ₄	HCl
	Окислительный потенциал, В			
1	1,70	1,61	1,44	1,28
2	1,71	1,62	1,44	—
4	1,75	1,61	1,43	—
8	1,87	1,56	1,42	—

Как видно из данных табл. 1, потенциалы системы церри — церро в различных кислотах намного превышают потенциалы устойчивости воды, что приводит, естественно, к ее разложению. Поэтому при определении восстановительной емкости системой церри — церро необходимо учитывать данный факт и строго стандартизировать длительность анализа.

Рассмотрим сущность предлагаемого метода на примерах определения восстановительной емкости растворов SO₂, Na₂S, гваякола и глюкозы. На рис. 1 представлено изменение окислительно-восстановительного потенциала системы ферро — феррицианид калия при добавке в нее исследуемых растворов SO₂, Na₂S, гваякола и глюкозы. В табл. 2

приведены характеристика окислительно-восстановительных систем и значения восстановительной емкости исследуемых растворов.

Таблица 2

Исследуемый раствор	Характеристика окислительно-восстановительных систем				Восстановительная емкость, единицы емкости при продолжительности контакта, мин		
	Окс.-ред. система	$\frac{C_{ox}^0}{C_{red}} \cdot \frac{g-экв}{л}$	Растворитель	$E_0, мВ$	2	5	10
Водный раствор SO_2	$Fe(CN)_6^{3-}$	0,1	1н. NaOH	338	0,284	0,329	0,369
	$Fe(CN)_6^{4-}$	0,01					
Na_2S	$Fe(CN)_6^{3-}$	0,1	1н. NaOH	338	0,485	0,534	0,570
	$Fe(CN)_6^{4-}$	0,01	Буферный раствор (pH=8,3)	300	0,225	0,262	0,294
Гваякол	$Fe(CN)_6^{3-}$	0,1	1н. NaOH	338	0,810	0,875	0,923
	$Fe(CN)_6^{4-}$	0,01					
	Ce^{4+}	0,004	0,05 MH_2SO_4	1155	3,2	3,2	3,2
	Ce^{3+}	0,04					
Глюкоза	$Fe(CN)_6^{3-}$	0,1	1н. NaOH	338	0,038	0,091	0,141
	$Fe(CN)_6^{4-}$	0,01	3н. NaOH	365	0,041	0,164	0,362

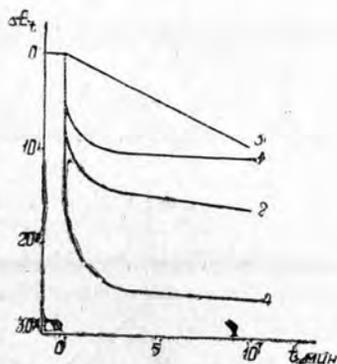


Рис. 1.

1 — водный раствор SO_2 ; 2 — сульфид натрия; 3 — 0,1 М водный раствор глюкозы; 4 — 0,1 М щелочной раствор гваякола.

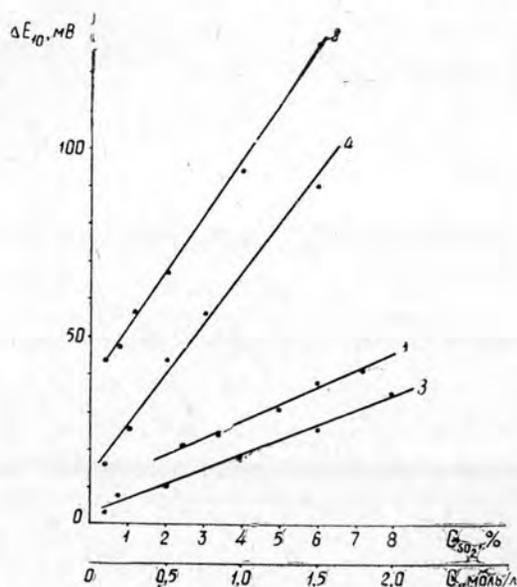


Рис. 2. Зависимость изменения окислительно-восстановительного потенциала системы ферро — феррицианид калия от концентрации.

1 — водный раствор SO_2 ; 2 — гваякол; 3 — глюкоза; 4 — сульфид натрия.

Как видно из рис. 1, значение ЭДС меняется во времени, поэтому для оценки величины емкости необходимо стандартизировать длительность контакта. Данные табл. 2 позволяют сделать заключение, что величина емкости зависит как от растворителя, так и от выбора самой окислительно-восстановительной системы.

Значения ΔE_{10} , полученные при окислении растворов SO_2 , Na_2S , гваякола и глюкозы, коррелируются с концентрацией исследуемых веществ (рис. 2). Наличие зависимостей $\Delta E_t = \psi_{t(\text{конц.})}$ использовано нами для определения количества легкоокисляемых органических веществ в сточных водах и вычисления степени делигнификации древесины. Точность определения величины восстановительной емкости оценивают по предлагаемому методу.

Многочисленные оценки воспроизводимости потенциалов в системе ферро—феррицианид калия показали, что ЭДС в пределах концентраций $C_{ox}^0 + C_{red}^0 = 2 \cdot 10^{-4}$ —1 моль/л может быть измерена с погрешностью, не превышающей ± 1 мВ. Учитывая данную точность измерения ЭДС и рассматривая предельную относительную ошибку определения количества анализируемого вещества как сумму абсолютных значений всех частных дифференциалов функции x_t в уравнении (3), мы считаем, что величина ошибки не зависит от абсолютной концентрации C_{ox}^0 и C_{red}^0 и определяется только их соотношением и долей окислителя, израсходованного в ходе реакции. Ошибка уменьшается с увеличением отношения C_{ox}^0/C_{red}^0 и доли израсходованного окислителя. Так, при оптимальном начальном отношении $C_{ox}^0/C_{red}^0 = 10$ и $\Delta E_t = 18$ мВ максимальная ошибка в определении величины восстановительной емкости составляет 13%, при $\Delta E_t = 60$ мВ она уменьшается до 4%. Следовательно, соотношение C_{ox}^0/C_{red}^0 и количество анализируемой пробы следует выбирать так, чтобы измеряемый скачок потенциала ΔE_t лежал в пределах 20—100 мВ. Выбор нижнего предела обусловлен точностью измерения ЭДС (± 1 мВ), а верхнего — ошибкой, которая возникает из-за нарушения линейности зависимости окислительного потенциала окислительно-восстановительной системы от $\lg \frac{C_{ox}^0}{C_{red}^0}$, когда $\left| \lg \frac{C_{ox}^0}{C_{red}^0} \right| > 2$. В случае, когда величина выходит из этого оптимального предела, следует изменить концентрацию исследуемого раствора или раствора окислителя.

Таким образом, с помощью данного метода можно быстро и надежно определять окислительно-восстановительную емкость различных органических и неорганических веществ.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Боголицын К. Г., Родичев А. Г., Крунчак В. Г., Боховкин И. М., Прокшин Г. Ф. Исследование изменения окислительно-восстановительных свойств щелочей в процессе сульфитной варки целлюлозы.—Тезисы доклада на конференции «Теоретические и прикладные исследования по процессам и аппаратам ЦБП». Л., 1974. [2]. Гуринов Ю. С., Горбачев С. В., ЖФХ, 38, 2245, 1964. [3]. Кольтгофф И. М. и др. Объемный анализ, т. III, М., 1961. [4]. Патент U. S. Cl. 260—233. 3R, 6. 12. 1968. [5]. Феттер К. Электрохимическая кинетика. М., «Химия», 1967. [6]. Химия феррицианидов. М., «Наука», 1971, с. 7. [7]. Barnes E., J. Indian Chem. Soc., 16, 308, 1939. [8]. Bell R. A., Pandsen E. N. J. Am. Chem. Soc., 161, 1958. [9]. Conant J. B., Zutz R. F. J. Am. Chem. Soc., 48, 1254, 1924. [10]. Conant J. B., Pratt M. F. J. Am. Chem. Soc., 48, 2469, 1926. [11]. Conant J. B., Pratt M. F. J. Am. Chem. Soc., 48, 3178, 1926. [12]. Conant J. B., Zutz R. F. J. Am. Chem. Soc., 49, 1683, 1927. [13]. Conant J. B., Astoh J. G. J. Am. Chem. Soc., 50, 2783, 1928. [14]. Conant J. B., Astoh J. G. J. Am. Chem. Soc., 52, 407, 1930. [15]. Fisser L. F. J. Am. Chem. Soc., 4915, 1930. [16]. Fisser L. F., Petter M. A. J. Am. Chem. Soc., 53, 793, 1931. [17]. Hahn E. L. Anal. Chem. Acta, 11, 483, 1954. [18]. Mohai B., Papp S., Neher E. Verzhpremi vegyipari egyet. kozl., 5, 73, 1961. [19]. Shporer M., Ron G., Loewenstein A., Naron G. Inorg. Chem., 4, 358, 361, 1965. [20]. Swair C. G., Ross S. D. J. Am. Chem. Soc. 68, 1325, 1946. [21]. Taube H. Canad. J. Chem., 37, 129, 1959. [22]. Williams H. E., J. Chem. Soc., 223, 1943.

УДК 634.0.86 : 547.814

РАСПРЕДЕЛЕНИЕ 3, 4-БЕНЗПИРЕНА В ЖИДКИХ ПРОДУКТАХ, УЛАВЛИВАЕМЫХ ИЗ ПАРОГАЗОВОЙ СМЕСИ ПРИ ПИРОЛИЗЕ ДРЕВЕСИНЫ

А. А. ЛИВЕРОВСКИЙ, Э. И. ШМУЛЕВСКАЯ, Р. М. ВЗДОРНИКОВА,
В. Н. КУН, П. П. ДИКУН, Л. Д. КОСТЕНКО

Ленинградская лесотехническая академия, Институт онкологии

Установлено, что основная часть 3,4-бензпирена содержится
в отстойной смоле.

Парогазовая смесь образуется при любом виде термораспада древесины, в том числе и при «дымообразовании» в процессах копчения. В продуктах пиролиза древесины обнаруживаются полициклические ароматические углеводороды, в частности, 3, 4-бензпирен. Это канцерогенное вещество при копчении неизбежно попадает в пищевые продукты. В связи с этим актуальны исследования, направленные на то, чтобы исключить попадание канцерогенных веществ, содержащихся в парогазовой смеси, в пищевые продукты.

С этой целью нами изучено распределение 3,4-бензпирена между отдельными частями парогазовой смеси. Необходимо было использовать смесь с малоколеблющимся составом. В качестве таковой была выбрана парогазовая смесь энергохимического комплекса завода «Вахтан»; опыты проводили по двум вариантам:

1) конденсацию парогазовой смеси, выходящей из швельшахты, осуществляли при температуре ниже точки росы;

2) конденсацию осуществляли при температуре, позволяющей отделить смоляную часть от других жидких компонентов парогазовой смеси непосредственно при выходе ее из швельшахты.

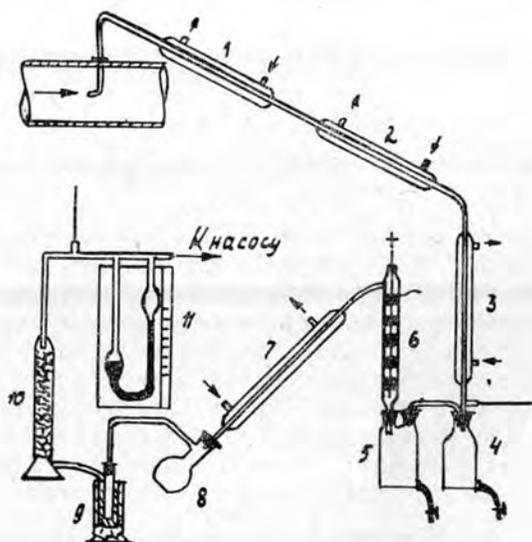


Рис. 1. Схема установки для улавливания парогазовой смеси (вариант 1).

В первом варианте установка имела вид, изображенный на рис. 1. Парогазовая смесь по выходе из газопровода на участке, близком к шпельшахте, проходила сначала через три последовательно соединенных холодильника 1, 2, 3, затем через приемники 4, 5, потом поступала в электрофильтр 6. Далее пары направлялись в холодильник 7, конденсат стекал в приемник 8, более легкие пары проходили в другой приемник 9, помещенный в сосуд, охлаждаемый смесью льда и соли. После приемника 9 остаточные пары и конденсируемые газы проходили через ватный фильтр 10, реометр 11 и отсасывались насосом.

Температура парогазов на выходе после холодильников была в среднем 25°C. Эта температура значительно ниже точки росы для параметров данного опыта (по расчетным данным). Расход отсасываемого газа составлял 4 л/мин или 0,24 м³/ч. Температура газа, прошедшего улавливательную систему, на выходе равна 29°C (в помещении цеха, где была расположена установка, температура 36—40°C). Продолжительность опыта 6 ч.

Для определения выхода продуктов исходили из расхода древесины в газокотельной в течение суток в период проведения опыта, из выхода смолопродуктов и количества выработанного газа. Основная составляющая топлива — отработанная осмольная щепка (сосна). В течение суток было израсходовано древесины абс. сухой 65,46 т, выработано газа 63600 м³. В опыте за 6 ч отработано газа 1,44 м³. Расход абс. сухой древесины на уловленные в опыте продукты составляет 1,48 кг. Средняя влажность топлива 39,3%.

В табл. 1 приведены данные распределения образовавшихся в процессе пиролиза кислот по продуктам, сконденсированным в различных точках опытной установки. Кислоты определяли титрованием 0,1 н. раствором едкого натра дистиллатов, отогнанных с паром от исследуемых пиролизатов.

Таблица 1

Продукты	Содержание в продуктах кислот, отогнанных с паром,	
	%	г
Кислая вода:		
из трех холодильников	3,12	37,44
из электрофильтра	4,3	8,72
из 4-го холодильника	2,36	0,80
Сырая смола:		
из электрофильтра	3,0	1,71
из трех холодильников	1,97	2,03

Суммарный выход кислоты в опыте составил 3,40% на абс. сухую древесину. Полученные в этом и следующем опытах выходы кислоты близки к среднестатистическим данным, накопленным за длительный период работы энергохимкомплекса завода «Вахтан».

В описанном опыте интенсивное охлаждение парогазовой смеси позволило сконденсировать непосредственно на выходе из газового тракта около 80% жидких продуктов от уловленных в опыте. Для исследования полученных конденсатов на содержание в них 3, 4-бензпирена они были исчерпывающе проэкстрагированы этиловым эфиром. Выход эфирных экстрактов для отстойной смолы, уловленной электрофильтром и сконденсированной в первых трех холодильниках, был одинаков и составил 95,10%.

Выходы экстрактов и результаты определения в них 3,4-бензпирена приведены в табл. 2 (3,4-бензпирен определяли в эфирных экстрактах продуктов пиролиза). После отгонки растворителя остаток подвергали первичной очистке на колонке из окиси алюминия. Полученные бензолные элюаты упаривали на водяной бане и фракционировали с помощью тонкослойной хроматографии на незакрепленном слое окиси алюминия. Выделенные фракции элюировали с адсорбента серным эфиром. Качественное и количественное определение 3,4-бензпирена проводили по методике, основанной на использовании квазилинейчатых спектров флуоресценции.

Таблица 2

Продукты	Вес продуктов, г	Вес экстракта, г	Количество 3,4-бензпирена, γ		Выход 3,4-бензпирена к абс. сухой древесине, γ/г
			на 1 г экстракта	во всем экстракте	
Кислая вода после трех холодильников	1200,0	174,0	0,139	24,36	0,017
Смола после трех холодильников	51,0	48,5	115,10	5577,4	3,76
Кислая вода от электрофильтров	218,0	32,7	1,477	59,51	0,04
Смола после электрофильтров	57,0	54,10	107,4	5810,0	3,93
Кислая вода после 4-го холодильника	34,0	1,70	10,35	17,59	0,012
Легкая часть из охлаждаемых приемников	18,0	3,24	63,8	520,81	0,35
Удержанные ватным фильтром	5,08	—	—	—	—
Всего	1583,08	314,24	—	12009,67	8,109

Во втором варианте схема отбора была изменена: парогазовая смесь на выходе из газопровода поступала в электрофильтр (рис. 2).

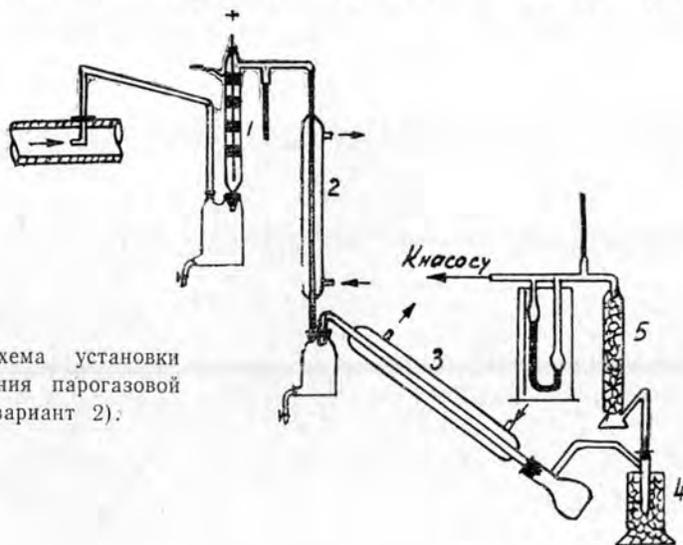


Рис. 2. Схема установки для улавливания парогазовой смеси (вариант 2):

В зависимости от скорости потока, регулируемого отбором, температура парогазовой смеси на выходе из электрофилтра была в пределах 64—68°C, перед электрофилтром — 86—100°C.

Парогазовая смесь из газопровода через электрофилтр 1 поступала в холодильники 2 и 3, приемник 4, помещенный в сосуд, охлаждаемый смесью льда и соли до температуры 14—18°C, и далее на ватный филтр 5 (рис. 2). Основное осаждение и конденсация смолопродуктов вместе с кислой водой происходили в электрофилтре, в последующих приемниках конденсировалась кислая вода.

Продолжительность опыта составила 8 ч. Отобрано 1920 л газа. Расход газа по производственному учету составил 65 700 м³. Расход абс. сухой древесины на отобранные нами продукты составил 1,91 кг.

Влажность средней пробы древесины 33,1%. Суммарный выход жидких продуктов 1,65 кг.

Кислая вода, полученная в различных точках установки, и отстоянная смола характеризуются данными, приведенными в табл. 3.

Таблица 3

Продукты	Содержание в продуктах летучих кислот	
	%	г
Кислая вода:		
из электрофилтра	4,04	32,0
из холодильников	2,21	12,75
из охлаждаемого приемника	1,92	0,67
Смола:		
из электрофилтра	2,94	5,56

Суммарный выход кислоты в этом опыте в пересчете на абс. сухую древесину составил 2,61%. Пробы каждого вида полученных конденсатов исчерпывающе проэкстрагированы этиловым эфиром. В полученных экстрактах определено содержание 3,4-бензпирена (табл. 4).

Таблица 4

Продукты	Вес продуктов, г	Вес экстракта, г	Количество 3,4-бензпирена, γ		Выход 3,4-бензпирена к абс. сухой древесине, γ/г
			на 1 г экстракта	во всем экстракте	
Кислая вода после электрофилтра	797,0	73,2	0,29	21,23	0,011
Смола после электрофилтра	189,0	183,3	110,0	201,63	10,55
Кислая вода после холодильников	623,0	12,5	0,54	6,75	0,003
Легкая часть из охлаждаемых приемников	35,0	5,6	21,8	122,08	0,064
Экстракт из ватных филтров	10,0	9,8	—	—	—
Всего	1654,0	284,4			10,628

Опыты показали, что при суммарной конденсации смоляной части парогазовой смеси непосредственно после выхода из швельшахты и при ступенчатой конденсации жидких продуктов основная часть 3,4-бензпирена сопутствует смоле. Суммарный выход 3,4-бензпирена на абс. сухую древесину был в пределах 8—10 γ/г древесины. В смо-

листой части содержалось около 95% указанного выше количества 3,4-бензпирена.

Таким образом, при анализе работы различных конструкций дымогенераторов, с точки зрения наличия в полученном дыме канцерогенных веществ, следует в первую очередь учитывать содержание в нем отстойной смолы и, кроме того, обращать внимание на качество работы смолоотделителей.

Результаты работы согласуются с существующим мнением, что наиболее рациональный метод предохранения пищевых продуктов от проникновения канцерогенных веществ — жидкостное копчение. Последнее может осуществляться полученными на основе древесных пиролитатов копильными препаратами, не содержащими канцерогенных веществ.

Поступила 27 октября 1975 г.

УДК 634.0.867.5 : 634.0.813.4

ИЗМЕНЕНИЕ НЕКОТОРЫХ ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ДРЕВЕСНОГО УГЛЯ ПОД ВЛИЯНИЕМ ПОВЫШЕННЫХ ТЕМПЕРАТУР ПРОКАЛИВАНИЯ

О. В. МОРОЗОВА, О. В. БРОНЗОВ, Н. Н. СКОРНЯКОВ

Уральский лесотехнический институт

Приведены результаты экспериментальных исследований влияния повышенных температур прокаливания на структуру, реакционные свойства и содержание золы для древесного угля.

Как отмечалось ранее [1], после непродолжительного прокаливания древесного угля при температуре 900°C в нем увеличивается количество графитовых сеток при одновременном снижении числа цепочечных структур углерода. В работе [4] показана связь между удалением части золы из угля и снижением его реакционных свойств. В данной работе исследовали изменения зольности угля и его структуры при более высоких температурах прокаливания и изучали реакционные свойства угля как с пониженной, так и с повышенной зольностью.

Исследования проводили на образцах березового угля, приготовленных из одной пробы. Снижение зольности угля достигнуто путем обработки его 5%-ной соляной кислотой сначала при комнатной температуре в течение 24 ч, затем при нагревании на кипящей водяной бане с обратным холодильником в течение 6 ч с последующим фильтрованием под вакуумом и промыванием горячей дистиллированной водой до нейтральной реакции фильтрата. Для получения угля с повышенной зольностью его пропитывали водной вытяжкой из золы березового угля. Уголь пропитывали и высушивали в сушильном шкафу при 105°C. Полученные образцы параллельно с контрольным прокаливали при температурах 800, 900, 950, 1200, 1400 и 1600°C в течение 1 ч.

Зольность определяли по ГОСТу 12596—67, реакционную способность — по ГОСТу 10089—62. Методика и аппаратура, использованные для рентгенографического исследования образцов угля, описаны в работе [1].

Изменение зольности полученных образцов угля с повышением температуры прокаливания показано на рис. 1, из которого видно, что в данном интервале температур для всех трех образцов угля содержание золы снижается.

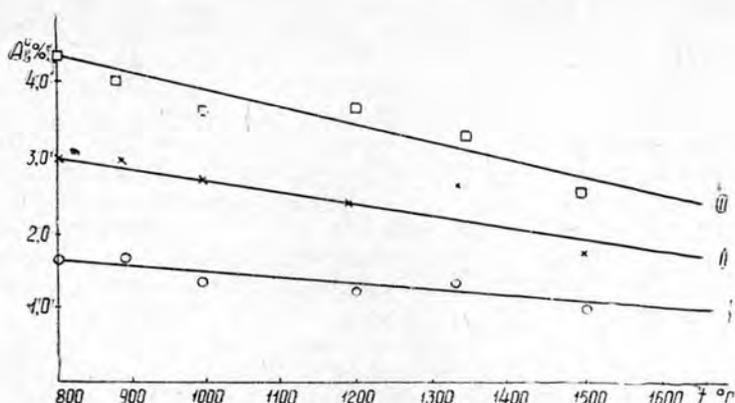


Рис. 1. Изменение содержания золы в угле в зависимости от температуры прокаливания.

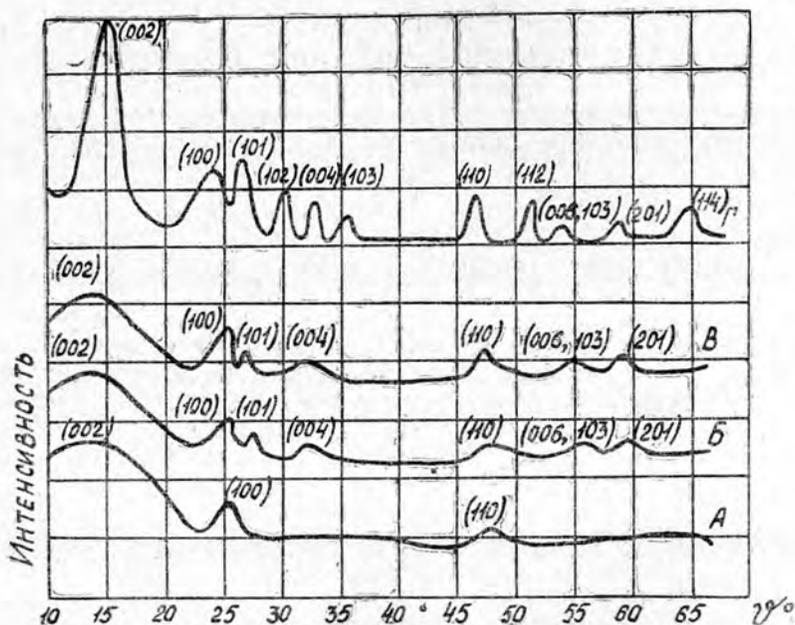


Рис. 2. Микрофотограммы рентгенограмм, снятых с образцов угля. А — прокаленного при 800° С; Б — при 950° С; В — при 1400° С; Г — графита.

В табл. 1 представлены результаты расчета рентгенограмм, снятых с угля (где $2S$ — расстояние между серединами интерференционных линий на рентгенограмме; hkl — индексы интерференционных линий; I — интенсивность линий; d — межплоскостное расстояние; θ — угол Вульфа—Брэгга; t — температура прокаливания). На рис. 2 приведены микрофотограммы этих рентгенограмм.

Как видно из данных табл. 1 и рис. 2, на рентгенограмме, снятой с угля после прокаливания его при 800°С, присутствуют линии (002), (100) и (110). Интерференционная линия (002) соответствует расстоянию между графитовыми сетками [2]. Для данного угля эта

Таблица 1

Температура, °C	Уголь из древесины березы						Графит [3]		
	2s, мм	φ°	sin φ	d, A°	hkl	l	d, A°	l	hkl
	800	26	13,0	0,225	3,99	(002)	Сильно размыта	3,38	100
350—1600	50,5	25,3	0,427	2,10	(100)	Очень сильно размыта	2,12	5	(100)
	94,5	47,3	0,735	1,22	(110)	Слабо размыта	2,02	10	(101)
	26,0	13,0	0,225	3,99	(002)	Сильно размыта	1,80	1	(102)
	50,5	25,3	0,427	2,10	(100)	Учен сильно размыта	1,69	10	(004)
	55,0	27,5	0,462	1,94	(101)	Очень слабо размыта	1,227	18	(110)
	59,2	29,6	0,494	1,81	(004)	Слабо размыта	1,150	9	(112)
	94,5	47,3	0,735	1,22	(110)	"	1,120	1	(006, 103)
	110,2	55,1	0,820	1,09	(006, 103)	Средняя размытость	1,049	3	(201)
	118,0	59,0	0,857	1,04	(201)	"	0,991	1	(106, 114)
								0,828	1

линия сильно размыта, что свидетельствует о неупорядоченном расположении графитовых сеток.

Отсутствие линий с величинами *h* и *l* или *k* и *l*, одновременно не равными нулю, указывает на отсутствие трехмерной упорядоченности [2] и малой ориентированности графитовых сеток по отношению друг к другу. После прокаливания угля при температурах 950—1600°C на рентгенограмме появились линии (004), (006), (103), (101) и (201). При 950°C степень упорядоченности графитовых сеток существенно увеличивается и появляются признаки трехмерной структуры, о чем говорит возникновение интерференционных линий (103), (201) и (101). Дальнейшее повышение температуры прокаливания угля вплоть до 1600°C приводит к весьма небольшому возрастанию упорядоченности сеток, так как ширина линии (002) мало изменяется, а отсутствие на рентгенограммах интерференционных линий графита (102), (112), (106), (114), (116) свидетельствуют об очень слабой степени их трехмерной упорядоченности.

Рентгенограммы, снятые с углей с повышенным и пониженным содержанием золы во всем интервале исследуемых температур прокаливания, идентичны рентгенограммам, снятым с контрольных углей (табл. 1 и рис. 2). В табл. 2 представлены данные о реакционной способности угля к взаимодействию с кислородом воздуха при температурах 320±5° и 330±5° и продолжительности реакции 3 и 2 ч. Реакционная способность выражена в виде суммарных весовых потерь.

Таблица 2

Показатели	Численные значения показателей для угля								
	контрольного			с пониженным содержанием золы			с повышенным содержанием золы		
	при температуре прокаливания, °C								
	800	950	1600	800	950	1600	800	950	1600
Зольность, %	2,94	2,80	1,54	1,61	1,33	0,86	4,35	3,27	1,91
Потери веса, % при 320°; 3 ч.	17,60	4,98	2,16	4,73	4,04	1,42	21,47	20,28	2,66
при 330°; 2 ч.	25,00	8,44	4,09	13,42	8,17	2,77	35,06	30,75	5,22

Из данных табл. 2 видно, что в интервале температур 800—950°C зольность угля изменяется незначительно. Реакционная способность контрольного угля резко понижается, а у углей с искусственно измененной зольностью степень ослабления невелика. При высокой температуре прокаливания (1600°C), когда содержание золы уменьшается почти в два раза, наблюдается сильное торможение активности угля.

Так как при рентгенографическом исследовании углей, прокаленных в интервале температур 950—1600°C, сильных изменений в их структуре не обнаружено, то наблюдаемое падение реакционной способности угля мы вправе объяснить уменьшением его зольности, если предварительно исключить возможность влияния такого фактора, как изменение модификации минеральных включений в примененных условиях прокаливания угля. С этой целью приготовленные образцы угля разной зольности прокаливали при 900°C в течение 3 мин для удаления летучих веществ, затем определяли реакционную способность угля по взаимодействию с двуокисью углерода. При этом за основу была принята методика, приведенная в ГОСТе 10089—62. В табл. 3 показаны результаты исследования при трех температурах реакции.

Таблица 3

Показатели	Численные значения показателей для угля		
	контрольного	с пониженным содержанием золы	с повышенным содержанием золы
Зольность, %	2,03	0,80	2,53
Угар, %	2,50	2,39	4,80
Весовая константа скорости реакции при t , °C			
700	0,160	0,490	1,382
800	5,655	1,633	10,421
900	39,701	10,875	54,454
Суммарная константа скорости реакции при t , °C			
700	0,8841	0,3923	0,9328
800	4,7977	1,3074	7,0342
900	35,5813	8,7065	37,0150

Данные табл. 3 подтверждают наличие прямой зависимости реакционной способности древесного угля от содержания в нем растворимой части золы.

Выводы

1. При температуре прокаливания 950°C в угле графитовые сетки группируются в пакеты. Повышение температуры прокаливания с 950 до 1600°C приводит к небольшому увеличению степени упорядочения графитовых сеток в пакетах. Влияния зольности угля на его структуру в условиях опыта не обнаружено.

2. При возрастании температуры прокаливания с 800 до 950°C зольность угля уменьшается незначительно; реакционная способность контрольного угля сильно понижается, а у углей с искусственно измененной зольностью она уменьшается незначительно.

3. При температуре прокаливания 1600°C, когда содержание золы уменьшается почти в два раза, наблюдается сильное торможение реакционной способности угля.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Бронзов О. В., Скорняков Н. Н., Морозова О. В., Василевская С. И. О влиянии некоторых условий выжига и прокаливания угля на его структурно-механические и реакционные свойства.— ИВУЗ, «Лесной журнал», 1970, № 5, с. 94—98. [2]. Китайгородский А. М. Рентгенодифракционный анализ мелкокристаллических и аморфных тел. М.—Л., 1952. [3]. Миркин А. И. Справочник по рентгеноструктурному анализу поликристаллов. М., Государственное издательство физико-математической литературы, 1961. [4]. Морозова О. В. О реакционных свойствах древесных углей.— Сборник научных трудов аспирантов и соискателей УЛТИ, ч. II. Свердловск, 1969, с. 116—121.

Поступила 19 октября 1975 г.

УДК 66.095.26

ПОЛУЧЕНИЕ ПОЛИМЕРДРЕВЕСНОГО МАТЕРИАЛА ИЗ ИЗМЕЛЬЧЕННОЙ ДРЕВЕСИНЫ И РАДИАЦИОННО ПРИВИТОГО ПОЛИМЕРА

И. А. ГАМОВА, Л. Н. НАТКИНА, Г. В. ШИРЯЕВА,
Н. Д. ПРИЩЕПА

Ленинградская лесотехническая академия

Исследована возможность получения пластиков прессованием древесных опилок, пропитанных виниловыми мономерами и подвергнутых радиационному облучению.

Модификация свойств древесины путем пропитки ее различными мономерами с последующей полимеризацией их под действием ионизирующего излучения нашла широкое распространение. В результате такой обработки значительно повышаются формоустойчивость, прочностные, гидрофобные и другие свойства цельной древесины [4], [6].

Представляет большой интерес использование ионизирующего излучения для полимеризации связующего при получении прессованных материалов из измельченной древесины. На основе мелких древесных отходов можно получить различные изделия сложной конфигурации с ценными свойствами.

Такие материалы получают из смесей готового полимера и древесного наполнителя или пропиткой опилок мономером и его термохимической полимеризацией [1], [2]. Опыта получения композиционных материалов из измельченной древесины с использованием радиационной полимеризации нет, за исключением отдельных попыток, давших отрицательные результаты [5].

Задача настоящего исследования — изучить возможность и условия получения композиционного полимердревесного материала при облучении на γ -источнике Co^{60} измельченной древесины, пропитанной виниловыми мономерами.

Приготовление пресскомпозиции

Использовали березовые опилки, прошедшие через сито с диаметром отверстий 3 мм, влажностью 8%; в качестве реагентов для пропитки применяли стирол, метилметакрилат и этиловый спирт. Метилметакрилат и стирол очищали от ингибитора многократным промыванием 5%-ным раствором щелочи и водой, затем сушили над хлористым кальцием.

Измельченную древесину модифицировали чистым метилметакрилатом, стиролом или их смесью (50 вес. % : 50 вес. %). С нашей точки зрения, представляло интерес получить древесно-пластмассовую композицию (ДПК) с различным привесом и разной степенью прививки полимера.

Известно, что при использовании для модифицирования древесины чистого малополярного мономера не образуется совсем или образуется мало привитого к ее компонентам полимера [3]. При пропитке древесины смесью мономера и полярного агента набухания с последующей полимеризацией происходит прививка внедренного в клеточную стенку полимера.

Мы использовали для пропитки смесь 90 об. % стирола и 10 об. % этилового спирта. Привес полимера варьировали количеством смеси, применяемой для пропитки.

Измельченную древесину перемешивали в специальном контейнере со смесью для пропитки, контейнер закрывали и приготовленную композицию оставляли стоять сутки. Затем контейнер продували инертным газом и подвергали облучению на γ -источнике Co^{60} . Полимеризацию смеси стирола с метилметакрилатом проводили при общей дозе 14 Мрад и мощности дозы 65 рад/с. В случае применения смеси стирола и этилового спирта общая доза облучения составляла 30 Мрад.

После облучения древесно-полимерную композицию сушили до постоянного веса при температуре 100°C.

Степень прививки S определяли экстракцией модифицированных образцов толуолом в аппаратах Сокслета в течение 72 ч и рассчитывали по формуле

$$S = \frac{a}{b} \cdot 100\%, \quad (1)$$

где a — вес неэкстрагируемого полимера;
 b — вес исходной древесины.

Переработка пресскомпозиции

Из полученных композиций изготавливали стандартные образцы пластика методом компрессионного прессования. Режим переработки подбирали в зависимости от содержания и вида полимера, находящегося в композиции. Образцы из композиций, содержащих более 15% полимера, изготавливали по специально подобранным режимам. При построении графика прессования принимали во внимание значительное содержание термопластичного связующего (17,5—70%), а также то, что термопласты под влиянием температуры не изменяют своей молекулярной структуры.

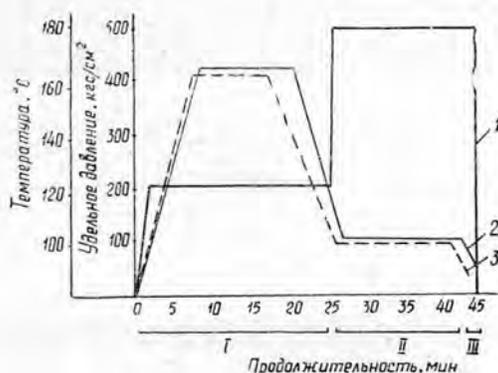


Рис. 1. График прессования пластика из древесных опилок и полимеров радиационной полимеризации.

1 — удельное давление прессования; 2 — температура прессования композиции, содержащей полистирол; 3 — температура прессования композиции, содержащей полиметилметакрилат и сополимер стирола и метилметакрилата.

Прессование складывалось из стадий перевода пресскомпозиции в расплав I, стадии формирования II и охлаждения изделия перед выгрузкой III (рис. 1).

На первой стадии прессования были созданы условия для расплавления полимера и обеспечения контакта между древесным наполнителем и связующим веществом: максимальная для данного материала температура и сравнительно невысокое давление.

На второй стадии пластик формовали; для этого создавали максимальное для данного материала давление прессования при сниженной до 100°C температуре.

На третьей стадии прессования изделие охлаждали под давлением до температуры 40—50°C и образец выгружали из прессформы.

Температуру прессования выбирали в зависимости от вида полимера: пресскомпозиции, содержащие полистирол, перерабатывали при 160°C; полиметилметакрилат и сополимер стирола и метилметакрилата — при 180°C. Удельное давление прессования на первой стадии прессования составляло 100—200 кгс/см², на второй — 400 кгс/см². Продолжительность прессования при рабочем режиме (на стадии формования) устанавливали из расчета 1 мин на 1 мм толщины готового пластика.

Результаты физико-механических испытаний
пластиков

Изготовленные пластики испытывали в соответствии с ГОСТом 11368—69, определяли плотность, предел прочности при статическом изгибе и водопоглощение за 24 ч. Физико-механические показатели пластиков из древесных опилок и радиационно привитых полимеров при содержании полимера (привес) более 16% приведены в табл. 1.

Таблица 1

Номер образца	Полимер	Привес, %	Степень прививки, %	Физико-механические показатели		
				Плотность, г/см ³	Предел прочности при статическом изгибе, кгс/см ²	Водопоглощение за 24 ч, %
4	Полистирол	34,7	9,0	1,28	360	0,82
5	"	47,5	11,0	1,31	370	0,64
19	"	35,0	21,0	1,32	290	0,81
20	"	55,0	32,0	1,28	420	0,43
21	"	70,0	38,0	1,26	365	0,35
10	Полиметилметакрилат	25,0	—	1,39	430	1,25
9	"	44,0	—	1,83	490	0,84
12	Сополимер стирола + ММА	17,5	12,5	1,38	360	2,90
15	"	34,5	21,5	1,36	450	0,91
14	"	40,0	23,0	1,35	440	0,35

При содержании полимера (привес) менее 16% образцы изготавливали при одновременном повышении температуры и давления, выдержке при максимальном давлении и температуре (из расчета 1 мин на 1 мм толщины готового изделия), охлаждении материала в пресс-форме и его выгрузке. Физико-механические показатели пластиков из древесных опилок и радиационно привитых полимеров при содержании полимера (привес) менее 16% представлены в табл. 2.

Таблица 2

Номер образца	Полимер	Привес, %	Режим переработки		Физико-механические показатели		
			Удельное давление прессования, кгс/см ²	Температура, °С	Плотность, г/см ³	Предел прочности при статическом изгибе, кгс/см ²	Водопоглощение за 24 ч, %
1	Полистирол	7,6	200	160	1,35	180	3,6
3	"	15,0	200	160	1,36	340	2,0
8	Полиметилметакрилат	1,6	400	180	1,43	300	2,5
11	Сополимер стирола и метилметакрилата	11,6	400	180	1,39	290	4,9

Обсуждение результатов

Данные проведенного исследования позволяют сделать вывод, что при использовании мелких древесных отходов, пропитанных виниловыми манометрами и подвергнутых облучению γ -лучами Co^{60} , можно получить целлюлознопрессованные, достаточно прочные материалы с высокой гидрофобностью даже при небольшом содержании полимера (10—15%).

Пресскомпозиции, получаемые пропиткой древесных опилок стиролом, метилметакрилатом или их смесью и подвергнутые радиационному облучению, можно переработать в изделия путем компрессионного прессования.

Показатели физико-механических свойств полученных пластиков зависят от количества полимера в композиции (привеса) и практически не зависят от степени его прививки.

Гидрофобность и прочность пластиков возрастают пропорционально привесу полимера, увеличение которого более чем на 40—50%, очевидно, нецелесообразно.

В условиях данного эксперимента наилучшие результаты по показателям физико-механических свойств получены при использовании для пропитки опилок смеси стирола и метилметакрилата.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Вихрева В. Н., Наткина Л. Н. Древесные пластики из мелких отходов древесины — Материалы научно-технической конференции ЛТА, ч. II, 1968, с. 94—98. [2]. Наткина Л. Н., Гамова И. А. Получение древесных пластиков из измельченной древесины. — В сб.: Пластификация и модификация древесины, Рига, «Зинатне», 1970, с. 45—48. [3]. Прищепа Н. Д., Ширяева Г. В., Карпов В. Л. Влияние агентов набухания на физико-механические свойства модифицированной древесины. — «Высокомолекулярные соединения». Краткие сообщения, 1969, т. ХБ, № 2, с. 111—114. [4]. W. E. Loos. Wood Sci. Technol., 2, 308, 1968. [5]. Maayahi Mahmood F., Mofon A. A. Polymerization of methyl methacrylate in bamboo and date palm leaves by gamma radiation. — J. Indian Chem. Soc., 1973, 50, № 3, с. 219—220. [6]. Ramalingam K. V., Werezak G. N., Hodgins J. W. J. Polym. Sci., C2, 1963, 153.

Поступила 13 мая 1975 г.

УДК 674.87.001.4

КОМПЛЕКСНОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ДРЕВЕСНОЙ ЗЕЛЕНИ ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ ЛЕЧЕБНЫХ ПРЕПАРАТОВ И КОРМОВЫХ ПРОДУКТОВ

Ф. А. МЕДНИКОВ

Ленинградская лесотехническая академия

Приведены технологические основы производства эфирного масла, хвойного лечебного экстракта, хлорофилло-каротиновой пасты, хлорофиллина натрия, хвойной витаминной муки и др. из хвойной лапки сосны, ели, пихты, а также физико-химическая характеристика этих продуктов.

Количество отходов, образующихся в лесном хозяйстве и лесной промышленности, составляет ежегодно около 200—220 млн. м³. Использование только технической зелени, оставляемой пока на лесосеках, позволит получать ежегодно до 10 млн. т пищевого протеина, 180 т каротина, 26500 т витамина С, 3 млн. 600 тыс. т натурального клеточного сока, более 5 млн. т витаминной муки и много других продуктов, необходимых народному хозяйству.

В леспромхозах и лесхозах все большее внимание уделяют переработке технической зелени, из которой получают эфирное масло, витаминную муку, хлорофилло-каротиновую пасту, лечебный экстракт и пр. Одна из причин, препятствующих расширению масштабов этих

производств, — малая рентабельность некоторых продуктов, например, хвойных эфирных масел.

Коренная ломка представлений о живых элементах дерева вызывается, в основном, тремя причинами: 1) интенсивным изучением живых клеток дерева и получением ценных продуктов из них; 2) развитием средств механизации трудоемких операций по сбору, разделке и транспортировке древесной зелени; 3) ограниченностью других сырьевых источников получения тех ценных веществ, которые содержатся в живых клетках дерева.

Древесная зелень является как бы лабораторией и кладовой, в которой образуются и откладываются ценные вещества. Доля древесной зелени в общей массе дерева невелика, но по значению и стоимости она не уступает строительным материалам или целлюлозе. В кроне одного дерева сосны содержится приблизительно годовая норма всех необходимых человеку важнейших витаминов, особенно витамина С (аскорбиновой кислоты).

В живых клетках дерева содержатся многочисленные биологически активные вещества, катализирующие, направляющие, регулирующие жизненные процессы организма и защищающие его от патогенного микромира. Это витамины, ферменты, антибиотики, микроэлементы, хлорофилл, стерины и др. В живых клетках дерева в заметных количествах содержатся также пластические и энергетические вещества. Это белки, углеводы, жиры.

Использование человеком древесной зелени хвойных пород началось давно. Наиболее древним является производство эфирных масел и лечебных экстрактов. Во второй половине нашего века в промышленном масштабе было осуществлено производство витаминной муки, хлорофилло-каротиновой пасты и хвойного лечебного экстракта из древесной зелени сосны и ели.

Препараты хлорофилла из хвои впервые получены в СССР в Ленинградской лесотехнической академии.

Проводятся исследования по получению феофитина из хвойной лапки сосны и ели. Металлопроизводные феофитина находят применение в качестве биологически активных красителей. Получение металлопроизводных феофитина основано на взаимодействии этого пигмента с солью соответствующего металла. Процесс может протекать как в среде кислоты, так и в нейтральном органическом растворителе. В случае феофитината меди реакцию осуществляли в спиртовой или ацетоновой фазе. В качестве соли применяли хлорную медь, которую брали в избыточном количестве. После нагревания полученный металлокомплекс отделяли от остальной реакционной массы и промывали значительным количеством воды для удаления примесей.

Хлорофиллин натрия — более устойчивая форма хлорофилла, получаемого из древесной зелени в одном технологическом потоке с производством хлорофилло-каротиновой пасты при комплексной переработке бензиновой вытяжки. В сухом виде хлорофиллин натрия представляет собой твердый продукт черного цвета, растворимый в воде и спирте. Раствор хлорофиллина натрия в воде имеет темно-зеленый цвет, своеобразный запах и горьковатый вкус; он устойчив при $pH = 8 \div 10$. Этот препарат омыленного хлорофилла применяют в косметике, используют в качестве кроветворного, тонизирующего и заживляющего средства в практической и профилактической медицине.

При получении биологически активных лекарственных препаратов и кормовых продуктов из древесной зелени учитывается их чувстви-

тельность к температуре, легкая окисляемость кислородом воздуха, каталитическое действие металлических стенок аппаратов, высокая реакционная способность и неустойчивость структурных систем. Общая схема технологического процесса сводится к тому, что хвойную лапку подготавливают к экстракции с последующим извлечением тех или иных веществ органическими растворителями или водой. В зависимости от применяемого растворителя и методов обработки экстрактов получают биологически активные вещества разнообразного назначения.

Наиболее отработана в промышленных условиях технология получения хлорофилло-каротиновой пасты и хвойного лечебного экстракта.

При получении хлорофилло-каротиновой пасты после экстракции хвойной лапки бензином растворитель регенерируется, а смолистые вещества омыляются водным раствором каустической соды. Из хвостовых погоньев растворителя методом ректификации выделяют эфирное масло, которое следует снова на разгонку с отбором ТЭМ и средней фракции.

Для получения хлорофиллина натрия бензиновый экстракт после отделения воскообразных веществ омыляют водным раствором щелочи. Образовавшийся водный раствор омыленных смолистых веществ обрабатывают разбавленной серной кислотой; из смеси выделяется хлорофиллин натрия в виде спирто-водного раствора или порошкообразный. Бензиновый раствор неомыляемых смолистых веществ можно использовать для получения стеринов, фитола и токоферола.

При двухстадийной экстракции хвойной лапки сосны и ели неполярным органическим растворителем, например, бензином и затем водой, из 1 т сырья получают эфирного масла 1,5 кг; хлорофилло-каротиновой пасты 50 кг; хвойного лечебного экстракта 180 кг. При более глубоком комплексе можно получить, кроме того, так называемую «древесную шерсть» или малогигроскопическую древесную муку.

Натуральная хвойная лапка сосны и ели после механической обработки, а также различные кормовые продукты из древесной зелени — витаминизированная добавка в кормовом рационе сельскохозяйственных животных в зимний стойловый период.

Использование древесной зелени с целью получения биологически активных веществ для лекарственных препаратов и кормовых продуктов становится важной отраслью.

Поступила 26 мая 1975 г.

УДК 547.992.3

ВЛИЯНИЕ ПРИРОДЫ РАСТВОРИТЕЛЯ НА УДЕЛЬНЫЕ ОБЪЕМЫ СУЛЬФАТНОГО ЛИГНИНА

В. В. НЕКРАСОВ, М. М. РЮМИНА, К. П. ЧЕРВЯТИНА,
Л. Ф. ТРЕНИНА, М. В. НЕКРАСОВА, Н. И. ВАКОРИНА

Архангельский лесотехнический институт

Приведены результаты исследования показателя преломления, плотности и вязкости растворов сульфатного лигнина (СЛ) в диметилсульфоксиде, диметилформамиде, диоксане и этиленгликоле. Рассчитаны удельные характеристические величины СЛ в растворах: рефракция, несжимаемый или собственный объем и гидродинамический объем частиц СЛ.

Для характеристики состояния макромолекул сульфатного лигнина (СЛ) в диоксане были приняты три удельных объема [6]: удельная рефракция r_2 , отражающая объем атомов и связей, образующих макромолекулу лигнина; удельный несжимаемый объем ω_2 , отражающий объем, занимаемый лигнином в растворе; удельный гидродинамический объем v_r частиц лигнина в растворе. Представляет определенный интерес выяснить, как изменяются три указанных удельных объема СЛ в различных растворителях.

Для исследования был выбран образец СЛ, представляющий собой среднюю пробу опытно-промышленной партии, выработанной в лигнинном цехе Соломбальского ЦБК. Лигнин осаждался из отработанного черного щелока подкислением серной кислотой. Полученный образец СЛ освобождался от водорастворимых и смолистых веществ по методикам [4]. Ниже приведены некоторые характеристики образца лигнина

метоксильных групп	3,91 мэкв/г
общее число гидроксиллов	6,90 »
сумма кислых групп	5,05 »
в том числе: карбоксильных	1,00 »
фенольных гидроксиллов	4,05 »
среднемассовая молекулярная масса	$M_w = 12800$
степень полидисперсности	$\bar{M}_w/\bar{M}_n = 3,88$

Для приготовления растворов были взяты четыре растворителя: диметилформамид (ДМФ) $(\text{CH}_3)_2\text{NHCO}$, диметилсульфоксид (ДМСО) $(\text{CH}_3)_2\text{SO}$, диоксан (Д) $[(\text{CH}_2)_2\text{O}]_2$ и этиленгликоль (ЭГ) $(\text{CH}_2\text{OH})_2$. Молекулы первых двух растворителей содержат по одному атому кислорода (=O), являющемуся акцептором протонов при образовании водородных связей. Однако атом кислорода в ДМФ связан с атомом углерода (>C=O), а в ДМСО — с атомом серы (>S=O). Молекула Д содержит два атома кислорода (>O), являющихся акцепторами протонов при образовании водородных связей, а молекула ЭГ — две гидроксильные группы ($-\text{OH}$), являющиеся донорами протонов.

Выбранные растворители перед приготовлением растворов были очищены общепринятым методом [5], [9]. На основе этих растворителей были приготовлены растворы с концентрациями от 2 до 8 мас. % СЛ.

Для расчетов трех удельных объемов измерены плотность, рефракция и вязкость растворов в интервале температур 20—80°C. Методика измерения аналогична приведенной в работе [6] с той разницей, что для различных растворителей подбирали вискозиметры разного диаметра так, чтобы время истечения чистого растворителя при 80°C было не менее 80 с.

Удельную рефракцию СЛ в растворах подсчитывали на основе предположения о том, что она аддитивно складывается из удельных рефракций компонентов раствора при данной температуре и концентрации

$$r = r_1W_1 + r_2W_2,$$

где r_1 и r_2 — удельные рефракции чистого растворителя и СЛ;
 W_1 и W_2 — массовые доли растворителя и СЛ в растворе.

Опыт показал, что величина удельной рефракции СЛ практически не зависит от температуры и концентрации, поэтому в табл. 1 внесены средние значения r_2 .

Удельный несжимаемый объем раствора ω находили из уравнения Бачинского [3] для вязкости жидкости. Затем, полагая, что удельный несжимаемый объем раствора аддитивно складывается из удельных несжимаемых объемов растворителя ω_1 и лигнина ω_2 , имеем

$$\omega = \omega_1 W_1 + \omega_2 W_2.$$

Удельные гидродинамические объемы частиц v_r СЛ в растворах рассчитаны при температуре 20°C по характеристической вязкости $v_r = [\eta] \cdot 2,5$, так как макромолекулы лигнина можно считать по форме близкими к сфере [1], [2], [10]. Характеристическую вязкость растворов СЛ рассчитывали по двум уравнениям [8]. Хаггинса и Фюосса-Мида. Результаты внесены в табл. 1.

Таблица 1

Удельные объемы	Численные значения удельных объемов СЛ, см ³ /г, при 20°C для растворителей			
	ДМСО	ДМФ	Д	ЭГ
r_2	0,280	0,292	0,287	0,287
ω_2	0,739	0,927	0,847	0,745
v_2	0,713	0,706	0,702	0,739
v_r	3,64	3,20	2,82	1,00

Из данных этой таблицы видно, что различия в значениях r_2 , соответствующих различным растворителям, невелики. Среднее квадратическое отклонение от среднего значения r_2 составляет всего 0,003 см³/г, то есть около 1%. Следовательно, удельную рефракцию СЛ во всех четырех растворах можно принять в первом приближении постоянной

$$r_2 = 0,285 \pm 0,003 \text{ см}^3/\text{г}.$$

Удельный несжимаемый объем СЛ не зависит от температуры и в пределах ошибки опыта остается постоянным в растворах различной концентрации. Из данных табл. 1 также видно, что значения удельных несжимаемых объемов СЛ ω_2 заметно изменяются при переходе из одного растворителя в другой. Отсюда можно заключить, что величина ω_2 более чувствительна к изменениям природы растворителя, чем удельная рефракция СЛ. Для сравнения с полученными значениями ω_2 были произведены расчеты удельных парциальных объемов (\bar{v}_2) СЛ, которые также внесены в табл. 1.

Среднее значение \bar{v}_2 в изученных растворителях составляет $0,727 \pm 0,008$ см³/г.

По своей физической сущности оба объема \bar{v}_2 и ω_2 должны быть близкими друг к другу. Из наших опытов вытекает неравенство $\bar{v}_2 < \omega_2$. Сопоставление удельных объемов \bar{v}_2 и ω_2 позволяет заключить, что наибольшие изменения при переходе из одного растворителя в другой испытывает несжимаемый объем ω_2 .

Наибольшие изменения при переходе из одного растворителя в другой происходят с удельными гидродинамическими объемами СЛ. Так, в ДМСО $v_r = 3,64$ см³/г, а в ЭГ — $v_r = 1,00$ см³/г, то есть различие более чем на 360%.

Сопоставляя полученные значения удельных объемов СЛ в растворах, можно установить следующее. Из четырех рассмотренных растворителей СЛ выделяются два: ДМФ и ЭГ. В ДМФ обнаружены

наиболее резкие различия между \bar{v}_2 и ω_2 , в то время как в ЭГ эти две величины практически одинаковы. Здесь следует обратить внимание на тот факт, что в ДМФ обнаружена наибольшая сольватация СЛ, а в ЭГ — наименьшая [7]. С учетом всех перечисленных факторов мы пришли к заключению о том, что в ДМФ макромолекулы СЛ испытывают наиболее сильное возмущение, а в ЭГ — наименьшее. Это позволяет считать, что ЭГ как растворитель СЛ, по сравнению с другими тремя растворителями, близок к Θ -растворителю в исследованных интервалах температур и концентраций.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Алексеев А. Д. и др. Исследование полидисперсности лигнина Бьеркмана.— «Химия древесины», в. 4. Рига, «Зинатне», 1969, с. 49—50. [2]. Алексеев А. Д. и др. Исследование гидродинамических свойств лигнина Бьеркмана.— «Химия древесины», в. 7, «Зинатне», 1971, с. 31—36. [3]. Бачинский А. М. Избранные труды, М., изд. АН СССР, 1960, 276 с. [4]. Богомолов Б. Д., Соколова А. А. Побочные продукты сульфатно-целлюлозного производства. М., Гослесхимиздат, 1962, 436 с. [5]. Вайсбергер А. и др. Органические растворители. М., ИЛ, 1958, 519 с. [6]. Некрасов В. В. К вопросу о трех характеристических объемах лигнина в растворах.— В сб.: Исследование продуктов химической переработки древесины. Архангельск, 1973, с. 61—65. [7]. Некрасов В. В., Соколов О. М., Боховкин И. М. О сольватации сульфатного лигнина в некоторых органических растворителях.— ИВУЗ, «Лесной журнал», 1975, № 2, с. 114—117. [8]. Цветков В. Н., Эскин В. Е., Френкель С. Я. Структура макромолекул в растворах. М., «Наука», 1964, 719 с. [9]. Юрьев Ю. К. Практические работы по органической химии, в II. МГУ, 1957, 419 с. [10]. Goring D. A. J. The physical chemistry of lignin.— Pure Appl. Chem., 5, № 1—2, p. 233—254.

Поступила 6 июня 1975 г.

КОМПЛЕКСНАЯ МЕХАНИЗАЦИЯ
И АВТОМАТИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ПРОЦЕССОВ

УДК 62-52.

КОМБИНИРОВАННОЕ АВТОРЕГУЛИРОВАНИЕ
СКОРОСТИ ПОДАЧИ ПИЛЬНЫХ СТАНКОВ

Н. Г. ШТОЛЬЦЕР

Ленинградская лесотехническая академия

Автором предложен комбинированный метод авторегулирования подачи пильных станков, совмещающий известное регулирование «по диаметру» с саморегулированием скорости в зависимости от сопротивления надвиганию, которое лежит в основе известного способа регулирования — «с постоянной силой надвигания». Автор приводит разработанные им методы расчета рациональных характеристик привода надвигания как для работы с пилами безынерционными, так и при использовании кинетической энергии пильного диска.

Метод регулирования скорости подачи по диаметру, нашедший применение в станках поперечной распиловки бревен (пригодный, в принципе, и для продольной распиловки) имеет следующий существенный недостаток: скорость u , рассчитанная по режиму пиления при затупленных пилах, остается практически неизменной и при острых пилах. Так, по данным Г. А. Вильке, [1], изменение нагрузки от полной до холостого хода меняет скорость всего на 10—18%. Из наших расчетов, для острых пил скорость можно допустить в 3—4 раза большую, чем для затупленных пил. В результате при регулировании по диаметру имеет место существенное недоиспользование станка.

Указанная стабильность скорости обусловлена работой привода на жестком участке его механической характеристики.

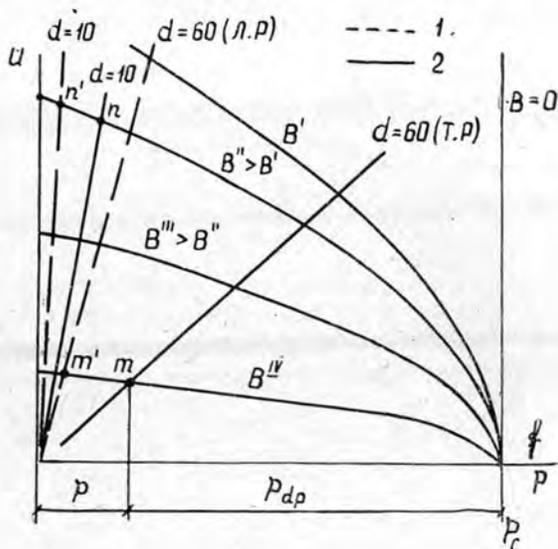


Рис. 1.
1 — характеристики сопротивления при острых пилах; 2 — при затупленных пилах.

На рис. 1 представлено сочетание механических характеристик привода надвигания, состоящего из гидроцилиндра с управляющим дросселем, при различной степени дросселирования и механических характеристик сопротивления надвиганию при регулировании по диаметру для легкого режима (острые пилы) и тяжелого режима (пилы затуплены до $k_p = 2$).

Характеристики привода надвигания соответствуют уравнениям

$$p = p_c - p_{др} = p_c - Bv^2,$$

где p — давление в цилиндре;

p_c — давление на участке дроссель — цилиндр (по возможности постоянное);

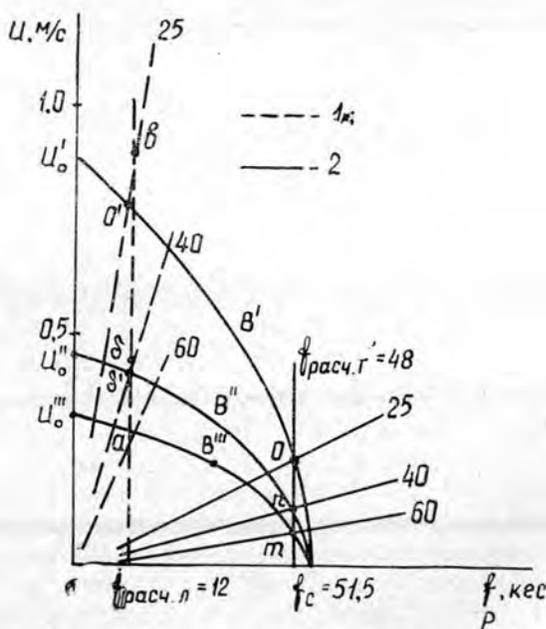
B — коэффициент, зависящий от степени дросселирования; величину его задают по диаметру. (При $B = 0$, то есть без дросселя, получаем «регулирование с постоянным усилием»).

Из рис. 1 видно, что с изменением остроты пил изменение установившейся скорости (для диаметра, например, 60 см) незначительно (переход от точки m' к точке m).

Мы считаем возможным существенно повысить производительность станка путем увеличения скоростей надвигания при острых пилах за счет совмещения регулирования по диаметру с авторегулированием, получающимся как реакция привода надвигания на изменение усилия сопротивления надвиганию, аналогично тому, как и при регулировании с постоянным усилием (отсюда определение метода как комбинированного).

Рис. 2. Сочетание механических характеристик для комбинированного регулирования.

1 — характеристики сопротивления для легкого режима; 2 — для тяжелого режима.



Такое смешанное регулирование можно получить при переходе на пиление с мягкими характеристиками привода надвигания, что достигается снижением давления на участке дроссель — цилиндр. Новые характеристики надвигания представлены на рис. 2. Основную характеристику B''' строим для наибольшего диаметра (например, 60 см)

по точкам m и a , соответствующим расчетным усилиям $f_{\text{расч}}$ 12 и 48 кгс, при которых сила резания равна максимально допустимой по статической устойчивости двигателя резания [2].

Совместно решая уравнения (1) и (2) (для наглядности в этих уравнениях приведены цифровые значения, соответствующие пиле АЦ-2м)

$$f_a = f_c - B''' u_a^2 = 12 = f_c - B''' \cdot 0,28^2; \quad (1)$$

$$f_m = f_c - B''' u_m^2 = 48 = f_c - B''' \cdot 0,08^2, \quad (2)$$

находим, что $B''' = 504$, а $f_c = 51,5$ кгс; величина последней определяет давление системы и сечение цилиндра.

Характеристики, необходимые для других диаметров, определяем по точке найденной силы f_c (при $u = 0$) и расчетным скоростям тяжелого режима, например, при $d = 25$ см для точки o .

По уравнению новой характеристики

$$f_o = f_c - B' u_o^2 = 48 = 51,5 - B' \cdot 0,23^2$$

определяем множитель B' . Затем, зная его значение, рассчитываем точку b' , которая должна быть ниже точки b . Аналогично проводим вычисления и для других диаметров. Затем по множителям B рассчитываем углы открытия дросселя.

Принятые расчетные режимы должны быть проверены «по нагреву» двигателя резания для тяжелого режима по методике [2] для регулирования по диаметру.

Для поперечного пиления на станках с большой инерционностью привода резания, а также для кратковременного продольного пиления на шпалорезных станках с маховиком интенсивность резания можно повысить за счет использования во время пропила части кинетической энергии привода резания. При таком режиме расчет характеристик в случае отсутствия инерционности в приводе надвигания может быть выполнен в следующей последовательности.

1. Строят характеристики сил сопротивления надвиганию для разных высот пропила при твердой породе и острых пилах (по типу рис. 2).

2. Для расчетного диаметра, например 60 см, определяют из энергетического баланса расчетное время распила

$$t_p = \frac{W}{P_{\text{ср}}} = \frac{A_p - \Delta A}{P_{\text{ср}}}, \quad (3)$$

где $P_{\text{ср}}$ — среднее значение мощности двигателя резания за время распила;

A_p — работа распила бревна;

ΔA — используемая при распиле часть кинетической энергии пилы при изменении ее скорости от минимального скольжения S_{min} до максимального скольжения $S_{\text{max}} = 0,3$.

Методы определения указанных величин изложены в работе [3].

3. Определяют требуемую среднюю скорость распила

$$u_{\text{ср}} = \frac{d}{t_p}.$$

4. Принимают расчетную скорость точки a по условию

$$u_a \approx u_{\text{ср}}.$$

5. Строят характеристики сил сопротивления надвиганию для разных высот пропила при твердой породе и затупленных пилах ($k_p = 2$).

6. Априорно принимают точку m по условию статической устойчивости и через две точки a и m проводят параболу — попутно определяют значение силы f_c .

7. По точкам пересечения параболы и характеристик сопротивления для разных высот h (от 0 до d) определяют скорости для этих высот пропила

$$u = \frac{dl}{dt}$$

и обратные им величины $\frac{dt}{dl}$; по полученным значениям строят графики (рис. 3).

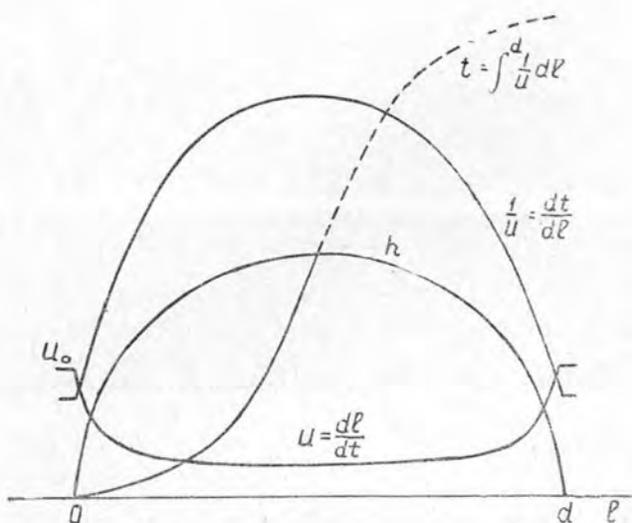


Рис. 3. Примерные кривые изменения параметров пиления при комбинированном регулировании.

8. Численным интегрированием определяют фактическое время пропила

$$t_p = 2 \int_0^{\frac{d}{2}} \frac{dt}{dl} dl$$

и расчетное фиктивное время по формуле (3).

Если фактическое время не совпадает с расчетным, то необходимо принять другое значение скорости u_m и повторить проверку.

9. Аналогично проводят расчеты характеристик и для других диаметров. Сначала определяют точки b , v и т. д., затем по найденным точкам и значениям силы f_c строят кривые, находят точки n , o и т. д. и проводят проверку на соответствие расчетных и фактических значений времени распила. Если фактическое время меньше расчетного, то необходимо уменьшить скорость при максимальной высоте пропила сдвигом влево точки f_c .

При инерционном приводе надвигания для очень большой постоянной времени привода (превышающей время пропила) скорость надвигания в процессе распила не может существенно измениться, что уравнивает такой режим пиления с вариантом работы на жесткой характеристике при регулировании по диаметру.

Однако в реальных станках постоянная времени относительно мала. Так, для пилы АЦ-3 при массе пилы с рамкой $m = 10 \text{ кг} \cdot \text{с}^2/\text{м}$ для характеристик, построенных на рис. 2, для бревна диаметром 60 см постоянная времени

$$T_{\text{и}} = m \frac{\Delta u}{\Delta f - \Delta f_{\text{сопр}}} = 10 \cdot \frac{0,05}{(7 \div 16) + 2f} = 0,015 \div 0,011 \text{ с.}$$

При такой инерционности можно пренебречь переходным процессом и полагать, что скорости равны их статическим значениям; при этом расчеты режимов проводят по методу, изложенному для варианта с безынерционным приводом надвигания.

Последующая проверка на нагрев должна проводиться для режима работы с затупленными пилами и может быть выполнена по методике, изложенной в работе [3] для регулирования по диаметру. Изменение методики заключается в том, что время пиления принимают равным фиктивному времени, определенному по формуле (3).

ЛИТЕРАТУРА

11. Вильке Г. А. Автоматизация производственных процессов лесопромышленных предприятий. М., «Лесная промышленность», 1962, 414 с. [2]. Штольцер Н. Г. Расчет режимов поперечного пиления при авторегулировании подачи в станках с безынерционными приводами резания и надвигания.—ИВУЗ, «Лесной журнал», 1975, № 4. [3]. Штольцер Н. Г. Методы расчета режимов поперечного пиления в станках с инерционными приводами.—ИВУЗ, «Лесной журнал», 1976, № 2.

Поступила 28 января 1975 г.

УДК 62-52

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОСНОВНЫХ ПАРАМЕТРОВ РАБОТЫ УСТАНОВКИ ДОПОЛНИТЕЛЬНОГО ОТБОРА ВОЗДУХА УПРОЩЕННОЙ УНИВЕРСАЛЬНОЙ ПНЕВМОТРАНСПОРТНОЙ СИСТЕМЫ С ПЛАВНО РЕГУЛИРУЕМОЙ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТЬЮ

Г. Ф. КОЗОРИЗ

Львовский лесотехнический институт

В результате проведенных теоретических исследований получены уравнения для определения потери давления в сети и скорости вращения вентилятора установки дополнительного отбора воздуха. Разработанная методика позволяет применять ЭВМ для расчетов с выбором оптимальных вариантов сети, оборудования и режимов работы.

Потери давления, которые должен компенсировать вентилятор установкой дополнительного отбора воздуха, определяются статическим давлением в коллекторе $H_{\text{ст}}$ ($\text{кгс}/\text{м}^2$), потерями давления в трубопроводе установки дополнительного отбора воздуха $H_{\text{т}}$ ($\text{кгс}/\text{м}^2$) и потерями давления в пылеуловителе $H_{\text{п}}$ ($\text{кгс}/\text{м}^2$)

$$H = H_{\text{ст}} + H_{\text{т}} + H_{\text{п}}. \quad (1)$$

Статическое давление в коллекторе (в виде сборника)

$$H_{ст} = \frac{\rho}{2} \cdot \frac{Q^2}{F_{ал2}^2}, \quad (2)$$

здесь ρ — плотность воздуха, кг · с²/м⁴;
 Q — производительность установки дополнительного отбора воздуха, м³/с;
 $F_{ал2}$ — суммарное эквивалентное отверстие ответвлений к приемникам станков, м².

Потери давления в трубопроводе установки дополнительного отбора воздуха

$$H_{т} = \frac{\rho V^2}{2} \left(\lambda \frac{l}{d} + \Sigma \xi \right) \text{ кгс/м}^2, \quad (3)$$

где v — скорость воздуха в трубопроводе, м/с;
 λ — коэффициент трения в прямом трубопроводе;
 d — диаметр трубопровода, м,
 l — длина трубопровода, м;
 $\Sigma \xi$ — сумма коэффициентов местных сопротивлений;

$$\Sigma \xi = \xi_1 + n \xi_2 + \xi_3 + \xi_4 + \xi_5,$$

здесь ξ_1 — коэффициент сопротивления входа в трубопровод установки дополнительного отбора воздуха;
 ξ_2 — коэффициент сопротивления колена (отвода) с углом 90°;
 n — количество колен (отводов) с углом 90°;
 ξ_3 — коэффициент сопротивления перехода (диффузора) между трубопроводом и входным патрубком вентилятора;
 ξ_4 — коэффициент сопротивления перехода (конфузора) между трубопроводом и выходным патрубком вентилятора;
 ξ_5 — коэффициент сопротивления перехода (диффузора) между трубопроводом и входным патрубком пылеуловителя.

Скорость воздуха в любом трубопроводе

$$V = \frac{Q}{F} = \frac{4Q}{\pi d^2}.$$

Подставив V в уравнение (3), получим

$$H_{т} = \frac{8\rho Q^2}{\pi^2} \left(\frac{\lambda \frac{l}{d} + \Sigma \xi}{d^4} \right). \quad (4)$$

Потери давления в пылеуловителе любой конструкции можно определить как потери в местном сопротивлении (если известен коэффициент сопротивления пылеуловителя)

$$H_{п} = \xi_{п} \frac{\rho V_{п}^2}{2},$$

где $\xi_{п}$ — коэффициент сопротивления пылеуловителя по отношению к скорости воздуха в его входном патрубке;

$V_{п}$ — скорость воздуха во входном патрубке пылеуловителя, м/с.

$$V_{п} = \frac{Q}{F_{п}},$$

здесь $F_{п}$ — поперечное сечение входного патрубка пылеуловителя, м².

Следовательно,

$$H_{\Pi} = \xi_{\Pi} \frac{\rho Q^2}{2F_{\Pi}^2}. \quad (5)$$

Тогда потери давления в установке дополнительного отбора воздуха

$$H = H_{\text{ст}} + \frac{8\rho Q^2}{\pi^2 d^4} \left(\lambda \frac{l}{d} + \Sigma \xi \right) + \xi_{\Pi} \frac{\rho Q^2}{2F_{\Pi}^2}$$

или

$$H = H_{\text{ст}} + Q^2 \rho \left[\frac{8}{\pi^2 d^4} \left(\lambda \frac{l}{d} + \Sigma \xi \right) + \frac{\xi_{\Pi}}{2F_{\Pi}^2} \right]. \quad (6)$$

Давление, развиваемое вентилятором, можно определить* по уравнению

$$H = A Q^2 + B n Q + C n^2, \quad (7)$$

где A, B, C — постоянные коэффициенты для каждого типоразмера вентилятора;

n — скорость вращения вентилятора, об/мин.

Следовательно, точка, характеризующая режим совместной работы вентилятора и сети, лежит в месте пересечения двух парабол: характеристики вентилятора и характеристики сети. Так как общие потери давления в сети должны компенсироваться давлением, развиваемым вентилятором, то эти давления должны быть равны.

Из равенств (6) и (7) получим

$$C n^2 + B n Q + Q^2 \left[A - \frac{8\rho}{\pi^2 d^4} \left(\lambda \frac{l}{d} + \Sigma \xi \right) - \frac{\rho \xi_{\Pi}}{2F_{\Pi}^2} \right] - H_{\text{ст}} = 0$$

или

$$n = \frac{-BQ + \sqrt{B^2 Q^2 + 4C \left\{ Q^2 \left[\frac{8\rho}{\pi^2 d^4} \left(\lambda \frac{l}{d} + \Sigma \xi \right) + \frac{\rho \xi_{\Pi}}{2F_{\Pi}^2} - A \right] + H_{\text{ст}} \right\}}}{2C}. \quad (8)$$

Заменив Q на его значение по уравнению (2) и сделав преобразования, определим

$$n = \sqrt{\frac{H_{\text{ст}}}{2\rho}} \cdot \frac{-B \cdot F_{\text{ал2}} + \sqrt{B^2 \cdot F_{\text{ал2}}^2 + 4C \left\{ F_{\text{ал2}}^2 \left[\frac{8\rho}{\pi^2 d^4} \left(\lambda \frac{l}{d} + \Sigma \xi \right) + \frac{\rho \xi_{\Pi}}{2F_{\Pi}^2} - A \right] + \frac{\rho}{2} \right\}}}{C}} \quad (9)$$

С помощью уравнений (6), (8), (9) можно определить потери давления в сети, которые должен компенсировать вентилятор установки дополнительного отбора воздуха, и скорость вращения вентилятора в упрощенных универсальных пневмотранспортных системах с плавно регулируемой производительностью.

* Козориз Г. Ф. Определение производительности давления и скорости вращения центробежных вентиляторов. — ИВУЗ, «Лесной журнал», 1971, № 3.

УДК 62-52

О РАСПРЕДЕЛЕНИИ СОРТИРУЕМЫХ МАТЕРИАЛОВ ПО ГРУППАМ НАКОПИТЕЛЕЙ

Н. А. СКУРИХИН

Ленинградская лесотехническая академия

В статье излагается метод определения плотности распределения вероятностей числа предметов, находящихся на сортировочном транспортере, при условии их адресования в накопители определенного участка транспортера.

При построении систем управления процессами сортировки используют различные принципы слежения за сортируемыми штучными материалами [4]. Сравнительный анализ таких систем требует решения вопроса о вычислении плотности распределения вероятностей числа предметов, находящихся на сортировочном транспортере и направляемых в определенные группы накопителей.

В частности, такая задача возникает при сопоставлении устройств памяти, реализованных на основе общего копирующего регистра и индивидуальных блоков слежения.

Процессы сортировки лесо- и пиломатериалов носят вероятностный характер, поэтому для решения поставленного вопроса целесообразно использовать математический аппарат теории вероятностей. Наиболее удобен и прост в данном случае метод производящих функций, поскольку случайные величины процессов сортировки могут принимать только целочисленные значения.

Сущность этого метода изложена нами ранее [2]. При решении поставленной задачи ниже приведены только формальный способ определения математического выражения и результаты его проверки.

Для определения плотности распределения представим весь путь (который проходят предметы от начала их поступления в сортировку до последнего накопителя) как последовательность отдельных участков y_1, y_2 и т. д. Пусть в пределах k -того участка располагается b накопителей с номерами $k1, k2, \dots, kb$.

Вероятности адресования предметов в накопители $k1, k2, \dots, kb$ обозначим через $p_{k1}, p_{k2}, \dots, p_{kb}$. Сумма вероятностей адресования предметов в накопители этого участка

$$\varphi_k^* = \sum_{i=1}^b p_{ki}. \quad (1)$$

На сортировочном пути от его начала до последнего накопителя k -того участка может разместиться $0, 1, 2, \dots, M_k$ предметов. Для каждого из них, находящихся в определенных местах транспортера, составляют производящую функцию.

Конкретный (в числовой записи) вид этой функции определяем следующим образом. Если предмет находится на любом месте сортировочного пути до $(k-1)$ -го участка включительно, то при условии адресования предмета в любой из накопителей k -того участка для него существует производящая функция

$$\phi_{k0}^*(s) = (1 - \varphi_k^*) + \varphi_k^* \cdot s, \quad (2)$$

где s — некоторая переменная.

Эта же функция соответствует материалам, находящимся в начале k -го участка (от последнего накопителя $k-1$ -го участка до 1-го накопителя k -го участка), то есть на интервале y_{k1}

$$\phi_{k1}^*(s) = \phi_{k0}^*(s).$$

Для предметов на интервале y_{k2} (от k_1 до k_2 накопителя) производящая функция принимает вид

$$\phi_{k2}^*(s) = (1 - \varphi_k^* + p_{k1}) + (\varphi_k^* - p_{k1}) \cdot s. \quad (3)$$

Для любого j -го интервала на участке y_k производящая функция

$$\phi_{kj}^*(s) = \left(1 - \varphi_k^* + \sum_{i=0}^{j-1} p_{ki}\right) + \left(\varphi_k^* - \sum_{i=0}^{j-1} p_{ki}\right) \cdot s. \quad (4)$$

Если на пути до последнего накопителя ($k-1$ -го участка) может разместиться m_{k0} предметов, а на интервалах $y_{k1}, y_{k2}, \dots, y_{kb}$ соответственно $m_{k1}, m_{k2}, \dots, m_{kb}$ предметов, то общая производящая функция при $p_{k0} = 0$ имеет вид

$$\begin{aligned} \Phi_k^*(s) &= [\phi_{k0}^*(s)]^{m_{k0} + m_{k1}} \cdot [\phi_{k2}^*(s)]^{m_{k2}} \cdot \prod_{j=3}^b [\phi_{kj}^*(s)]^{m_{kj}} = \\ &= \prod_{j=0}^b \left[\left(1 - \varphi_k^* + \sum_{i=0}^{j-1} p_{ki}\right) + \left(\varphi_k^* - \sum_{i=0}^{j-1} p_{ki}\right) s \right]^{m_{kj}}. \end{aligned} \quad (5)$$

После преобразования производящую функцию запишем в виде полинома степени $M_k = \sum_{i=0}^b m_i$

$$\Phi_k^*(s) = \sum_{i=0}^{M_k} \psi_{ki}^* \cdot s^i, \quad (6)$$

где ψ_{ki}^* — вероятность получить на сортировочном пути i предметов, направляемых в накопители k -го участка.

Определив плотность распределения вероятностей сортируемых предметов, нетрудно найти любую величину, характеризующую этот процесс. Например, для определения среднего числа $E(M_k)$ предметов в условиях рассматриваемого распределения достаточно продифференцировать $\Phi_k^*(s)$ по s и вычислить значение этой функции при $s = 1$

$$E(M_k) = [\Phi_k^*(s)]'. \quad (7)$$

Применение описанного метода проиллюстрируем примером. Вероятность распределения предметов по $n=10$ накопителям

$$p_{ki} = \frac{1}{n} = \frac{1}{10}.$$

Между смежными накопителями размещается только один предмет, так что

$$m_{k1} = m_{k2} = \dots = m_{kn} = 1.$$

Первые пять накопителей отнесем к 1-й группе, оставшиеся — ко 2-й группе. Производящая функция для накопителей 1-го участка ($k=1$)

$$\begin{aligned} \Phi_1^*(s) &= \prod_{j=0}^s [(1 - \varphi_1^* + \sum_{i=0}^{j-1} p_{1i}) + (\varphi_1^* - \sum_{i=0}^{j-1} p_{1i}) s]^{m_{1j}} = \\ &= (0,5 + 0,5s)(0,6 + 0,4s)(0,7 + 0,3s)(0,8 + 0,2s)(0,9 + 0,1s). \end{aligned} \quad (8)$$

Аналогично для второго участка ($k=2$)

$$\begin{aligned} \Phi_2^*(s) &= \prod_{j=0}^s [(1 - \varphi_2^* + \sum_{i=0}^{j-1} p_{2i}) + (\varphi_2^* - \sum_{i=0}^{j-1} p_{2i}) s]^{m_{2j}} = \\ &= (0,5 + 0,5s)^6 \cdot (0,6 + 0,4s) \cdot (0,7 + 0,3s) \cdot (0,8 + 0,2s) \cdot (0,9 + 0,1s), \end{aligned} \quad (9)$$

так как $m_{20} = 5$, а $m_{21} = m_{22} = \dots = m_{25} = 1$.

Представив функции $\Phi_1^*(s)$ и $\Phi_2^*(s)$ в виде многочленов, определяем коэффициенты ψ^* при различных степенях s . Эти коэффициенты являются вероятностью наличия на сортировочном пути предметов, направляемых в накопители участков 1 и 2, число которых равно i . Их значения приведены в графах 2 и 4 табл. 1. В графе 6 указаны вероятности ψ_i одновременного нахождения на сортировочном транспортере ($k = \Sigma$) предметов, распределяемых по всем накопителям (ψ_i определены по методике, описанной в работе [2]).

Для практической проверки предлагаемого метода была использована экспериментальная модель определения плотности распределения предметов, находящихся на сортировочном транспортере и адресованных: 1) в любой из 10 накопителей транспортера; 2) в первую и вторую группы из 5 накопителей каждая.

Таблица 1

i	k=1		k=2		k=Σ	
	ψ_i^*	$\psi_{i\partial}$	ψ_i^*	$\psi_{i\partial}$	ψ_i	$\psi_{i\partial}$
1	2	3	4	5	6	7
0	0,1512	0,1610	0,00472	0,0060	—	—
1	0,3714	0,3920	0,03523	0,0485	0,00036	0
2	0,3274	0,3050	0,11551	0,1005	0,00700	0,0055
3	0,1274	0,1195	0,21845	0,2110	0,04820	0,0480
4	0,0214	0,0200	0,26258	0,2430	0,15970	0,1600
5	0,0012	0,0025	0,20826	0,2180	0,28474	0,2870
6	—	—	0,10945	0,1220	0,28474	0,2850
7	—	—	0,03720	0,0365	0,15970	0,1580
8	—	—	0,00770	0,0120	0,04820	0,0490
9	—	—	0,00086	0,0025	0,00700	0,0070
10	—	—	0,00004	0	0,00036	0,0005
	1,0000	1,0000	1,00000	1,0000	1,00000	1,0000

Данная модель соответствует сортировочному транспортеру пиломатериалов или бревен, содержащих 10 накопителей, равномерно расположенных вдоль транспортера. Сортируемые материалы поступают на транспортер строго периодически и между двумя соседними накопителями может размещаться только один сортируемый предмет. На практике перемещение пиломатериалов на поперечных сортировочных транспортерах осуществляется обычно крюками, расположенными на одинаковом расстоянии друг от друга; при сортировке бревен на продольных транспортерах такая ситуация встречается реже. При рассмотрении данного вопроса такие параметры сортировочных потоков, как скорость перемещения, производительность, емкость накопителей и т. п., во внимание не принимают. Модель отражает ситуацию ритмичной систематической подачи сортируемых предметов (на каждый

крюк поступает доска), позволяющую получить наибольшее количество предметов на транспортере.

Равномерный закон распределения предметов по 10 адресам обеспечивался использованием таблицы случайных чисел [1]. Каждая цифра табл. 1 определяет номер накопителя (цифре 0 соответствует десятый накопитель). Цифры выбирали с постоянным шагом, что соответствовало вероятности поступления на транспортер сортируемых предметов, равной 1. Принимали, что между двумя соседними накопителями можно разместить только один сортируемый предмет.

Следовательно, длительность (в шагах) пребывания предмета на сортировочном пути определяется номером накопителя, в который он адресуется. Графически длительность изображали траекториями (прямыми линиями), расположенными под углом к оси поступлений (рис. 1).



Рис. 1.

Такой способ изображения позволил просто определить число траекторий, относящихся к определенной группе накопителей или ко всем накопителям транспортера, имеющимся на каждом шаге, то есть число пересечений этих траекторий. Количеством траекторий, попадающих в одно пересечение, определяется число сортируемых предметов, имеющих в данный момент на транспортере.

Рассмотрев этот процесс на примере поступления около 2000 предметов (что соответствовало установившемуся режиму) и подсчитав число пересечений, соответствующих 0, 1, 2, ..., 10 траекториям в одном пересечении, определяем плотность распределения частостей нахождения на сортировочном пути определенного числа предметов. Значения этих частостей ψ_{i0}^* и ψ_{i0} приведены в графах 3, 5 и 7 табл. 1.

Сопоставление граф 2 и 3, 4 и 5, 6 и 7 этой таблицы показывает хорошее согласование теоретических значений вероятностей и частостей. На рис. 2 представлены графики плотности вероятностей, построенные по значениям, приведенным в табл. 1.

Нетривиален результат распределения среднего числа $E(M_{\Sigma})$ предметов, находящихся на сортировочном пути при условии их адресова

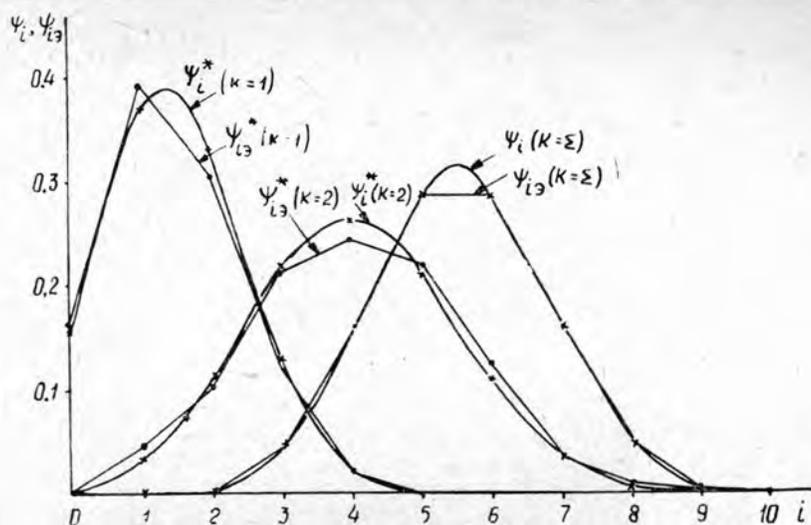


Рис. 2.

ния во все накопители ($k = \Sigma$), на среднее количество $E(M_1)$ предметов, направляемых в первую половину накопителей ($k = 1$), и среднего количества предметов $E(M_2)$, адресуемых в оставшиеся накопители ($k = 2$). Для данного примера $E(M_2) = 5,50$; $E(M_1) = 1,50$ и $E(M_2) = 4,0$.

Используя изложенную в данной работе методику определения плотности вероятностей для различных групп накопителей, можно определить среднее число блоков слежения, относящихся к различным группам накопителей, а следовательно, и решить вопрос о более целесообразном способе построения устройств слежения в системах управления процессами сортировки. Метод определения среднего числа блоков слежения в отдельных группах изложен в работе [3].

Если необходимо определить число блоков в группе N_k , которое обеспечивало бы слежение за сортируемыми предметами, адресуемыми в накопители этой группы, с вероятностью, равной, например, 0,997, достаточно воспользоваться равенством

$$N_k = E(M_k) + 3\sqrt{D(M_k)}, \quad (10)$$

где $E(M_k)$ и $D(M_k)$ — дисперсии; и находят из уравнения плотности распределения вероятностей (6).

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Митропольский А. К. Техника статистических вычислений. М., «Наука», 1971. [2]. Скурихин Н. А. Вероятностный анализ процесса сортировки. — ИВУЗ, «Лесной журнал», 1975, № 1. [3]. Скурихин Н. А. Построение системы управления сортировкой с минимальным объемом памяти. Механизация и автоматизация деревообрабатывающих производств. — Межвузовский сборник научных трудов по механической технологии древесины. СТИ, Красноярск, 1975. [4]. Штольцер Н. Г. Автоматизация управления сортировками штучных тел. М., «Лесная промышленность», 1972.

Поступила 24 апреля 1975 г.

ЭКОНОМИКА И ОРГАНИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВА

УДК 634.0.6.003.13

**ЭФФЕКТИВНОСТЬ КОМПЛЕКСНОГО МНОГОПЛАНОВОГО
ЛЕСНОГО ХОЗЯЙСТВА
И ПУТИ ЕГО ДАЛЬНЕЙШЕГО СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ
В СССР***И. В. ВОРОНИН*

Воронежский лесотехнический институт

На основании данных по Гослесхозу СССР, союзным республикам и пяти отдельным предприятиям показана эффективность комплексных предприятий лесного хозяйства и высказаны рекомендации по их развитию и совершенствованию.

В Советском Союзе лесное хозяйство ведется на громадной территории — на площади более 1229 млн. га. Экономические и естественно-исторические условия в лесах нашей страны настолько различны, что не могут быть стандартными и шаблонными не только технологические приемы, но и организационные формы управления.

В лесах I и II групп за последние 10 лет широкое развитие получила комплексная форма ведения лесного хозяйства. Под комплексным, или многоплановым, лесным хозяйством принято понимать лесное предприятие многоотраслевого типа, имеющее своей основной задачей наиболее полное использование земель лесного фонда. Производственная деятельность такого предприятия направлена и на выращивание леса, и на использование всех его полезностей на основе комплексной механизации лесохозяйственных процессов и лесоэксплуатации. Как более высокий тип постоянно действующего предприятия комплексное хозяйство должно не только полно и рационально использовать естественное плодородие лесных земель, но и повышать его.

Для лесов III группы как освоенных, так и резервных, в которых преобладают спелые и перестойные насаждения, принцип комплексности не может быть применен с таким же успехом. Прав Т. С. Лобовиков [3], который после обстоятельных расчетов и всестороннего анализа пришел к выводу, что идея о постоянно действующих предприятиях лесной промышленности для многолесных районов нереальна.

Режим постоянной эксплуатации экономически оправдан и подлежит осуществлению в лесах, где расчетная лесосека не больше годичного прироста, то есть нет подавляющего преобладания спелых и перестойных насаждений.

В условиях социализма эффективность той или иной формы ведения лесного хозяйства определяется прежде всего тем, насколько она способствует выполнению задач, поставленных перед этой отраслью народнохозяйственным планом. В Директивах XXIV съезда КПСС на девятую пятилетку (1970—1975 гг.) были поставлены задачи: «Улучшить ведение лесного хозяйства на основе повышения уровня его технического оснащения, более полно использовать лесные ресурсы и зем-

ли государственного лесного фонда, повысить продуктивность и качественный состав лесов».

Выявление этих показателей важно как по отрасли в целом, так и по отдельным предприятиям. Проведенные нами обобщения результатов комплексного ведения лесного хозяйства основывались на материалах по отрасли в целом и по республикам, опубликованных в работах Г. И. Воробьева [1], Б. Н. Лукьянова [4], Г. А. Душина [2], Н. М. Прилепо [6], В. А. Николаюка [5] и др., и на показателях детального изучения базисных предприятий: Кададинского комбината Пензенской области, Бобровского комбината, Теллермановского и Анненского мехлесхозов Воронежской области и Льговского опытно-показательного лесхоза Курской области.

В целом по лесному хозяйству, находящемуся в ведении Гослесхоза СССР, за 1970—1975 гг. все основные работы по лесовосстановлению, осушению, лесоустройству, уходу за лесом выполнены с превышением плановых заданий [1]. Освоено 1,2 млрд. р. капитальных вложений. Это значит, что техническая оснащенность лесного хозяйства за пять лет удвоилась по сравнению с 1968 г., когда начался массовый переход предприятий на комплексное ведение хозяйства и новые методы планирования и экономического стимулирования.

Таких темпов роста технического оснащения лесное хозяйство еще не знало. За пять лет производство промышленной продукции в лесном хозяйстве возросло на 34% против 26% по плану, объем реализованной продукции составил 7,2 млрд. р., а сумма прибыли — 1,7 млрд. р. Товаров народного потребления, изделий производственного назначения и пищевых продуктов в 1975 г. реализовано на сумму 592 млн. р. Прирост за пять лет составил 266 млн. р., или 82% [2].

Как же такой бурный темп развития промышленного производства отразился на состоянии лесного фонда? По данным В. А. Николаюка [5], с 1966 г. по 1972 г. покрытая лесом площадь возросла на 22 млн. га, а площадь лесных культур — в 1,5 раза. Площадь лесов I группы увеличилась на 21 млн. га, а площадь лесов II группы сократилась. Улучшился породный состав за счет увеличения площади хвойных лесов на 21 млн. га, в том числе сосны — на 7 млн. га. Площадь спелых насаждений сократилась на 6%, одновременно возросла площадь молодняков — на 5% и средневозрастных — на 1%. Таким образом, возрастной состав лесов стал более равномерным.

Средний прирост древесины возрос на 37 млн. м³, в том числе хвойных — на 23 млн. м³. В европейской части СССР, где и организованы комплексные хозяйства, средний прирост древесины на 1 га возрос с 1,8 до 2,0 м³.

Таким образом, развитие комплексного лесного хозяйства и расширение промышленного производства в лесхозах не только не ухудшили состояние лесного фонда, а, как правило, способствовали его улучшению.

Более наглядно это отражается в показателях по отдельным республикам и предприятиям. В лесном хозяйстве Украинской ССР выпуск промышленной продукции с 1966 г. удвоился. Вместе с этим общая площадь лесов увеличилась на 615 тыс. га, или на 12%; покрытая лесом площадь возросла на 817 тыс. га, или на 21%; посажено леса 1700 тыс. га; поступление древесины от рубок ухода за лесом увеличилось в 2,4 раза, при этом средний прирост древесины возрос на 24% [4].

По лесхозам Российской Федерации общий объем товарной продукции за период с 1966 г. по 1975 г. возрос с 601 млн. р. до 1 млрд. р.

Выпуск изделий производственного назначения, товаров народного потребления и пищевых продуктов возрос с 133 до 406 млн. р. При этом размер операционных затрат на лесовыращивание увеличился с 300 до 500 млн. р., капитальных вложений — с 93 до 170 млн. р. Осушение земель лесного фонда возросло с 37 до 200 тыс. га. Особенно показателен вклад в сельское хозяйство, для которого произведено хвойно-витаминной муки 93 тыс. т, кормовых дрожжей — 4 тыс. т. и пищевых продуктов — на сумму более 200 млн. р. Развернутое строительство цехов по переработке продуктов побочного пользования лесом позволило в 1974 г. выпустить: плодов и ягод — 18 тыс. т, меда — 913 т, соков — 8 тыс. т, консервированных продуктов леса — 11 млн. банок.

Наиболее характерны показатели по Бобровскому комбинату Воронежской области, который в числе первых предприятий лесного хозяйства в 1966 г. был переведен на новую систему планирования и экономического стимулирования, предоставив широкие возможности развития комплексного лесного хозяйства.

Лесхоз имеет ограниченную сырьевую базу. Расчетная лесосека снизилась с 33,4 тыс. м³ в 1966 г. до 25,8 тыс. м³ в 1972 г., тем не менее выпуск продукции, прибыль, производительность труда и основные фонды росли на протяжении всего десятилетия (табл. 1).

Таблица 1

Показатели	Единица измерения	1965 г.	1970 г.	1974 г.
Промышленное производство	%	100	240	528
Прибыль	"	100	300	530
Производительность труда	"	100	140	180
Основные фонды	тыс. р.	322	—	1574
Выпуск продукции на 1 га лесного фонда	р.	34	81	130

Но в развитии комплексного лесного хозяйства в СССР имеется еще много проблемных вопросов и недостатков. Рассмотрим пути совершенствования комплексных хозяйств на примере ряда базисных предприятий, характеристика которых (по состоянию на 1 января 1972 г.) дана в табл. 2.

Обеспеченность основными фондами комплексных хозяйств в переводе на 1 га общей площади лесного фонда колеблется от 9,8 до 96,6 р. Разработанные Союзинролесхозом нормы удельных капитальных вложений при планировании не используются, и одни предприятия имеют основные фонды выше норм, а другие работают в условиях слабой оснащенности.

Наиболее важными показателями эффективности комплексного лесного хозяйства следует признать выпуск продукции хозрасчетных производств, приходящийся на 1 га лесного фонда, на 1 м³ лесосечного фонда и на 1 р. основных фондов. Самые высокие показатели по выпуску продукции хозрасчетного производства дает Бобровский лесокombинат (табл. 2); на 1 га лесного фонда — 83,8 р.; на 1 м³ лесосечного фонда — 31 р. и на 1 р. основных фондов — 1,01 р. Кададинский лесокombинат при самой высокой обеспеченности основными фондами на 1 га лесной площади в 96,6 р. дает продукции хозрасчетных производств на 1 га лесного фонда всего 54,2 р.; на 1 м³ лесосечного фонда — 16,5 р. и на 1 р. основных фондов — 0,56 р.

Показатель фондоотдачи (выпуск продукции на 1 р. основных фондов) для лесного хозяйства не характерен. Из данных табл. 2 вид-

Таблица 2

Показатели	Единица измерения	Кадалинский лесокомбинат	Бобровский лесокомбинат	Теллермановский леспромхоз	Льговский мехлесхоз	Анинский мехлесхоз
1. Основные фонды	тыс. р.	96,6	81,6	33,5	26,1	9,8
2. Операционные затраты	"	6,4	10,7	8,9	5,6	7,3
3. Содержание лесхозов	"	1,6	2,6	2,4	2,7	3,9
4. Затраты труда	чел.-дн.	1,2	4,6	1,1	1,1	1,4
5. Мобилизация собственных средств	р.	2,0	5,3	6,3	2,9	3,9
6. Лесной доход	"	6,9	3,2	6,3	2,8	7,1
7. Пользование древесиной	м ³	3,3	2,7	1,5	0,7	1,7
8. Продукция по хозрасчету на 1 м ³ лесосечного фонда	р.	16,5	31,0	10,0	32,0	16,0
на 1 р. основных фондов	"	0,56	1,01	0,48	0,85	2,7
на 1 га лесного фонда	"	54,2	83,8	16,1	22,9	27,0
9. Общая площадь	тыс. га	96,3	24,2	38,3	37,6	16,7
10. Состав по породам						
хвойные	%	50	49	11	7	16
твердолиственные	"	9	21	68	73	60
мягколиственные	"	41	30	21	20	24
11. Состав по возрасту						
молодняки	%	32	58	30	66	34
средневозрастные	"	25	26	38	21	35
приспевающие	"	17	7	13	6	16
спелые	"	26	9	19	7	15
12. Изменения в лесном фонде по годам		1962—1972	1917—1972	1959—1962	1961—1972	1957—1967
покрытая лесом площадь	%	- 1,7	+ 3,8	- 0,2	+ 10,8	- 3,6
лесные культуры	"	+ 6,1	+ 11,1	+ 6,5	+ 0,8	+ 1,7
не покрытая лесом площадь	"	- 0,7	- 1,9	+ 1,3	- 2,9	+ 2,4
нелесная площадь	"	+ 0,8	- 1,9	- 1,1	+ 2,9	-
общая площадь	тыс. га	+ 3,1	+ 3,9	- 1,1	+ 0,5	-

Примечание. Показатели 1—7 в переводе на 1 га общей площади

но, что наибольшая величина фондоотдачи (2,7 р.) получилась в Аннинском лесхозе, имеющем меньше всего основных фондов (9,8 р. на 1 га лесного фонда). Объясняется это тем, что в продукцию хозрасчетного производства лесхозов включается продукция, для изготовления которой не требуется сложного оборудования и машин, например, заготовка метел, веников, сбор диких плодов, семян и т. д.

К ошибочным выводам может привести и механическое перенесение показателя рентабельности из промышленного производства. В предприятиях лесного хозяйства одно производство (по выращиванию леса) находится на государственном бюджетном финансировании, второе — хозрасчетное промышленное и сельскохозяйственное производство. В связи с этим часто в хозрасчетном производстве часть труда работников лесхоза, лесничеств и лесной охраны оплачивается из бюджета, и фактическая себестоимость продукции искусственно занижается, а рентабельность завышается.

Исходя из основной задачи комплексного лесного хозяйства главным показателем эффективности должна явиться степень использования потенциальной комплексной продуктивности конкретного хозяйства. Фактическое и оптимальное распределение площадей (тыс. га) по породам представлено в табл. 3.

Таблица 3

Порода	Кадалинский лесокомбинат	Бобровский лесокомбинат	Теллермановский леспромхоз	Льговский мехлесхоз	Аннинский мехлесхоз
	Сосна	$\frac{43,6}{61,3}$	$\frac{7,9}{10,1}$	$\frac{3,5}{6,3}$	$\frac{2,6}{3,4}$
Дуб высокоствольный	$\frac{0,3}{18,0}$	$\frac{3,2}{1,1}$	$\frac{12,4}{15,5}$	$\frac{12,1}{13,1}$	$\frac{4,3}{7,3}$
	$\frac{7,8}{3,0}$	—	$\frac{7,9}{4,5}$	$\frac{8,0}{9,0}$	$\frac{5,2}{3,2}$
Дуб низкоствольный	$\frac{33,2}{2,6}$	$\frac{5,2}{4,0}$	$\frac{8,2}{5,7}$	$\frac{8,1}{5,3}$	$\frac{4,3}{2,2}$
	Итого	84,9	16,3	32,0	30,8

Примечание. В числителе фактическое распределение площадей, тыс. га; в знаменателе — возможное.

Данные о потенциальной и фактической продуктивности 1 га представлены в табл. 4.

Таблица 4

Хозсекция	Кадалинский лесокомбинат		Бобровский лесокомбинат		Теллермановский леспромхоз		Льговский мехлесхоз	
	р.	%	р.	%	р.	%	р.	%
	Хвойная	$\frac{48}{123}$	$\frac{39}{100}$	$\frac{45}{114}$	$\frac{39}{100}$	$\frac{5}{345}$	$\frac{1}{100}$	$\frac{6}{73}$
Твердолиственная	$\frac{43}{75}$	$\frac{57}{100}$	$\frac{54}{96}$	$\frac{56}{100}$	$\frac{24}{56}$	$\frac{43}{100}$	$\frac{29}{52}$	$\frac{56}{100}$
	$\frac{61}{119}$	$\frac{51}{100}$	$\frac{37}{75}$	$\frac{49}{100}$	$\frac{81}{167}$	$\frac{48}{100}$	$\frac{23}{118}$	$\frac{19}{100}$

Примечание. В числителе данные фактической продуктивности; в знаменателе — потенциальной.

Если с этими показателями подойти к изученной нами работе передовых предприятий, то картина получается мало утешительная (табл. 3 и 4). Фактический выход товарной продукции составляет 42—57% от потенциально возможного. Объясняется это тем, что наиболее полно в комплексных хозяйствах используется только древесина. Продукты побочного и промежуточного пользования лесом (живица, осмол, плоды, грибы, лекарственное и техническое сырье, продукты охоты и т. д.) или совсем не вошли еще в состав продукции некоторых хозяйств, или составляют ничтожную величину от потенциально возможного количества. Больше того, ни в одном хозяйстве нет технического проекта по организации комплексного хозяйства. В лучшем случае составляются технические проекты на отдельные части этого хозяйства (нижний склад, цех переработки, грибоварный цех и др.) без выявления и организации сырьевой базы. Отставание проектной документации — серьезный недостаток в организации комплексного хозяйства.

В целях дальнейшего развития и совершенствования комплексного лесного хозяйства необходимо:

1) повысить точность инвентаризации лесного фонда, добываясь выявления сырьевых баз для всей комплексной продукции;

2) дополнить таблицы хода роста нормативными показателями всей древесной массы, а также валовой и товарной продукции побочного и промежуточного пользования лесом по основным типам леса и лесорастительным зонам;

3) предусмотреть составление технических проектов организации комплексных хозяйств на базе комплексной механизации и передовой технологии с расчетом потребных основных фондов и технологии по воспроизводству не только древесных запасов, но и других полезных лесов. В целях повышения рентабельности отдельных видов производств, например, воспроизводства и заготовки грибов, ягод, необходимо использовать добровольные общества из числа любителей-сборщиков и спроектировать лагеря отдыха и труда для учащихся и студентов;

4) в научных разработках, а также в практике организации многопланового (комплексного) лесного хозяйства в нашей стране и за рубежом неизменно отмечается неизбежность возникновения противоречий между себестоимостью и рентабельностью промышленной продукции, с одной стороны, и рациональным использованием лесных ресурсов и земель лесного фонда, с другой. Для устранения этих противоречий должен быть установлен объективный и эффективный контроль. И, наконец, должны быть исправлены недостатки в планировании, когда предприятия получают задания по выработке сортиментов, не увязанные с качеством лесосечного фонда.

ЛИТЕРАТУРА

11. Воробьев Г. И. Новые задачи лесоводов. — «Лесное хозяйство», 1976, № 2.
12. Душин Г. А. Товарам из древесины широкую дорогу. — «Лесное хозяйство», 1975, № 12.
13. Лобовников Т. С. Нужны ли постоянно действующие леспромхозы в многолесных районах. — «Лесная промышленность», 1959, № 11.
14. Лукьянов Б. Н. Трудовой вклад предприятий Украины. — «Лесное хозяйство», 1976, № 12.
15. Николаюк В. А. Изменения в лесном фонде в результате хозяйственной деятельности. — «Лесное хозяйство», 1975, № 7.
16. Прилепо Н. М. Повышать эффективность комплексных лесных предприятий. — «Лесное хозяйство», 1975, № 8.

УДК 634.0.68.003.13

ОБ ЭФФЕКТИВНОСТИ УПРАВЛЕНЧЕСКОГО ТРУДА НА ЛЕСОЗАГОТОВИТЕЛЬНОМ ПРЕДПРИЯТИИ

Л. Б. ИВАНОВ, А. А. ШИРЯЕВА

Ленинградская лесотехническая академия

Рассматриваются методы оценки эффективности управленческого труда по предприятию в целом и по отделам сбыта на примере предприятий объединения «Ленлес».

Задача повышения эффективности общественного производства относится к числу главных в экономике развитого социализма. В ее решении важное значение имеют вопросы управления промышленным производством. Оценка эффективности управленческого труда — сложная проблема, до настоящего времени не получившая разрешения в теории и практике.

Предметом труда в управлении является информация. Управленческий труд заключается в сборе, передаче, накоплении и обработке информации, подготовке и принятии управленческих решений, организации и контроле за их исполнением.

Решения — продукт управленческого труда. Ряд авторов (Г. Э. Слезингер, А. З. Ардабьев, В. К. Квартовкин и др.) предлагают определять производительность управленческого труда по количеству принятых решений. Это мало убедительно, так как реальное значение имеет не количество решений или управленческих действий, а их результат, воздействие на конечные показатели деятельности предприятия.

В общем виде эффективность определяется отношением эффекта к затратам. Эффективность управленческого труда соответственно равна

$$e_y = \frac{\mathcal{E}}{C_{a.y}},$$

где e_y — эффективность управленческого труда;

\mathcal{E} — величина полученного эффекта, тыс. р.;

$C_{a.y}$ — сумма затрат на управление производством, тыс. р.

Если выделить затраты на управление из общих расходов предприятия не сложно, то определение эффекта — трудная методологическая проблема. Во взглядах на ее решение нет единства.

Ряд исследователей (В. И. Олигин-Нестеров, Б. Б. Гинцбург и др.) полагают, что необходимо выявить влияние управления на конечные результаты производственно-хозяйственной деятельности предприятия и из общего эффекта выделить ту часть, которая образуется под непосредственным воздействием управления. Такая задача неразрешима и в своей постановке противоречит современным представлениям об управлении как неотъемлемом условии производства, без которого невозможен производственный процесс.

Управленческий труд «...устанавливает согласованность между индивидуальными работами и выполняет общие функции, возникающие из движения всего производственного организма...» Эффект про-

изводства есть результат кооперированного, обобщественного труда и полностью, а не частично, результат управления производством.

Это значит, что для определения эффективности управления затраты на него необходимо сопоставлять с эффектом производства в целом, а не выделять какую-либо его часть.

Показатель экономической эффективности управления выражается отношением конечных результатов производства (объем товарной, реализованной или чистой продукции и т. п.) к затратам в сфере управления.

Однако управленческий труд непосредственно не создает конечного продукта. Его задача соединить воедино разрозненные трудовые процессы, обеспечить условия нормального функционирования всех элементов системы производства и управления. При определении эффекта на единицу затрат на управление создается впечатление, что полученный эффект формируют собственно затраты на управление. А это неверно. Методологически правильнее для сравнительной оценки экономической эффективности управления определять обратную величину — удельные затраты на управление, затраты на единицу полученного эффекта. Отраслевые нормативы удельных затрат на управление могут быть использованы при проектировании нового предприятия и объединения, а также для совершенствования действующих систем.

В табл. 1 приведены результаты расчета удельных затрат на управление по леспромхозам объединения «Ленлес» по данным отчетов за 1974 г. В качестве результатов и эффекта производства приняты товарная, реализованная, условно-чистая, чистая продукция и балансовая прибыль. Удельные затраты выражены в процентах.

Таблица 1

Леспромхозы	Удельные затраты на управление, % к				
	товарной продукции	реализованной продукции	условно-чистой продукции	чистой продукции	балансовой прибыли
Винницкий	3,2	3,2	4,5	5,6	14,3
Волосовский	2,9	3,0	4,0	4,7	23,3
Ефимовский	2,9	3,1	4,5	5,2	17,8
Кингисеппский	3,7	3,8	5,4	6,7	42,1
Киришский	2,8	2,9	3,6	4,1	17,6
Красноборский	3,8	3,6	5,5	6,5	17,2
Лодейнопольский	3,1	3,4	4,4	5,2	19,8
Оятский	3,5	3,2	4,2	5,3	19,2
Подборовский	3,4	3,5	4,8	5,6	30,4
Подпорожский	3,2	3,3	4,3	5,1	16,3
Тихвинский	3,9	3,9	5,1	6,5	148,6
Тосненский	3,4	3,4	4,7	5,4	25,5

На величину этих затрат, при фиксированном объеме вывозки, решающее влияние оказывает сортиментная структура продукции, определяющая общую сумму товарной или реализованной продукции. Заготовка дефицитных сортиментов, а также повышение выхода готовой продукции из единицы заготовленного сырья, в том числе производство технологической щепы из отходов и дровяной древесины, увеличивают результаты и эффект производства и, следовательно, снижают удельные затраты на управление. Затраты на управление опре-

* Маркс К. и Энгельс Ф. Соч., т. 23, с. 342.

деляются, кроме прочего, уровнем концентрации производства и его структурой. В целом на удельные затраты влияет множество взаимосвязанных факторов производства и управления.

Задача состоит в выявлении степени влияния важнейших факторов производственно-хозяйственной деятельности на экономичность управления.

Наибольший разброс показателей удельных затрат на управление отмечается по условно-чистой (от 3,6 до 5,5%) и чистой (от 4,1 до 6,7%) продукции. Чистая продукция характеризует вновь созданную стоимость. Исчисленные по ней удельные затраты на управление дают достаточный для аналитических целей и ранжирования предприятий разброс показателей, поэтому могут быть рекомендованы для сравнительного анализа. На величину балансовой прибыли лесозаготовительных предприятий большое влияние оказывает непромышленная деятельность. Отсюда значительные колебания (от 14,3 до 148,6%) удельных затрат, исчисленных по балансовой прибыли. Последние менее всего пригодны для сравнительной оценки.

Кроме интегральной оценки эффективности управленческого труда по предприятию в целом, важное значение имеет оценка эффективности труда коллективов отдельных функциональных подразделений, а также индивидуального труда руководителей, специалистов и технических исполнителей.

Для оценки эффективности подразделений выделяют цели, поставленные перед отделом, и средства их достижения.

В общем виде показатель эффективности работы отдела

$$\mathcal{E}_0 = \frac{\mathcal{E}_0}{n},$$

где \mathcal{E}_0 — показатель эффективности работы отдела;

\mathcal{E}_0 — величина полученного эффекта;

n — относительные затраты на достижение поставленных перед отделом целей.

В зависимости от функциональных задач, поставленных перед отделом, величина эффекта в числителе формулы может быть выражена различными показателями. Институт экономики АН УССР предлагает, например, для отделов сбыта формулу

$$\mathcal{E}_0 = \frac{\sqrt[3]{K_1 K_2 K_3}}{n},$$

где K_1, K_2, K_3 — коэффициенты, характеризующие соответственно степень реализации продукции на определенный момент времени, степень соблюдения норматива по готовой продукции, непроизводительные затраты;

n — относительные затраты на достижение целей, стоящих перед отделом сбыта.

В табл. 2 в качестве примера приведены показатели эффективности работы отделов сбыта леспромхозов объединения «Ленлес» за 1974 г.

На показатели эффективности решающее влияние оказывает уровень выполнения плана по вывозке древесины. В конечном итоге он определяет величину всех трех коэффициентов — K_1, K_2, K_3 . При невыполнении плана по вывозке отдел сбыта не может добиться высоких показателей работы: нет ресурсов для сбыта и, как следствие, не соблюдается норматив по готовой продукции на складе, растут непроиз-

Таблица 2

Леспромхозы	Выполнение плана по вывозке, %	Показатели эффективности работы отдела сбыта	
		Э ₀	откорректированный Э ₀
Винницкий	99,7	1,00	1,00
Волосовский	104,3	0,97	0,94
Ефимовский	103,1	0,92	0,87
Кингисеппский	92,8	1,08	1,13
Киришский	99,8	0,97	0,97
Красноборский	105,2	1,07	1,06
Лодейнопольский	105,3	0,96	0,95
Оятский	114,9	0,96	0,91
Подборовский	97,6	0,90	0,90
Подпорожский	105,1	1,00	0,99
Тихвинский	92,7	0,91	0,93
Тосненский	98,9	1,12	1,12

водительные затраты из-за несвоевременной поставки продукции потребителям (штрафы, пени, неустойки и т. п.).

Таким образом, предложенный метод дает объективную оценку качества работы отделов сбыта только при выполнении и перевыполнении плана производства; при невыполнении плана эффективность работы отделов сбыта снижается по не зависящим от него причинам.

Коэффициент K_1 , характеризующий степень реализации продукции, равен

$$K_1 = \frac{P_{\phi}}{P_{\pi}},$$

где P_{ϕ} и P_{π} — соответственно фактический и плановый объемы реализации продукции, тыс. р.

Отмеченные выше недостатки устраняются, если в этой формуле плановый объем реализации P_{π} заменить показателем P_x , который характеризует объем продукции, предложенный производством к реализации.

Это можно проиллюстрировать на условном примере. Планом предусмотрено реализовать продукцию P_{π} на сумму 100 тыс. р. Произведено продукции для реализации P_x на сумму 90 тыс. р. Фактически отделом сбыта реализовано P_{ϕ} на сумму 85 тыс. р. Продукция на сумму 5 тыс. р. осела на складе.

По методике Института экономики АН УССР,

$$K_1 = \frac{P_{\phi}}{P_{\pi}} = \frac{85}{100} = 0,85$$

По откорректированному расчету,

$$K_1^0 = \frac{P_{\phi}}{P_x} = \frac{85}{90} = 0,95.$$

Показатель K_1^0 более точно характеризует качество работы отдела сбыта и устраняет влияние на коэффициент эффективности причин, не зависящих от отдела.

Фактическая реализация продукции сверх величины P_x осуществляется за счет снижения остатков готовой продукции на складе, что отражается величиной коэффициента K_2 .

Поступила 2 февраля 1976 г.

УДК 634.0.6

ОБ ИСПОЛЬЗОВАНИИ И УЧЕТЕ ОСНОВНЫХ ФОНДОВ В ЛЕСНОМ ХОЗЯЙСТВЕ

М. Д. НЕКРАСОВ

Карельский филиал АН СССР

Рассматривается структура, использование и учет основных фондов лесного хозяйства Карельской АССР в динамике. Ставится вопрос о необходимости совершенствования учета основных фондов в бюджетной деятельности, что позволит получать более полную информацию о структуре фондов, улучшить анализ их использования.

Основные фонды играют немаловажную роль в лесохозяйственном производстве, отличающемся размещением на значительной территории, удаленностью от крупных населенных пунктов, слабой концентрацией средств производства.

Структура основных фондов лесного хозяйства зависит от особенностей данной отрасли производства, размера предприятий, географического размещения производства, технического уровня предприятий и формы организации производства [1].

На примере лесного хозяйства Карельской АССР рассмотрим структуру, использование и учет основных фондов. Обеспеченность лесхозов основными фондами на предприятиях Минлесхоза КАССР возросла с 2 млн. р. в 1965 г. до 9,2 млн. р. в 1972 г. На 1 га лесной площади приходилось соответственно 0,2 и 0,96 р. В то же время оснащенность лесного хозяйства основными фондами, по сравнению с аналогичным показателем для Центра и Юга европейской части СССР (5—8 р./га) [3], явно недостаточна.

Таблица 1

Группы основных фондов	Основные фонды лесного хозяйства по видам деятельности			
	лесохозяйственной		хозрасчетной	
	на 1. I. 58 г.	на 1. I. 72 г.	на 1. I. 66 г.	на 1. I. 72 г.
Здания	61,7	56,1	17,8	24,8
Сооружения	4,2	1,9	7,0	3,9
Передаточные устройства	4,0	0,1	—	0,4
Силовые машины и оборудование	0,8	3,4	3,2	5,0
Рабочие машины и оборудование	5,3	29,4	37,4	45,1
Транспортные средства	13,5	6,5	29,5	20,6
Инструменты	—	—	—	—
Производственный и хозяйственный инвентарь	10,5	2,6	5,1	0,2
Всего	100,0	100,0	100,0	100,0
В том числе активная часть	19,6	39,3	70,1	70,7

Отличительная особенность структуры основных фондов лесного хозяйства Карелии (по основной деятельности) — большая доля зданий и сооружений, превышающая 50% (табл. 1). Эта группа включает производственные здания и сооружения, а также часть жилого фонда, например, кордоны и квартиры лесничих, расположенные, как правило, в зданиях контор.

Если из группы зданий исключить лесные кордоны, то доля этой группы уменьшится на 4,5%, а доля активной части основных фондов повысится на 3,2%.

В 60-е годы второе место занимали транспортные средства, в настоящее время — машины и оборудование. Существенно возросла доля активной части основных фондов, однако в основной госбюджетной деятельности лесного хозяйства она значительно ниже, чем в хозрасчетной (подсобной).

В структуре основных производственных фондов промышленного производства, которые участвуют отдельно, преобладает активная часть фондов. Доля машин и оборудования за 7 лет выросла на 10%, что служит показателем развития хозрасчетных цехов, повышения их технической оснащенности.

Использование производственных фондов в хозрасчетной деятельности Минлесхоза КАССР характеризуется следующими показателями:

	1966 г.	1970 г.	1972 г.
Фондовооруженность, р./чел.	2742	3174	3802
Фондоотдача, р.	1,82	2,18	2,07
Фондоемкость, р./м ³	10,6	8,4	10,3

За 1966—1972 гг. фондоотдача повысилась на 13,8%, фондовооруженность труда — на 38,8%, фондоемкость по вывозке древесины снизилась на 2,6%. Рост фондовооруженности опережал рост фондоотдачи. Причина — главным образом, экстенсивное развитие хозрасчетного производства, усиленное строительство новых цехов, оснащение их станочным парком, транспортом, задержка монтажа и пуска оборудования.

Фондовооруженность труда в основной деятельности лесхозов в 1970 г. составляла 771 р., в 1972 г. — 1520 р. Фондоотдача в расчете на единицу объема работ, исчисленного в условных ценах, равнялась соответственно 2,73 и 2,34 р. Снижение связано с неполным использованием производственных фондов. Фондовооруженность труда в основной деятельности лесхозов в 1972 г. была в 2,5 раза меньше, чем в хозрасчетном производстве.

Анализ показывает, что часть имеющихся в лесхозах Карелии основных производственных фондов (в первую очередь, механизмов) используется с неполной нагрузкой (табл. 2).

Механизмы и транспорт, как правило, используются в одну смену.

Таблица 2

Механизмы	Показатели использования механизмов					
	коэффициент использования		коэффициент сменности		доля простоев в ожидании ремонта, %	
	1971 г.	1972 г.	1971 г.	1972 г.	1971 г.	1972 г.
Тракторы трелевочные	0,60	0,65	1,0	1,02	19,4	19,1
Тракторы прочие	0,58	0,45	1,0	1,00	17,3	14,8
Автомобили грузовые	0,62	0,62	1,2	1,20	34,5	18,8
Экскаваторы	0,50	0,62	1,0	1,00	16,1	13,4
Бульдозеры	0,52	0,54	1,0	1,00	18,2	16,2

Значительны потери машинного времени, приходящиеся на простои в ожидании ремонта. Ряд механизмов много времени простаивает в исправном состоянии. Согласно данным фотохронометражных наблюдений, внутрисменные простои на лесомелиоративных работах достигали 20—26%, на рубках промежуточного пользования — 18—26% общего фонда рабочего времени. Это следствие организационных недостатков, а также большой изношенности машинного парка.

Основные фонды в лесхозах учитываются по статистической форме № 11, где в I разделе показана общая стоимость основных фондов государственной и хозрасчетной деятельности, без подразделения по видам фондов.

Во II разделе формы № 11 структура промышленно-производственных основных фондов хозрасчетного производства лесхоза представлена в соответствии с единой классификацией, тогда как основные фонды государственного лесохозяйственного производства не развернуты по классификационным группам. Кроме того, практически вне учета гидромелиоративные сооружения, дороги [4].

Таким образом, в действующем учете фонды основной деятельности лесхозов выступают как фонды других отраслей.

В лесном хозяйстве финансирование основной и хозрасчетной деятельности строго дифференцировано, границы четко определены. В то же время часто применение и использование основных фондов по видам деятельности не имеет ясно видимого разграничения. Производственные фонды в лесхозах нередко обслуживают оба вида деятельности. Так, в помещениях гаражей и боксов находятся машины, используемые и в основной, и в промышленной деятельности. Тракторы и лесовозы, которые трелюют и вывозят древесину, заготовленную от рубок главного и промежуточного пользования, ремонтируют в одном и том же здании РММ. Руководством и управлением производственными процессами занимаются работники, размещенные в одном здании. Наконец, если некоторые специфические машины и механизмы (почвообрабатывающие орудия, лесопосадочные машины, деревообрабатывающие станки и др.) применяют только в каком-либо одном виде производства, то тракторы, автомашины, краны и т. п. используют как в основном, так и хозрасчетном производствах.

Такие непромышленные основные фонды, как жилые здания, объекты культурно-бытового назначения, медицинского обслуживания и т. д., совместно используют работники, участвующие и в лесохозяйственных, и в промышленных работах.

Исходя из сказанного можно сделать вывод, что разделение фондов в стоимостном выражении, как правило, весьма условно. Такой учет порождает неточности при определении экономических показателей. Так, например, искажается показатель фондовооруженности труда, поскольку у основные производственные фонды включается часть непромышленных основных фондов (жилье), занижается доля активной части. Все это приводит к трудностям при анализе использования основных фондов, нарушает сопоставимость показателей [2].

Необходимо значительно улучшить учет основных фондов. В частности, следует ввести отчетность по классификационным группам основных производственных фондов основной (бюджетной) лесохозяйственной деятельности, что позволит получить более полную информацию об их структуре, реальную возможность для качественного структурного анализа.

Раздельный учет основных фондов по видам деятельности оправдан лишь при условии точного учета времени применения определен-

ной группы фондов на конкретных работах с последующим распределением стоимости фондов по видам работ, что практически, однако, довольно сложно.

Целесообразно из группы «Здания» производственных фондов основной лесохозяйственной деятельности исключить жилфонд (кордоны, квартиры при конторах и т. д.) как непроектные фонды. В результате структура основных фондов основной лесохозяйственной деятельности будет сопоставима со структурой основных фондов промышленной деятельности.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Васильев П. В., Воронин И. В., Мотовилов Г. П., Судачков Е. Я. Экономика лесного хозяйства СССР. М., «Лесная промышленность», 1965. [2]. Викулов С. Ф., Ковальков М. П. О повышении эффективности использования основных производственных фондов в лесном хозяйстве.— В сб.: Лесоведение и лесное хозяйство, вып. 3. Минск, «Вышэйшая школа», 1970. 3. Лесное хозяйство СССР за 50 лет. М., «Лесная промышленность», 1967. [4]. Янушко А. Д., Киселев А. Ф. Экономика лесного хозяйства. Минск, «Вышэйшая школа», 1972.

Поступила 21 августа 1974 г.

КРАТКИЕ СООБЩЕНИЯ И ОБМЕН ОПЫТОМ

УДК 634.0.28

ОБ ИСПОЛЬЗОВАНИИ ГРИБНЫХ РЕСУРСОВ
ЛЬВОВСКОЙ ОБЛАСТИ

Е. И. СЕНЬКО

Львовский лесотехнический институт

На основе обработки материалов экспериментальных исследований приводятся данные о количестве грибов, собираемых населением Львовской области, а также направления их последующего использования. Дается методика исследований.

Сбор населением дикорастущих ягод и грибов — процесс стихийный. Количественный учет объемов собираемых населением дикорастущих у нас не ведется. В связи с отсутствием достоверной информации об объемах сбора и потребления грибов и ягод населением, лесные предприятия, как и другие заготовительные организации, испытывают трудности в планировании реальных объемов заготовок этих видов недревесных растительных ресурсов леса.

По данному вопросу в специальной литературе очень мало информации. Лишь в работе А. Д. Агафонова и Б. В. Андреста* ориентировочно указаны возможные объемы сбора дикорастущих населением СССР. Вопрос о направлениях потребления заготавливаемых населением дикорастущих, в частности, грибов, вообще не ставился.

В 1974 г. мы провели исследования, цель которых — определить объемы заготовки грибов населением Львовской области и характер их потребления. Объемы заготовок выявляли дифференцированно с учетом состояния сырьевой базы, количества сборщиков в населенных пунктах, удаленности мест сбора грибов, направления хозяйственного использования заготовленных грибов. Сделана попытка математическими методами выявить достоверность полученных данных и имеющиеся зависимости между рядом факторов.

В соответствии с разработанной методикой для исследования избраны различные типы населенных пунктов. Из генеральной совокупности, то есть из числа всех населенных пунктов области выбирали типичные объекты: областной центр, города областного подчинения, города районного подчинения, поселки городского типа и села. В каждом из них проводили индивидуальный опрос жителей. В анкетах предусматривались следующие вопросы: число человек в семье, в том числе любителей-сборщиков; количество выездов (выходов) за грибами в год; среднее количество грибов, собираемых одним сборщиком за один выезд (выход), кг; общее количество грибов, собираемых всеми сборщиками семьи в год, кг; среднее расстояние до места сбора, км; количество грибов, собираемых для личных потребностей, реализации на рынке и для сдачи заготовительным организациям.

Рассчитанное по общеизвестной формуле количество наблюдений должно быть не менее 600. Нами в населенных пунктах различных типов опрошено 2360 человек из 650 семей.

Обработка результатов экспериментальных исследований показала, что между численностью жителей в населенном пункте и расстоянием до места сбора грибов существует прямая зависимость. Чем больше населенный пункт, тем больше среднее расстояние до места сбора. Так, из областного центра любители-сборщики едут за грибами на расстояние более 20 км, сборщики из городов областного подчинения — 15 км, из городов районного подчинения — 10 км, из поселков городского типа — 5 км и сборщики из сел — 3 км. С уменьшением населенного пункта процент сборщиков увеличивается. Например, в г. Львове он составляет 3,9%, в городах областного подчинения — 7,3%, в городах районного подчинения — 22,4%, в поселках городского типа — 30,1% и в деревнях — 38,5%. Подобная тенденция наблюдается и в отношении количества грибов, приходящихся на душу населения в том или ином населенном пункте (табл. 1).

* Агафонов А. Д., Андрест Б. В. Организация заготовок дикорастущих плодов, ягод, грибов и лекарственных трав. М., «Колос», 1975, с. 7.

Таблица 1

Показатели	Типы населенных пунктов					Итого
	Областной город	Города областного подчинения	Города районного подчинения	Поселки городского типа	Деревни и села	
Общая численность населения, тыс. чел.	605	287	364	305	940	2501
Число жителей, чел., охваченных анкетированием в том числе любителей-сборщиков	304	205	531	187	1133	2360
Удельный вес любителей-сборщиков	12	15	119	56	437	639
Количество грибов, приходящееся на душу населения, г	3,9	7,3	22,4	30,1	38,5	27
Количество собираемых грибов, т	258	307	570	805	1100	692
общее	157	88	207	246	1034	1732
в том числе для:	157	88	186	172	620	1223
личного потребления	—	—	21	42	238	301
реализации на рынке	—	—	—	32	176	208
сдачи заготовителям	—	—	—	—	—	—

По данным о среднем количестве грибов, приходящихся на душу населения в населенном пункте каждого типа, и общей численности населения в нем определено общее количество грибов, заготавливаемых индивидуальными сборщиками Львовской области (табл. 1).

Как видно из таблицы, основное количество грибов (74%, или 1280 т) заготавливают жители сел и деревень. У них больше возможностей для реализации части собранных грибов на рынке или сдачи их заготовителям.

Обобщив анкетные данные, мы пришли к заключению, что в Львовской области жители областного центра и городов областного подчинения собирают грибы только для личного пользования. Население городов районного подчинения для личного потребления использует 90%, а для реализации на рынке 10% собранных грибов. Жители поселков городского типа 70% собранных грибов оставляют для личного потребления, 17% реализуют на рынке и 13% сдают заготовителям. Жители деревень для личных нужд используют лишь 60%, реализуют на рынке 23% и сдают заготовителям 17% грибов.

В общей сложности 71% собираемых грибов население использует для личного потребления, 17% реализует на рынке и 12% сдает заготовительным организациям (табл. 1).

На основании расчетов установлено следующее.

1. Между количеством грибов, приходящихся на душу населения в различных типах населенных пунктов, и расстоянием до места сбора существует полная связь, о чем свидетельствует коэффициент корреляции $r = 0,93$; эта зависимость выражается уравнением

$$y_x = 1115 - 47,9x,$$

где y_x — количество грибов, приходящееся на душу населения, г;
 x — расстояние от населенного пункта до места сбора, км.

2. Между количеством грибов, приходящихся на душу населения в населенных пунктах различных типов y_x , и удельным весом сборщиков грибов в этих пунктах x также существует полная связь ($r = 0,94$). Зависимость между этой парой признаков выражается уравнением прямой

$$y_x = 22,3x + 152.$$

3. Связь между средним количеством грибов, заготавливаемых сборщиком за один выезд (выход) y_x и средним расстоянием до места сбора грибов x очень высока ($r = 0,86$) и выражается уравнением прямой

$$y_x = 0,055x + 1,496.$$

Результаты исследований позволяют заключить, что при имеющейся сырьевой базе в Львовской области заготовительные организации, в том числе и лесные предприятия, без ущерба для населения могут увеличить объем заготавливаемых грибов в 2,5 раза.

УДК 634.0.232.

КУЛЬТУРА ЛИСТВЕННИЦЫ СИБИРСКОЙ В ЛЕСАХ ТУЛЬСКОЙ ОБЛАСТИ

П. М. СТЕПОЧКИН

Лесная почвенно-химическая лаборатория
Тульского управления лесного хозяйства

Приводятся сведения о продуктивности лиственничных насаждений на разных почвах. Обоснована нецелесообразность их выращивания на почвах, где дуб образует насаждения I—III классов бонитета. Выращивание лиственницы сибирской в Тульской области оправдывается только на дерново-подзолистых почвах.

В лесах Тульской области лиственницу сибирскую культивируют более 100 лет. По материалам лесоустройства 1967 г., она занимала 1300 га, из них насаждения I класса возраста составляли 65,4%, II—17,2, III—7,6, IV—8,7 и V—1,5%. На площади 136 га насаждения лиственницы старше 60 лет. Наблюдается стремление увеличить долю участия лиственницы в лесах области. Ее сажают все лесхозы и леспромхозы.

О высокой продуктивности лиственничных насаждений на серых лесных почвах Крюковского лесничества Крапивенского лесхоза-техникума сообщает Г. С. Азаров*. Однако нет данных о продуктивности и целесообразности выращивания их на черноземных, темно-серых, светло-серых и дерново-подзолистых почвах.

При проектировании лесов будущего мы обследовали все лиственничные насаждения старше 50 лет. Заложено 19 пробных площадей.

В зоне черноземных почв, где леса составляют около 5% общей лесной площади области, лиственница растет по Ia классу бонитета до 92 лет. В Каменном лесу Тепло-Огоревского лесничества Плавского лесхоза лиственничные насаждения в возрасте 82 лет характеризуются следующими таксационными показателями: состав 10Лц, средний диаметр—38,2 см, средняя высота—34 м, число стволов—373 на 1 га, класс бонитета—Ia, полнота—1,2, запас древесины—639 м³ на 1 га, неполно-средний прирост (средний прирост без промежуточного пользования)—7,7 м³ на 1 га. В том же лесу 50-летние насаждения имеют: средний диаметр—26,1 см, среднюю высоту—25 м, число стволов—1144 на 1 га, класс бонитета—Ia, запас—659 м³ на 1 га, неполно-средний прирост—13,1 м³ на 1 га. Это наивысший прирост лиственницы в лесах области.

Таблица 1

Почвы	Возраст, лет	Средний диаметр, см	Средняя высота, м	Класс бонитета	Запас при полноте 1,0, м ³ на 1 га	Средний прирост древесины, м ³ на 1 га	Состав	Вероятность безшибочных прогнозов среднего прироста древесины
Темно-серые лесные	50—55	26,4	26,1	1a	468,8	8,3	10Лц, ед. Д	B ₂
Серые лесные	50—55	26,2	24,0	1	442,8	8,2	10Лц	B ₁
Светло-серые лесные	55—60	30,1	27,5	1a	468,0	7,8	10Лц, ед. Д	B ₁
Дерново-подзолистые	55—65	26,4	25,4	1	435,2	6,8	10Лц	B ₁

* Азаров Г. С. Внедрение лиственницы сибирской в насаждениях широколиственных пород Тульских засек.—Труды по лесному опытному делу Тульских засек, вып. II. М., 1937.

О росте и продуктивности лиственничных насаждений на наиболее распространенных почвах можно судить по таксационной характеристике их на пробных площадях (табл. 1).

На хорошо дренированных почвах лиственница сибирская образует высокопродуктивные насаждения Ia—I классов бонитета, на переувлажненных погибает на 2—3-й год после посадки. Так, погибли культуры лиственницы в блюдцеобразном понижении на переувлажненных почвах квартала 20 Красноворотского лесничества, на глеевых, переувлажненных почвах квартала 49 Ленинского лесничества Тульского опытно-показательного леспромхоза и в других хозяйствах.

Особенно быстро лиственница растет до 15-летнего возраста, достигая ежегодного прироста 138 см по высоте и 23 мм по диаметру, вытесняя из состава все древесные породы и образуя чистые насаждения к возрасту спелости. К 60 годам стволы лиственницы достигают размеров, которые удовлетворяют требованиям пиловочника; установленный возраст рубки в 80 лет нуждается в пересмотре и обосновании.

Из табл. 1 и таксационного описания насаждений лиственницы в Каменном лесу видно, что прирост древесины уменьшается по мере понижения плодородия почв, при переходе от черноземных к темно-серым, серым, светло-серым и дерново-подзолистым почвам, но он в 2—2,3 раза больше прироста дубовых насаждений (табл. 2).

Таблица 2

Почвы	Неполно-средний прирост древесины насаждений с главной породой при полноте 1,0	
	Дуб	Лиственница
Темно-серые лесные	4,1	8,3
Серые лесные	3,7	8,2
Светло-серые лесные	3,6	7,8
Дерново-подзолистые	2,9	6,8

При выборе главной породы лесов будущего следует учитывать народнохозяйственное значение древесины разных пород, конкретные условия местопроизрастания и опыт ведения лесного хозяйства.

В Тульской области в дубравных условиях местопроизрастания на черноземных, темно-серых, серых и светло-серых лесных почвах, где дуб образует продуктивные насаждения I—III классов бонитета, нецелесообразно выращивать лиственничные насаждения. И только на дерново-подзолистых почвах, где дуб образует насаждения IV—V, а лиственница Ia—I классов бонитета, следует выращивать лиственницу сибирскую.

УДК 634.0.453.

МАССОВОЕ РАЗМНОЖЕНИЕ ОЛЬХОВОГО ЛИСТОЕДА В ПОЙМЕ р. НАРЫ (Московская область)

Ю. В. СИНАДСКИЙ

Главный ботанический сад АН СССР

Приводятся данные о биологии и экологии одного из массовых вредителей ольхи — *Agelastica alni* в условиях Московской области.

Ольховый листоед (*Agelastica alni* L.) — весьма опасный вредитель ольхи. Особенно опасен он для молодых насаждений влажных мест (парки, пойменные леса). Распространен листоед в европейской части СССР, Предкавказье, Сибири, Северо-Восточном Казахстане, встречается по всей Европе, завезен в Северную Америку.

Сведения о деятельности этого вредителя довольно противоречивы. В определенных и отдельных руководствах [3], [4], [6—8] отмечается повреждение листоедом только ольхи. Имеются указания на повреждение березы и ивы [1], [2], фундука [5], лещины [1].

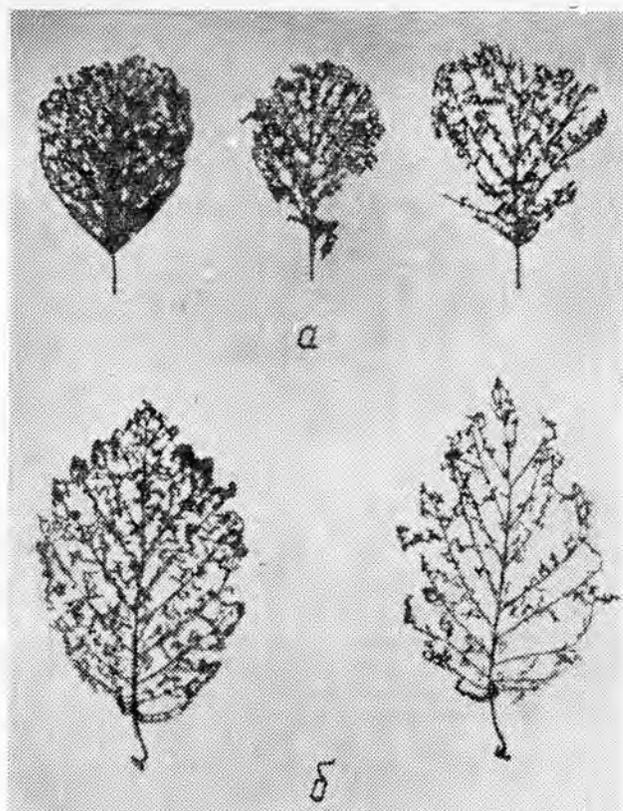


Рис. 1.

а — ольха черная;
б — ольха серая;

Летом 1972 г. автор наблюдал массовое размножение ольхового листоёда в насаждениях ольхи серой (*Alnus incana* Moench) и ольхи черной (*A. glutinosa* Gaertn.) в пойме р. Нары.

Род *Agelastica* Redt. представлен в СССР тремя видами. Жуки ольхового листоёда длиной 6—7 мм, яйцевидной формы, металлически фиолетово-синие, усики, голени и лапки черные, переднеспинка выпуклогустоточечная, тело кзади расширенное; пигидий в базальной половине лишь шагреневидный, голый, в вершинной половине густоточечный, волосистый. Лёт жуков с апреля до сентября. Жуки грызут молодые побеги и выедают в листьях дырки (рис. 1). Зимуют под опавшими листьями. Яйца откладывают весной кучками на нижней стороне листьев. Яйца желточно-желтые, к вершине не приостренные, расположены преимущественно вертикально, реже в лежачем или наклонном положении. В одной кучке до 70 яиц. В год развивается одно—два поколения. Жуки очень прожорливы; на некоторых листьях питались по 3—10 жуков, на деревьях высотой 2—3 м насчитывалось до 300—350 жуков. При совместном произрастании ольхи серой и черной жуки повреждают только серую ольху, а черную не трогают. Малая повреждаемость ольхи черной отмечена в насаждениях учебно-опытного лесхоза Воронежского лесотехнического института [9].

После объедания листа остается центральная и несколько боковых жилок, которые скручиваются, и дерево выглядит как опаленное пожаром. Черешков жуки обычно не трогают.

В пойме р. Нары автор наблюдал в августе повреждение листьев ольхи как жуками, так и единично встречающимися личинками. Склепированные личинками листья при массовом развитии листоёда повреждаются вторично и жуками.

Кал жуков черный, довольно клейкий. Его можно видеть на слабо объеденных листьях. Уничтожив все листья ольхи серой, жуки начинают (не особо активно) питаться листьями ольхи черной, совершая перелеты на противоположный берег реки. Они встречаются на расстоянии 100—200 м и более от очага, а произрастающие в очагах разные виды ив остаются нетронутыми. Посаженные на ивовый лист жуки, поползав, перелетают на листья ольхи и начинают охотно их грызть. Больше всего

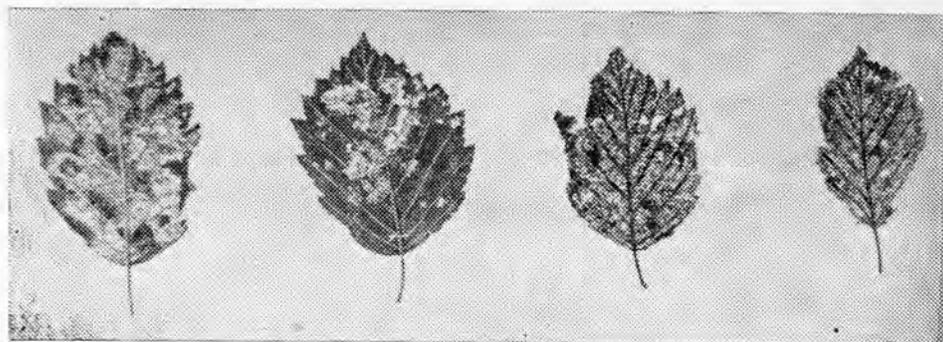


Рис. 2.

жуков внутри кроны, и часто с наружной стороны листва остается неповрежденной. В сильной степени заселяются деревья и кусты ольхи серой разного возраста. Жуки при прикосновении выделяют изо рта желтовато-оранжевую жидкость в большом количестве. На ночь они остаются на листовой пластинке (на верхней и нижней сторонах), в основание дерева не уходят. С наступлением темноты питание прекращается. В сумерках жуки обычно становятся вялыми, малоподвижными. Питаться и двигаться начинают с восходом солнца. Активность их повышается в жаркую погоду.

Появившиеся из яиц личинки держатся группами, а затем расплозаются поодиночке. Личинки длиной до 12 мм, блестяще-черные, волосистые; верхние плевральные югорки свободно стоящие, выдающиеся и с «кровяными пузырьками». Девятый брюшной сегмент сильно поперечный, наполовину уже восьмого, с каждой стороны с 12 краевыми щетинками и 4—5 дискальными щетинками на диске. Диск передне-спинки и продолжающаяся назад до 2—3-го сегментов брюшная срединная полоска светлее. Головная капсула и ножки черные. При передвижении задняя часть тела изгибается. У скелетированных личинками листьев (рис. 2) в последующем выпадают отдельные участки с отмершими тканями. Кал мелкий, черный. В начале лета личинки окукливаются в поверхностном слое почвы.

Меры борьбы с жуками и личинками в парках и местах отдыха заключаются в опрыскивании деревьев 0,15—0,20%-ным хлорофосом или 0,2%-ной суспензией ГХЦГ. Из физико-химических мер заслуживает внимания стряхивание жуков и личинок на пол и последующее их уничтожение.

ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Белосельская З. Г. Вредители парковых насаждений нечерноземной полосы и меры борьбы с ними. М.—Л., АН СССР, 1955. [2]. Вредители леса. Справочник. Под ред. А. А. Штакельберга, М.—Л., АН СССР, 1955. [3]. Гусев В. И., Римский-Корсаков М. Н. Определитель повреждений лесных и декоративных деревьев и кустарников европейской части СССР. М.—Л., Гослесбумиздат, 1951. [4]. Дмитриев Г. В. Основы защиты зеленых насаждений от вредных членистоногих. Киев, «Урожай», 1969. [5]. Добровольский Б. В. Вредные жуки. Ростов н/Д., Ростиздат, 1951. [6]. Определитель насекомых, повреждающих деревья и кустарники полезных полос. Под ред. Г. Я. Бей-Биенко, М.—Л., АН СССР, 1950. [7]. Ильинский А. И. Определитель вредителей леса. М., Сельхозиздат, 1962. [8]. Определитель насекомых европейской части СССР. Т. 2. М.—Л., «Наука», 1965. [9]. Положенцев П. А., Коровина Н. И. Наиболее вредные насекомые на древесных и кустарниковых породах Учебно-опытного лесхоза, Воронеж, 1957.

УДК 634.0.432.3

ОПТИМАЛЬНОЕ ЧИСЛО ДЕСАНТНИКОВ НА ПАТРУЛЬНОМ ВЕРТОЛЁТЕ

В. В. ЛУДАНОВ, В. В. МАЦ

Сибирский технологический институт

Приведен метод решения задачи по определению числа десантников на патрульном вертолете.

Рассмотрим следующую задачу. Предположим, что в распоряжении оперативного отделения авиационной охраны лесов от пожаров имеется вертолет с числом пассажирских мест $g(g > 0)$. Допустим:

1) вертолет вылетает на патрулирование с $x(0 < x \leq g)$ десантниками на борту, которые высаживаются к обнаруженным пожарам;

2) к моменту вылета необходимо вывезти из леса $z(z \geq 0)$ человек, ликвидировавших ранее возникшие пожары;

3) известно распределение $f(y)$ ($y \geq 0$) числа десантников, требуемых для тушения пожаров. В случае, если на борту вертолета рабочих меньше, чем нужно для локализации вновь возникших пожаров ($x < y$), то после патрульного полета придется совершить рейсы для заброски дополнительных сил. Если же на борту вертолета десантников больше, чем потребуется ($x > y$), то возможны вспомогательные рейсы для вывоза людей из леса. Отсюда следует, что число десантников $x_{\text{опт}}$ должно быть оптимальным, чтобы обеспечить в среднем наименьшее число дополнительных рейсов.

Найдем $x_{\text{опт}}$. При этом рассматриваем x , y и z как непрерывные величины, что позволит применить методы классического анализа. Очевидно, полученные результаты можно использовать и для дискретных значений x , y и z .

Среднее число дополнительных рейсов к патрульному полету:

$$N_x = \int_0^x \frac{\{z - [g - (x - y)]\}^+}{g} f(y) dy + \int_x^\infty \frac{\max\{z - g; (y - x)\}}{g} f(y) dy,$$

где

$$\{\varphi\}^+ = \begin{cases} \varphi, & \text{если } \varphi > 0; \\ 0, & \text{если } \varphi < 0. \end{cases}$$

Введем обозначение $z - g = \alpha$ и рассмотрим две ситуации когда $\alpha > 0$ и $\alpha < 0$. При $\alpha \geq 0$

$$N(x) = \left[\int_0^x (\alpha + x - y) f(y) dy + \int_x^{x+\alpha} \alpha f(y) dy + \int_{x+\alpha}^\infty (y - x) f(y) dy \right] \cdot \frac{1}{g};$$

Используя необходимое условие экстремума

$$g \cdot \frac{dN(x)}{dx} = \int_0^x f(y) dy - \int_{x+\alpha}^\infty f(y) dy = 0,$$

получим уравнение для вычисления $x_{\text{опт}}$

$$\int_0^x f(y) dy = \int_{x+\alpha}^\infty f(y) dy.$$

Если $\alpha < 0$, то

$$N(x) = \left[\int_0^{x+\alpha} (\alpha + x - y) f(y) dy + \int_x^{\infty} (y - x) f(y) dy \right] \frac{1}{g};$$

аналогично

$$g \cdot \frac{dN(x)}{dx} \equiv \int_0^{x+\alpha} f(x) dy - \int_x^{\infty} f(y) dy = 0;$$

$$\int_0^{x+\alpha} f(y) dy = \int_x^{\infty} f(y) dy. \quad (2)$$

В зависимости от разности $\alpha = z - g$ оптимальное число десантников на борту вертолета при вылете на патрулирование $x_{\text{опт}}$ определяют из соотношений (1) и (2).

Для примера возьмем $g = 30$ и

$$f(y) = \frac{b^a y^{a-1} \exp(-by)}{\Gamma(a)} \quad (y > 0)$$

при $a = 20$ и $b = 2$.

Значения оптимального числа десантников на патрульном вертолете $x_{\text{опт}}$, вычисленные по уравнениям (1) и (2), и соответствующие средние количества дополнительных рейсов $N(x_{\text{опт}})$ для различных z представлены на рис. 1. Для сравнения здесь же приведены средние значения дополнительных рейсов, когда вертолет вылетает на патрулирование с максимально возможным количеством десантников $N(30)$ и без десантников $N(0)$ независимо от z .

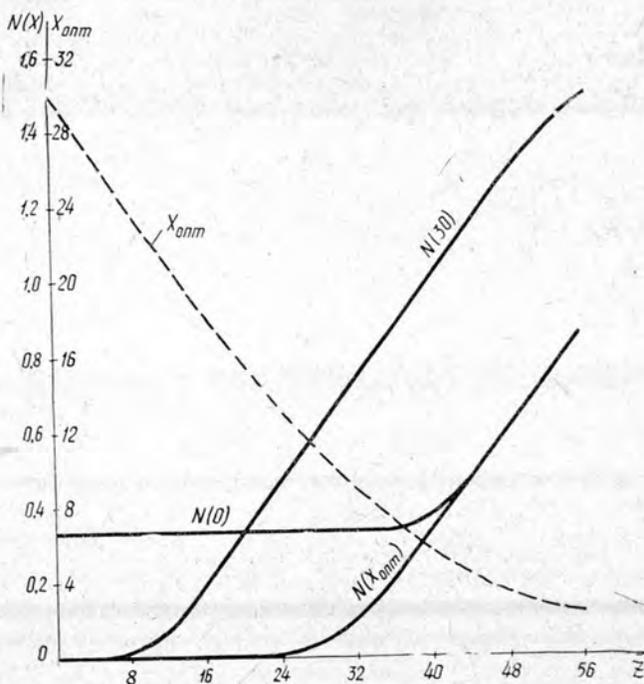


Рис. 1.

В заключение отметим, что распределение $f(y)$ полностью определяется распределениями числа пожаров за сутки, в течение суток и организацией борьбы с пожарами на оперативном отделении.

УДК 634.05

ОБ ОПРЕДЕЛЕНИИ СТАТИСТИК ПЛОЩАДЕЙ СЕЧЕНИЙ СТВОЛОВ ДЕРЕВЬЕВ

В. Г. РОГУЛИН

ВКНИИВОЛТ

Предложены формулы, позволяющие минимизировать счетные работы при определении статистик площадей сечений через статистики распределений диаметров того же древостоя. Методика расчета показана на численном примере.

При наличии ряда распределения диаметров стволов деревьев обычный способ расчета математического ожидания, дисперсии и коэффициента вариации для ряда площадей сечений сводится к перегруппировке вариант по классам площадей сечений с теми же значениями диаметров и последующему вычислению указанных статистик. Чтобы избежать трудоемких вычислительных работ, С. Н. Свалов [2] предпринял попытку дать формулу для оценки коэффициента вариации площадей сечений. Он исходил из того, что величины диаметров стволов древостоя имеют равномерное распределение, которое вряд ли можно встретить при измерениях диаметров в натуральных условиях. Общий случай им не рассмотрен. Кроме того, объем вычислительных работ по методике С. Н. Свалова не уменьшается, а возрастает. В связи с этим мы предлагаем формулы и методику, позволяющие уменьшить объем вычислительных работ при определении статистик площадей сечений.

Пусть в результате измерений и предварительной обработки данных установлено, что диаметр d_1 в полученной выборке встречается с вероятностью p_1 , диаметр d_2 — с вероятностью p_2 и т. д. Требуется найти математические ожидания, дисперсии и коэффициенты вариации величин диаметров и площадей сечений.

Согласно теории вероятностей [1], математическое ожидание любой дискретной случайной величины x отыскивается по формуле

$$M_x = \sum_n x_i p_i; \quad (1)$$

дисперсия — по формуле

$$D_x = \sum_n x_i^2 p_i - (M_x)^2; \quad (2)$$

коэффициент вариации — по формуле

$$v_x = 100 \frac{\sqrt{D_x}}{M_x}. \quad (3)$$

Поскольку между площадью сечения s и диаметром d ствола дерева существует связь

$$s = \frac{\pi}{4} d^2, \quad (4)$$

то можно утверждать, что вероятности p_1, p_2, \dots, p_n площадей сечений s_1, s_2, \dots, s_n вычисленных по диаметрам d_1, d_2, \dots, d_n , в рассматриваемом распределении соответствуют вероятностям диаметров. Поэтому на основании формул (1)–(4) записываем следующие очевидные выражения для определения искомых статистик диаметров:

$$M_d = \sum_n d_i p_i; \quad (5)$$

$$D_d = \sum_n d_i^2 p_i - (M_d)^2; \quad (6)$$

$$v_d = 100 \sqrt{\frac{\sum_n d_i^2 p_i}{\left(\sum_n d_i p_i\right)^2} - 1} \quad (7)$$

и площадей сечений

$$M_s = \frac{\pi}{4} \sum_n d_i^2 p_i \quad (8)$$

$$D_s = \frac{\pi^2}{16} \left[\sum_n d_i^4 p_i - \left(\sum_n d_i^2 p_i \right)^2 \right]; \quad (9)$$

$$v_s = 100 \sqrt{\frac{\sum_n d_i^4 p_i}{\left(\frac{\sum_n d_i^2 p_i}{n} \right)^2} - 1}. \quad (10)$$

Как видим, решение поставленной задачи совершенно не требует вычисления показателей асимметрии и эксцесса фактического ряда распределения диаметров, и расчеты значительно упрощаются. Выражения (7) и (10) могут служить для контроля расчетов, так как величины коэффициентов вариации при известных численных значениях M_x и D_x проще отыскиваются по формуле (3).

Пример. Распределение диаметров выборки задано частотным рядом (табл. 1).

Таблица 1

Диаметр деревьев d_i , см	8	12	16	20	24	28	32	36	40
Число деревьев n_i , шт.	80	200	320	440	400	280	160	80	40

Требуется найти математические ожидания, дисперсии и коэффициенты вариации диаметров и площадей сечений.

Решение. Исходные данные заносим в графы 1 и 4 табл. 2.

Таблица 2

d_i	d_i^2	d_i^4	n_i	p_i	$d_i p_i$	$d_i^2 p_i$	$d_i^4 p_i$
1	2	3	4	5	6	7	8
8	64	4096	80	0,04	0,32	2,6	164
12	144	20736	200	0,10	1,20	14,4	2074
16	256	65536	320	0,16	2,56	41,0	10486
20	400	160000	440	0,22	4,40	88,0	35200
24	576	331776	400	0,20	4,80	115,2	66355
28	784	614656	280	0,14	3,92	109,8	86052
32	1024	1048576	160	0,08	2,56	81,9	83886
36	1296	1679616	80	0,04	1,44	51,8	67185
40	1600	2560000	40	0,02	0,80	32,0	51200
Σ	—	—	2000	1,00	22,00	536,7	402602

Дальнейший порядок заполнения таблицы ясен из заголовков граф. Используя итоговые результаты граф 6—8, по формулам (6), (7), (8), (9) и (10) определяем искомые статистики:

$$M_d = 22 \text{ см}; \quad D_d = 52,7 \text{ см}; \quad v_d = 33\%;$$

$$M_s = 422 \text{ см}; \quad D_s = 81786 \text{ см}; \quad v_s = 68\%.$$

Предлагаемая методика расчета статистик позволяет не только значительно снизить объем вычислительных работ, но и заранее подготовить бланки табл. 2 с заполненными графами 1—3, поскольку величины в этих графах остаются неизменными для любого ряда распределения диаметров стволов.

ЛИТЕРАТУРА

[1]. Гнеденко Б. В. Курс теории вероятностей. М., «Наука», 1969.
 [2]. Свалов С. Н. Формула для оценки вариации площадей сечений.— ИВУЗ, «Лесной журнал», 1972, № 2.

УДК 621.869.4

ДИНАМИЧЕСКАЯ НАГРУЖЕННОСТЬ ЭЛЕМЕНТОВ КОНСТРУКЦИИ КОЛЕСНЫХ ЛЕСОПОГРУЗЧИКОВ

Ю. И. ВЕРХОВ

Красноярский лесоперевалочный комбинат

Приведены результаты теоретических экспериментальных исследований действующих в элементах конструкции лесопогрузчиков динамических нагрузок, акцентировано внимание на зависимость динамических нагрузок от конструктивных и эксплуатационных факторов. Даны рекомендации по снижению действующих динамических нагрузок в навесном оборудовании.

Применение колесных лесопогрузчиков на нижних складах лесоматериалов повышает производительность труда за счет увеличения скорости движения. Но при этом возрастают динамические нагрузки, действующие в элементах конструкции и снижающие их надежность.

Для выявления путей уменьшения динамических нагрузок в навесном оборудовании лесопогрузчиков рассмотрено влияние на них конструктивных и эксплуатационных факторов.

Варьировались жесткости и демпфирующие сопротивления опорного массива, шин, лесоматериалов, скорости движения и скорости подъема груза, а также высота преодолеваемых единичных препятствий. Диапазон изменения варьируемых параметров ограничивался технико-эксплуатационными параметрами лесопогрузчиков грузоподъемностью 6 т, изготовленных на базе трактора К-700А и одноосных тягачей МоАЗ-529.

Критериями оценки динамических нагрузок служили коэффициенты динамичности K_d , которые определяются как отношение перемещений приведенных масс при динамическом и статическом нагружениях, найденных из уравнений (4)–(7).

Динамические нагрузки находили по формуле

$$P_{дин} = P_{ст} K_d \quad (1)$$

где $P_{ст}$ — статические нагрузки, действующие в элементах конструкции лесопогрузчика.

При исследовании динамических нагрузок рассматривали малые колебания в низкочастотной области спектра элементов конструкции, поэтому в динамических схемах лесопогрузчика упругие и демпфирующие характеристики приняты линейными.

Динамическая схема лесопогрузчика при движении по упругому массиву с гибким грузом представлена на рис. 1, а на погрузочных работах в момент начала подъема челюстного захвата — на рис. 2.

Условные обозначения в уравнениях (4)–(8) ясны из рис. 1, 2.

Распределение масс по осям находим по формулам

$$M_1 = M_n \left(\frac{b^2 + \rho_y^2}{l^2} \right); \quad M_2 = \left(\frac{a^2 + \rho_v^2}{l^2} \right) \quad (2)$$

Взаимовлияние масс M_1 и M_2 определим из выражения

$$M_{прив_а} = \frac{ab - \rho_y^2}{l^2} \quad (3)$$

Уравнения колебаний лесопогрузчика при движении, с использованием принципа Лагранжа имеют вид

$$\left. \begin{aligned}
 M_{\Pi} \left(\frac{b^2 + \rho_y^2}{l^2} \right) \ddot{z}_1 + M_{\Pi} \left(\frac{ab - \rho_y^2}{l^2} \right) \ddot{z}_2 + 2K_{\text{прив}_1} \dot{z}_1 + \\
 + 2C_{\text{прив}_1} z_1 = C_{\text{прив}_1} (q_{1л} + q_{1п}); \\
 M_{\Pi} \left(\frac{a^2 + \rho_y^2}{l^2} \right) \ddot{z}_2 + M_{\Pi} \left(\frac{ab - \rho_y^2}{l^2} \right) \ddot{z}_1 + 2K_{\text{прив}_2} \dot{z}_2 - 2K_{\text{прив}_3} \dot{z}_3 - \\
 - 2C_{\text{прив}_3} z_3 + 2C_{\text{прив}_2} z_2 = C_{\text{прив}_2} (q_{2л} + q_{2п}); \\
 M_3 \ddot{z}_3 + 2K_{\text{прив}_3} \dot{z}_3 + 2C_{\text{прив}_3} z_3 - 2K_{\text{прив}_2} \dot{z}_2 - C_{\text{прив}_3} z_2 = 0. \\
 M_1 \rho_{x_1}^2 \ddot{\beta}_1 + 2K_{\text{прив}_1} d_1^2 \dot{\beta}_1 + 2C_{\text{прив}_1} d_1^2 \beta_1 = d_1 C_{\text{прив}_1} (q_{1л} + q_{1п}); \\
 M_2 \rho_{x_2}^2 \ddot{\beta}_2 + 2K_{\text{прив}_2} d_2^2 (\dot{\beta}_3 - \dot{\beta}_2) + 2C_{\text{прив}_2} d_2^2 (\beta_3 - \beta_2) = \\
 = d_2 C_{\text{прив}_2} (q_{2л} + q_{2п}); \\
 M_3 \rho_{x_3}^2 \ddot{\beta}_3 + 2K_{\text{прив}_3} d_3^2 (\dot{\beta}_3 - \dot{\beta}_2) + 2C_{\text{прив}_3} d_3^2 (\beta_3 - \beta_2) - \\
 - 2C_{\text{прив}_3} d_2^2 \dot{\beta}_2 = 0.
 \end{aligned} \right\} \quad (4)$$

На погрузочных работах движение приведенных масс описывается уравнениями

$$\left. \begin{aligned}
 M_{\text{прив}_1} \ddot{z}_1 + 2(K_{\text{прив}_{1л}} + K_{\text{прив}_{1п}}) \dot{z}_1 + 2(C_{\text{прив}_{1л}} + C_{\text{прив}_{1п}}) z_1 + \\
 + \frac{1}{2} M_{\text{прив}_3} \ddot{z}_2 = 0; \\
 M_{\text{прив}_2} \ddot{z}_2 + 2(K_{\text{прив}_{2л}} + K_{\text{прив}_{2п}}) \dot{z}_2 + 2(C_{\text{прив}_{2л}} + C_{\text{прив}_{2п}}) z_2 + \\
 + \frac{1}{2} M_{\text{прив}_3} \dot{z}_1 + \frac{1}{2} M_{\text{прив}_3} \ddot{z}_3 = 0; \\
 M_{\text{прив}_3} \ddot{z}_3 + 2(K_{\text{прив}_{3л}} + K_{\text{прив}_{3п}}) \dot{z}_3 + 2(C_{\text{прив}_{3л}} + C_{\text{прив}_{3п}}) z_3 + \\
 + \frac{1}{2} M_{\text{прив}_3} \ddot{z}_2 = Q_{(t)л} + Q_{(t)п}. \\
 M_1 \rho_{y_1} \ddot{\alpha}_1 + 2l_1^2 (K_{\text{прив}_1} + K_{\text{прив}_2}) \dot{\alpha}_1 + 2l_1^2 (C_{\text{прив}_1} + C_{\text{прив}_2}) \alpha_1 - \\
 - 2(K_{\text{прив}_{3л}} + K_{\text{прив}_{3п}}) l_2^2 \dot{\alpha}_2 + 2l_2^2 (C_{\text{прив}_{ял}} + C_{\text{прив}_{зп}}) \alpha_2 = 0; \\
 M_2 \rho_{y_2} \ddot{\alpha}_2 + 2l_2^2 (K_{\text{прив}_{3л}} + K_{\text{прив}_{3п}}) \dot{\alpha}_2 + 2l_2^2 (C_{\text{прив}_{3л}} + C_{\text{прив}_{2п}}) \alpha_2 - \\
 - 2l_1^2 (K_{\text{прив}_1} + K_{\text{прив}_2}) \dot{\alpha}_1 - 2l_1^2 (C_{\text{прив}_1} + C_{\text{прив}_2}) \alpha_1 = l_2 (Q_{(t)л} + Q_{(t)п}).
 \end{aligned} \right\} \quad (6)$$

Уравнения (4), (6), (7) описывают вертикальные и угловые колебания в продольной плоскости, уравнение (5) — угловые колебания в поперечной плоскости. Приведенные жесткости и демпфирующие сопротивления, входящие в уравнения (4)–(7), находим по формуле

$$\left. \begin{aligned}
 C_{\text{прив}_{1л, п}} &= \frac{C_{\text{ом. л.п}} C_{\text{ш}_1, л. п}}{C_{\text{ом. л.п}} + C_{\text{ш}_1, л. п}}; & C_{\text{прив}_{2л, п}} &= \frac{C_{\text{ом. л.п}} C_{\text{ш}_2, л. п}}{C_{\text{ом. л.п}} + C_{\text{ш}_2, л. п}}; \\
 C_{\text{прив}_{3л, п}} &= \frac{C_{\text{гр. л.п}} C_{\text{н.о. л. п}}}{C_{\text{гр. л.п}} + C_{\text{н.о. л. п}}}; & K_{\text{прив}_{1л, п}} &= \frac{K_{\text{ом. л.п}} K_{\text{ш}_1, л. п}}{K_{\text{ом}} + K_{\text{ш}_1, л. п}}; \\
 K_{\text{прив}_{2л, п}} &= \frac{K_{\text{ом}} K_{\text{ш}_2, л. п}}{K_{\text{ом}} + K_{\text{ш}_2, л. п}}; & K_{\text{прив}_{3л, п}} &= \frac{K_{\text{н.о. л.п}} K_{\text{гр. л.п}}}{K_{\text{н.о. л.п}} + K_{\text{гр. л.п}}}.
 \end{aligned} \right\} \quad (8)$$

Возмущения, вызванные неровностями дороги, определим по формуле

$$Q_{(t)} = C_{\text{прив}} \frac{q}{2} \left(1 - \cos \frac{2\pi vt}{S} \right), \quad (9)$$

где $C_{\text{прив}}$ — приведенная жесткость шины и опорного массива;
 q — высота неровности;

S — ширина неровности;
 v — скорость движения;
 t — время.

Возмущения на погрузочных работах, вызванные разностью моментов, создаваемых массой челюстного захвата с грузом и гидроцилиндрами подъема стрелы, найдем из выражения

$$Q(t) = \frac{a_3 b_3 \sin \varphi}{\sqrt{a_3^2 + b_3^2 - 2a_3 b_3 \cos \varphi}} = Pd \cos(\varphi - \varphi_0), \quad (10)$$

где N — усилие, развиваемое на штоке гидроцилиндра;

P — вес стрелы и груза;

$(\varphi - \varphi_0)$ — угол подъема стрелы над поверхностью;

d ; a_3 ; b_3 — геометрические размеры стрелы и мест крепления гидроцилиндров.

Системы уравнений (4)–(7) решались на ЭВМ «Напри-2» методом Рунге — Кутты.

Демпфирующие сопротивления и жесткости лесоматериалов, шин, опорного массива и навесного оборудования определены экспериментально. Наибольшие значения динамических нагрузок в элементах конструкции, учет которых необходим при прочностных расчетах, возникают при колебаниях в вертикальной плоскости.

Анализируя графики зависимости коэффициентов динамичности в стреле лесопогрузчика от варьируемых параметров (рис. 3), отмечаем:

при движении лесопогрузчика со скоростью 6 км/ч увеличение массы груза от 0 до 6000 кг снижает K_d от 2,08 до 1,4; на погрузочных работах — с 1,6 до 1,1, то есть соответственно на 33 и 31% (график а);

уменьшение условной жесткости опорного массива с 1420 (укатанный гравий) до 7 кгс/см (супесь, перемешанная с корой, опилками, щепой) снижает K_d с 2,2 до 1,2, то есть на 46% (график б);

снижение внутреннего давления воздуха в шинах размером 21–28 с 4,5 до 2,5 кгс/см уменьшает радиальную жесткость шин с 1560 до 980 кгс/см, что, в свою очередь, понижает K_d с 2,2 до 1,8, то есть на 18% (график в);

с понижением жесткости груза с 1260 (сортименты) до 39 кгс/см (хлысты) K_d уменьшается с 2,4 до 1,5, то есть на 38% (график г);

повышение скорости движения через препятствия высотой 5 см с 2 до 20 км/ч способствует увеличению K_d с 1,3 до 2,7, то есть на 52% (график д);

с увеличением высоты препятствия от 0 до 30 см K_d возрастает с 1,04 до 3,2 (график е);

изменение скорости подъема груза от 0,2 до 0,8 м/с не вызывает заметного увеличения K_d (график ж);

в интервале скоростей движения 2–6 и 22–24 км/ч наблюдаются резко выраженные резонансные состояния, K_d при первом резонансе достигает 4, при втором — 2,7 (график з);

Расхождение значений K_d , полученных теоретически и экспериментально при движении лесопогрузчика с грузом через препятствия высотой 5 см, составляет 7%, на погрузочных работах с гибким грузом — 10%, при изменении жесткости шин — 12%, что вполне приемлемо для инженерных расчетов.

Выводы

Снижение жесткости опорного массива, шин, лесоматериалов понижает величину динамических нагрузок и смещает резонансное состояние в сторону нерабочих режимов.

Применяя разработанную методику определения динамических нагрузок по математическим моделям, можно уже на стадии проектирования получить все значения динамических нагрузок, действующих в элементах конструкции лесопогрузчика при различных режимах его работы.

Выявление характера динамических процессов помогает выбрать оптимальный вариант лесопогрузчика и способствует дальнейшему совершенствованию этих машин.

УДК 634.0.813.13

ВЛИЯНИЕ СТЕПЕНИ ПОМОЛА НА СКОРОСТЬ АЦЕТИЛИРОВАНИЯ ДРЕВЕСНОЙ ЦЕЛЛЮЛОЗЫ, ОБЕЗВОЖЕННОЙ ИНКЛЮДИРОВАНИЕМ УКСУСНОЙ КИСЛОТЫ

Л. Г. ХИЖНЯК, А. В. ФИНКЕЛЬШТЕЙН, А. В. БЫВШЕВ,
И. М. КОЛЬЦОВА, А. И. КОМИССАРОВА, Л. А. ЕГУНОВА

Сибирский технологический институт

Показано, что в интервале помолов 22—44°ШР константа скорости реакции ацетилирования целлюлозы падает и далее остается практически постоянной. Скорость реакции для образцов целлюлозы, инклюдированных уксусной кислотой, в 1,5—2 раза выше, чем для сухих образцов.

Ранее было установлено, что с ростом степени помола константа скорости этерификации древесной целлюлозы падает, проходит через минимум при 46°ШР и дальше начинает возрастать [3]. Причиной считали тот факт, что размолотую целлюлозу перед этерификацией формовали в отливки и высушивали. Для проверки высказанной гипотезы и для выяснения влияния размола на поведение целлюлозы при ацетилировании было решено исключить процесс сушки, поскольку известно, что последняя существенно влияет на реакционную способность целлюлозы в процессе этерификации. В связи с этим нами изучено влияние размола на кинетику ацетилирования целлюлозы, из которой воду после размола удаляли инклюдированием уксусной кислотой.

Экспериментальная часть

Объектом исследования служила сульфатная кордная целлюлоза Братского ЦБК, размолотая в пакетном гидродинамическом генераторе [1]. Образцы к этерификации готовили следующим образом. Размолотую целлюлозу отжимали до сухости 25%; к 8 г навески влажной целлюлозы приливали 200 мл ледяной уксусной кислоты при температуре не выше 20°C*, смесь интенсивно встряхивали в течение 10 мин. Затем целлюлозу вторично отжимали до сухости 25% и погружали в термостатированную ацетилирующую смесь, состоящую из 60 мл уксусного ангидрида, 40 мл уксусной кислоты и 16×10^{-3} г хлорной кислоты. Ацетилирование вели при температуре

Таблица 1

Длительность этерификации τ , мин	Степень этерификации γ при степени помола, °ШР						
	22	26	36	44	63	74	79
5	73	73	98	—	68	67	86
10	79	98	104	—	97	74	95
15	—	109	111	—	119	82	104
20	102	116	120	144	126	91	111
25	109	132	129	—	132	97	128
30	118	136	135	155	138	107	134
40	135	145	148	165	151	122	149
50	172	159	157	174	161	135	150
60	178	172	159	185	172	141	161
70	—	—	—	193	—	—	—
80	184	191	169	201	190	161	183

* Температура уксусной кислоты очень существенно влияет на константу скорости реакции.

$30 \pm 0,1^\circ\text{C}$, периодически перемешивая. В полученных образцах ацетата после высушивания, отмывки и сушки по стандартной методике [2] определяли количество связанной уксусной кислоты и рассчитывали степень замещения и степень этерификации. Результаты представлены в табл. 1.

На основании данных табл. 1 методом наименьших квадратов в координатах $\lg(300 - \gamma)$; τ рассчитывали константы скорости реакции ацетилирования. Результаты математической обработки данных эксперимента сведены в табл. 2. Как свидетельствуют коэффициенты корреляции и стандартные отклонения, полученные нами результаты обладают значительной достоверностью ($\min r = 0,984$); тесты экспериментатора указывают, что линейная зависимость между $\lg(300 - \gamma)$ и τ не носит случайного характера ни в одном из обследованных случаев. Уровень недоверности, определенный по номограмме Стьюдента, во всех случаях ниже 0,1%.

Таблица 2

Степень помолa, °ШР	$k \times 10^{-3}$	Коэффициент корреляции r	Стандарт s	Тест экспериментатора t
22	9,0507	0,9955	0,00901	23,720
26	8,8136	0,9993	0,00320	65,000
36	8,0016	0,9961	0,00467	25,896
44	7,6402	0,9921	0,00839	17,790
63	7,6735	0,9840	0,01436	11,300
74	7,7956	0,9890	0,00170	16,500
79	7,7680	0,9994	0,00310	63,000

Как видно из данных табл. 2, в интервале помолов 22—44°ШР константа скорости реакции ацетилирования целлюлозы падает и далее остается практически постоянной. Следовательно, характер зависимости константы скорости ацетилирования от помола в области низких помолов (до 45°ШР) одинаков для образцов, обезвоженных методом сушки и методом инклюдирования уксусной кислотой, и различается в области более высоких степеней помола. По всей вероятности, указанный факт можно объяснить скоростью роста активной поверхности волокон при размоле и влиянием наружной коллоидной пленки, образующейся при гидратации волокон целлюлозы во время размола. На отрицательное влияние пленки при ацетилировании размолотых целлюлоз указывал В. И. Шарков [4].

При вытеснении воды ледяной уксусной кислотой остаточная влажность образцов составляла 8%. Полученные нами ранее результаты [3] касаются целлюлоз с влажностью ~ 5%. Чтобы установить, имеем ли мы право сопоставлять константы для образцов с влажностью ~ 5% и ~ 8%, определяли зависимость константы этерификации от влажности для образцов помола 47°ШР.

Образцы в виде рыхлых отливок, по 2,5 г каждая, перед этерификацией сушили под вакуумом 0,8 кг/см² при температуре 20°C в присутствии CaCl₂ до влажности 4—19%, разрыхляли и ацетилировали по приведенной выше методике при температуре $30 \pm 0,1^\circ\text{C}$.

Рассчитанные на основании опытных данных константы скорости реакции этерификации представлены в табл. 3, из данных которой видно, что колебания влажности в интервале 5—8% не вызовут существенных изменений константы скорости процесса этерификации и эти изменения будут меньшими при исследовании более влажных образцов (при влажности от 5,5% и выше).

Таблица 3

Влажность образца, %	4,0	5,4	7,8	18,8
$k \times 10^{-3}$	2,055	3,385	4,030	4,445

Таким образом, сопоставление констант этерификации для образцов целлюлозы (влажность которых равнялась ~ 5%), полученных по схеме размол—формирование в отливки—сушка под вакуумом—измельчение—ацетилирование [3], с константами для образцов (влажность которых составляла 8%), полученных по схеме размол—отжим—инклюдирование уксусной кислотой—отжим—ацетилирование, показало, что скорость этерификации образцов целлюлозы, обезвоженных методом инклюдирования, в 1,5—2 раза выше, чем сухих.

ЛИТЕРАТУРА

[1]. Бывшев А. В.—Авторское свидетельство СССР № 160341. [2]. Контроль производства химических волокон. М., «Химия», 1967. [3]. Хижняк Л. Г., Финкельштейн А. В. и др.—ИВУЗ, «Лесной журнал», 1972, № 2, с. 120. [4]. Шарков В. И., Зайонц Е. Г.—ИВУЗ, «Лесной журнал», 1969, № 6, с. 96.

УДК 634.0(21)

КРИТЕРИИ ИНТЕНСИВНОСТИ РЕКРЕАЦИОННОГО ЛЕСОПОЛЬЗОВАНИЯ

А. И. ТАРАСОВ

ЦНИЛТЭ

В качестве критерия интенсивности в первом приближении рекомендуется суммарное время (в человеко-часах), проведенное туристами и отдыхающими на единице площади за год.

Рекреационная функция леса становится одной из главных в густонаселенных и курортных районах. Рекреационное лесопользование характеризуется, с одной стороны, отрицательным воздействием человека на лес и, с другой, благотворным влиянием леса на человека. В первом случае возникает потребность измерения рекреационной нагрузки, а во втором — рекреационной отдачи. В обоих случаях вопрос заключается в измерении интенсивности рекреационного лесопользования и выборе критерия.

Под рекреационной интенсивностью понимается посещаемость единицы площади в единицу времени. Для количественного измерения интенсивности применяют четыре показателя.

1. Количество жителей на 1 га лесов, прилегающих к населенному пункту, или обратная величина — площадь леса на одного жителя. В данном случае количество людей соотносится с площадью без учета времени. Так, Союзгипролесхоз при проектировании зеленых зон вокруг городов пользуется показателем норматива площади на 1000 жителей [1].

2. Количество человек на 1 га за день. При этом количество посетителей определяется как среднее в выходные дни при благоприятной погоде [2], [4] или как среднее между субботними и воскресными днями [8], или отдельно по выходным и будням [5], или по количеству проходов в летние дни с наибольшей посещаемостью [3]. В литературе данный показатель часто приводится без расшифровки содержания.

3. Количество посетителей на 1 га леса в течение года [7].

4. Количество человеко-часов посещения на 1 га леса за год, то есть суммарное время отдыха в расчете на единицу площади в единицу времени [6].

Показатель числа жителей на 1 га прилегающих лесов не учитывает различий во времени, уделяемом лесному отдыху в разных районах. Например, проведенный нами опрос 137 жителей промышленных городов показал, что за год один человек проводит в лесу в среднем 94 ч, а опрос 108 жителей причерноморских курортов дал средний показатель 8,3 ч.

Сопоставим показатели 2, 3 и 4. При учете посетителей только в дни максимальных нагрузок остается без внимания общее число посетителей, а при учете посетителей за год — продолжительности нахождения в лесу. В обоих случаях информация о рекреационных нагрузках недостаточно полная, особенно применительно к лесам с резко выраженной сезонной неравномерностью рекреационного использования и со

Таблица 1

Вариант	Количество дней высокой нагрузки	Количество посетителей в дни высокой нагрузки	Количество дней низкой нагрузки	Количество посетителей в дни низкой нагрузки	Общее количество посетителей за год	Средняя продолжительность одного посещения, ч	Интенсивность посещения, ч на 1 га за год
1	125	20	240	1	2740	1	2740
2	2	20	363	1	405	1	405
3	2	20	363	1	405	10	4050

значительными различиями в средней продолжительности посещения. Показатель суммарного времени информационно полнее. Сказанное иллюстрируется тремя примерами в табл. 1. Варианты 1 и 2 тождественны по количеству посетителей в пиковые дни, но различаются по интенсивности в 7 раз. Варианты 2 и 3 одинаковы по количеству посетителей за год, но различаются по интенсивности в 10 раз.

Вариант 1 характерен для курортных лесов, где количество дней высокой нагрузки определяется не выходными днями, а продолжительностью комфортного сезона. Вариант 2 свойствен лесам разовых нагрузок в период массовых праздников. Вариант 3 также описывает леса разовых нагрузок, но с остановкой туристов на ночлег.

Приведем конкретный пример из опыта рекреационных замеров на Кавказе. По данным контрольно-пропускной службы, в 1973 г. Кавказский заповедник посетили 77,9 тыс. чел., или 0,3 чел. на 1 га, а Хостинскую заповедную рощу 185,8 тыс. чел., или 620 чел. на 1 га, соотношение интенсивности 1 : 2100. Однако средняя продолжительность пребывания в Кавказском заповеднике составляет около 72 ч, а в Хостинской роще всего 1,5 ч. Поэтому действительное соотношение интенсивности 21,6 ч на 1 га за год к 930, то есть 1 : 40.

Учет по количеству посетителей неудобен еще потому, что он не допускает арифметического сложения. Так, окрестности оз. Кардывач посещают 15 тыс. чел. в год, Энгельмановы поляны — 15 тыс. чел., однако общее количество посетителей верховой р. Мзымты, где находятся оба объекта, составляет не 30, а всего 20 тыс. чел., поскольку большинство туристов идет одним маршрутом через оз. Кардывач и Энгельмановы поляны. Напротив, показатели времени можно складывать: объем рекреационного пользования лесом на Энгельмановой поляне составляет 300 тыс. ч, на Кардываче 360 тыс. ч, в сумме 660 тыс. ч. Таким образом, в качестве критерия годового объема рекреационного лесопользования в первом приближении целесообразно принимать количество часов отдыха на данной территории, а в качестве критерия интенсивности — количество часов в расчете на 1 га за год.

Показатель суммарного времени был практически использован при анализе рекреационных издержек в лесах Причерноморья, так как он хорошо коррелирует с натуральными и стоимостными результатами воздействия туристов и отдыхающих на лес [6].

Рассмотрим элементарные показатели, ведущие к показателю интенсивности по суммарному времени.

Суммарное время рекреационного лесопользования за год B , ч/год

$$B = ПС,$$

где $П$ — количество посетителей на данной территории за год;

$С$ — среднее время одного посещения, ч.

Интенсивность рекреационного лесопользования $И$, ч/(га·год)

$$И = \frac{B}{S},$$

где S — площадь территории, га.

В зависимости от целей исследования целесообразно учитывать объем рекреационного лесопользования не только за год, но и за ряд лет, по временам года, за день.

Для определения интенсивности по суммарному времени используются два рода источников:

1) готовые сторонние материалы: данные контрольно-пропускной службы и кас заповедников, отчеты туристских организаций и планы туристских маршрутов, данные о перевозках пассажиров в направлении лесной местности и обратно, статистические материалы о количестве местных жителей и приезжих, балансы свободного времени отдыхающих на турбазах, в домах отдыха, в пионерских лагерях и т. п., товарооборот предприятий питания в лесной местности, всевозможные данные о сезонной неравномерности в работе предприятий обслуживания, позволяющие интерполировать выборочные данные;

2) собственные специальные наблюдения: выборочные наблюдения о количестве посетителей и продолжительности посещения, учет косвенных показателей (мусор, оставленный на стоянках и маршрутах, густота тропиной сети и др.), выборочные опросы в лесу, по месту отдыха или жительства, опросы работников лесхозов, инструкторов по туризму, экскурсоводов. Важно проводить наблюдение в разное время года, чтобы интерполировать годовой цикл посещаемости леса.

Оценка интенсивности во многом зависит от величины территории, принятой в расчетах. Концентрация посетителей в лесу различна, она выше около достопримечательных мест, вдоль популярных туристских маршрутов, у берегов морей, озер и рек. Для территорий, значительно различающихся по величине, показатели интенсивности несопоставимы. Поэтому необходимо оговаривать, какая площадь принимается в расчет. Чем она меньше, тем шире диапазон возможных значений интенсивности.

Оценка интенсивности по времени посещения позволяет описать как рекреационную нагрузку, так и отдачу только в первом приближении. Более углубленный анализ требует учета ряда других моментов. Отметим главные из них.

1. Форма рекреационного лесопользования: нерегулируемый туризм с ночевками и кострами; регулируемый туризм по установленным маршрутам, с ночевкой в определенных местах, с использованием специально выделенной дровяной древесины; прогулки по лесу без ночлега и разведения огня; прогулки только по специально разрешенным дорогам.

2. Неравномерность рекреационных потоков в течение года. При одинаковом суммарном времени оно может быть распределено различным образом, с различными максимальными нагрузками. Неравномерность наиболее полно характеризуется с помощью коэффициента вариации.

3. Природно-климатические особенности, определяющие устойчивость леса против рекреационных нагрузок и качество отдыха. Рельеф, состав пород, количество осадков и другие природно-климатические факторы при одинаковой интенсивности приводят к различным результатам.

Изучение этих дополнительных характеристик позволит в дальнейшем усовершенствовать показатели интенсивности рекреационного использования леса.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Жохов П. И., Николаенко В. Т., Пряхин В. Д. Зеленые зоны и лесопарки. М., ЦВНТИлесхоз, 1972, с. 8. [2] Ковтунов В. П. Методические указания по лесоустройству некоторых категорий лесов. Львов, 1968, с. 21. [3] Ланина В. В., Казанская Н. С. Охрана и повышение устойчивости лесопарковых насаждений. — «Лесное хозяйство», 1973, № 4. [4] Рекомендации по организации и строительству лесопарков на Черноморском побережье Краснодарского края. Пушкино, 1970, с. 27. [5] Россомахин В. И., Кузнецов А. И., Кондратович И. П. О посещаемости пригородных лесов Ленинграда. — Сб. научных трудов ЛенНИИЛХа, 1975, вып. 22, с. 149. [6] Тарасов А. И. Издержки и использование леса для отдыха. — «Лесное хозяйство», 1974, № 7. [7] Pabst H. Ansätze zur Beurteilung der Sozialfunktionen des Waldes. Stuttgart, 1971, S. 58. [8] Ruppert K. Zur Beurteilung des Erholungsfunktion siedlungsnaher Wälder. Frankfurt a. M., 1971, S. 123.

НАУЧНЫЕ КОНФЕРЕНЦИИ И СОВЕЩАНИЯ

УДК 634.0.12

VII СИМПОЗИУМ «БИОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ СЕВЕРА»

С 25 по 28 мая с. г. в Петрозаводске в соответствии с планом АН СССР проходил VII симпозиум «Биологические проблемы Севера». Это был самый широкий форум ученых биологов, представлявших многие научно-исследовательские институты АН СССР, университеты и опытные станции различных министерств и ведомств.

На пленарном заседании были поставлены на обсуждение вопросы общего характера для региона в целом: состояние биологических ресурсов Севера, перспективы развития и освоения природных богатств, проблемы создания кормовой базы и развития сельского хозяйства, обеспечения лучших условий для населения и медико-биологические проблемы адаптации человека к условиям Севера. В программе симпозиума было 636 докладов, большинство которых заслушали на девяти секциях: физиологии и биохимии растений, ботаники, лесоведения и лесоводства, растениеводства, почвоведения и агрохимии, зоологии, зоологии беспозвоночных и паразитологии, физиологии и биохимии животных, адаптации человека к условиям Севера. Мы даем краткий обзор докладов лишь первых трех секций.

В работе секции физиологии и биохимии растений приняли участие 16 научных институтов. Большинство докладов было посвящено физиолого-биохимическим процессам адаптации растений к условиям Севера. Отрадно отметить, что на этом симпозиуме физиологии древесных растений было посвящено 25 докладов (против 3 на предыдущем). Большая заслуга в этом принадлежит лаборатории физиологии Института леса Карельского филиала АН СССР под руководством Ю. Е. Новицкой. Сотрудники этой лаборатории сделали 10 докладов по физиологии хвойных пород.

Ю. Е. Новицкая в своем докладе подвела итоги работы лаборатории по изучению механизмов адаптации в клетках хвои при переходе деревьев в состояние осенне-зимнего покоя. Получены новые интересные данные по перестройке ультраструктуры клеток мезофила в условиях анаэробноза.

Круг вопросов, которыми занимается лаборатория, значительно расширился. Здесь изучаются не только фосфорный и белковый обмен (В. В. Габукова, П. Ф. Чикина), но и проводятся биофизические наблюдения за суточными и сезонными ритмами жизни деревьев (П. В. Тихов, Н. П. Бальков, Л. К. Кайбияйнен).

Большой интерес вызвал доклад А. В. Веретенникова, в котором была показана динамика распределения и потребления C^{14} -ассимилятов различными органами сосны в зависимости от водного режима почвы.

На секции ботаники заслушали 77 докладов, из которых 58 посвящались лесной растительности или непосредственно были связаны с древесными растениями. Практический интерес представляет группа сообщений по культивированию лесных кустарничков-ягодников.

Весьма многообразной и актуальной была тематика 88 докладов на секции лесоведения и лесоводства. Большинство из них содержали материалы по биологической продуктивности лесов, по способам и методам интенсификации лесного хозяйства. Особенно важное, программное значение имел доклад чл.-корр. ВАСХНИЛ Н. И. Казиминова, который четко обосновал очередные задачи научных исследований по лесной биогеоценологии. В выступлениях на заключительной дискуссии неоднократно отмечалась также теоретическая и практическая значимость исследований по динамике годичного прироста древесины (Г. Е. Комин и С. Г. Шиятов, Институт экологии растений и животных УФ АН СССР).

В резолюции, принятой на секции, подчеркивалась важность проведения комплексных стационарных биогеоценологических исследований в таежной зоне и лесотундре.

VII симпозиум стал важным звеном в объединении усилий ученых на решение большой и сложной проблемы — увеличения биологического потенциала осваиваемых по решению XXV съезда КПСС новых земель Севера. Материалы симпозиума опубликованы Карельским филиалом АН СССР.

П. Ф. Совершаев, Г. Б. Гортинский

Архангельский лесотехнический институт

КРИТИКА И БИБЛИОГРАФИЯ

УДК 634.0.23

СБОРНИК ПО ВОПРОСАМ ВОЗОБНОВЛЕНИЯ ЛЕСА*

Рецензируемый сборник — первый опыт освещения проблемы возобновления леса в масштабе всего Советского Союза: от Мурманской области до Закавказья и среднеазиатских республик, от Белоруссии, Молдавии и Прибалтики до Дальнего Востока.

Всего в сборнике 25 статей 40 авторов: И. С. Мелехова, Л. А. Кайрюкштиса, Н. В. Лукинаса, А. В. Побединского, В. П. Тимофеева, А. Р. Чистякова, М. С. Чернобровцева, Л. Н. Грибанова, К. П. Соловьева и др.

Издание сборника следует признать весьма своевременным, поскольку при современных масштабах лесозаготовок, технологии рубки и вывозки леса и недостаточном внимании к вопросам расширенного воспроизводства леса уже не одно десятилетие существуют затруднения в лесовозобновлении. Эти трудности могут стать еще большими при введении новой техники лесоразработок, которая не приспособлена к сохранению подроста и других категорий молодняка на вырубках.

Опыт показал, что лесовозобновление на вырубках — проблема сложная, многосторонняя, зависит от ряда факторов, в том числе природных (географических, климатических и почвенных) и технологических. Любой шаблон здесь противопоказан, так как он ведет или к отсутствию нового поколения леса, или к смене основных пород второстепенными, что вызывает необходимость дополнительных затрат (реконструкция, лесные культуры).

И простой здравый смысл, и лесоводственная наука, и экономические соображения требуют добиваться желательного по составу и качеству лесовозобновления с наименьшими затратами. А это можно получить разными путями в различных условиях. Вот в этой географичности лесовозобновления и заключается ценность рецензируемого сборника. Для любого региона СССР лесовод найдет здесь ценные указания о путях лесовозобновления и о мерах, обеспечивающих восстановление хороших лесов.

Книга написана хорошим лесоводственным языком. Однако ее портят корректорские ошибки: *Calamagrotis* (с. 13), «Производственные кислчичники» (с. 66), «исходные выводы» (с. 212), а также довольно частое неправильное употребление термина «возобновление» (обозначающее процесс появления молодняка на месте бывшего леса или под его пологом, а не количество этого молодняка).

Книгу следует рекомендовать всем лесоведам для использования в своей деятельности.

П. И. Войчалъ

Архангельский лесотехнический институт

* Возобновление леса. Сборник статей ВАСХНИЛ. Под ред. акад. ВАСХНИЛ И. С. Мелехова, А. Р. Родина. М., «Колос», 1975.

УДК 634.0.232

УЧЕБНОЕ ПОСОБИЕ ПО ЛЕСНЫМ КУЛЬТУРАМ*

Рецензируемая книга — весьма своевременное дополнение к ранее изданным учебникам по лесным культурам для вузов и техникумов.

В разделе «Лесное семенное дело» вопросы плодоношения, сбора и переработки лесосеменного сырья рассматриваются в свете современных достижений лесной науки. Довольно подробно описываются конструкции и работа стационарных шишкосушилен, где основные рабочие процессы механизированы, а регулирование условий сушки автоматизировано. В то же время следовало бы привести характеристику одной из конструкций передвижных шишкосушилен, которые находят еще широкое применение в таежной зоне, особенно в отдаленных и труднодоступных районах. Материал о способах заготовки шишек и плодов знакомит студентов с имеющимися достижениями и заостряет их внимание на нерешенных вопросах.

В главе I «Организация лесосеменных баз» подчеркивается, что для создания высокопродуктивных высококачественных лесонасаждений необходимо использовать семена с высокими наследственными свойствами. Раскрываются основные пути решения этой проблемы.

Раздел II «Лесные питомники» посвящен изучению агротехники выращивания различных видов посадочного материала. Наряду с описанием приемов выращивания семян и саженцев в открытом грунте, освещаются достоинства интенсивных способов выращивания посадочного материала. Однако автор не знакомит читателя с организационно-хозяйственным планом, его содержанием и порядком составления.

Раздел III «Производство лесных культур» включает вопросы искусственного лесовосстановления и лесоразведения. Технологические схемы создания лесных культур, включающие обработку почвы, проведение посевов (посадок) и агротехнические уход, даны в увязке с типами лесорастительных условий и типами вырубок. В книге получило освещение новое направление в лесокультурном производстве — облесение рекультивируемых земель. Однако вследствие небольшого объема пособия не получили развития такие вопросы, как лесокультурное освоение осушенных болот, выработанных торфяников и особенности создания лесных культур в географическом плане.

В разделе IV освещены вопросы создания лесомелiorативных насаждений.

Книга хорошо иллюстрирована и легко читается. Она будет полезным пособием по лесным культурам для учащихся техникумов, студентов и работников производства.

П. М. Малаховец

Архангельский лесотехнический институт

УДК 674.023

КНИГА О РЕЗАНИИ ДРЕВЕСИНЫ

В 1975 г. вышла в свет книга профессора Ленинградской лесотехнической академии Е. Г. Ивановского «Резание древесины», допущенная Министерством высшего и среднего специального образования РСФСР в качестве учебного пособия для студентов лесотехнических вузов**.

Книга состоит из двух разделов: первый посвящен изучению резания древесины одиночным резцом, второй — резанию в деревообрабатывающих станках. Вопросы того и другого раздела рассмотрены на высоком научном и техническом уровне и изложены с учетом последних достижений науки и промышленности.

Наибольший научный и практический интерес представляют материалы первого раздела и, в первую очередь, результаты исследований самого автора и его учеников.

* Родин А. Р. Лесные культуры и лесомелiorация. М., «Лесная промышленность», 1975.

** Ивановский Е. Г. Резание древесины. М., «Лесная промышленность», 1975.

С физической точки зрения резание есть совокупность процессов образования новых поверхностей, деформирования и трения в системе резец — заготовка. Этим процессам в первом разделе и уделено наибольшее внимание. Получены новые и оригинальные результаты. Внимательный читатель найдет много полезных новых сведений: о механизме и количественной оценке преобразования механической энергии в тепловую, электрическую, о приращении энергии молекул; о методах и средствах измерения механических и физических величин, характеризующих энергетику и качество поверхностей резания. Для объяснения физической сущности процесса резания приведены необходимые сведения о строении, свойствах и особенностях деформирования древесины. Аналитически получено важное условие организации установившегося процесса резания. Для его совершенствования предложено в зону резания вводить дополнительную энергию, препятствующую переходу потенциальной энергии сжатой древесины в кинетическую. Это позволит организовать процесс резания при больших относительных деформациях и улучшить качество обработки.

Результаты исследований и анализа процесса резания древесины одиночным резцом автор умело использует во втором разделе книги при изложении вопросов организации процессов резания в станках. Основную цель своей работы автор видит в сознательном, рациональном совершенствовании процесса резания, и, по нашему мнению, этой цели книга достигает.

По своей значительности книга Е. Г. Ивановского может быть поставлена в ряд с работами И. А. Тиме, П. А. Афанасьева, П. В. Денфера, М. А. Дешевого, А. Л. Бершадского, С. А. Воскресенского.

Следует отметить, что книга не лишена отдельных недостатков. Некоторые параграфы написаны слишком общо, кратко. Мало уделено внимания основным понятиям и определениям. Например, сведения об образовании новых поверхностей, приведенные без пояснения этих понятий, недостаточны, поскольку книга рассчитана, в первую очередь, на студента. Это делает ее труднодоступной при самостоятельной работе.

В книге по-новому изложен физический смысл процесса трения при резании. Этот материал следовало бы дать более подробно и четко. Полезно было бы привести сведения о коэффициенте трения с учетом работ Крагельского В. И., Шедрова В. С., Виноградова И. Э., Боудена Ф. П., Тейбора Д. и других исследователей. Следовало бы исключить, например, противоречия тезису: «Силы трения не могут деформировать древесину» (§63), так как из текста книги можно установить обратное: именно сила трения (касательная сила) выполняет работу, определяемую площадью Овдо (рис. 6, 1, в), расходуемую на трение, и именно сила трения поддерживает напряженное состояние, созданное касательной силой в период предварительного смещения (наличие напряжений в этом случае обязательно связано с деформацией); наконец, это очевидно, — сила трения деформирует поверхностные слои стружки.

Рецензируемое пособие вооружает практического работника расчетными формулами для определения сил и мощности резания не для всех процессов механической обработки древесины. Мал объем (12,5 печатных листа) книги, в результате чего не все вопросы программы по курсу изложены в разделе «Резание в деревообрабатывающих станках». И, главное, так и нет утвержденного базового учебника по курсу «Резание древесины» для студентов лесотехнических вузов. Однако, несомненно, что при написании такого учебника материалы рецензируемой книги должны быть основополагающими при изложении вопросов физической сущности процесса резания.

В целом книга Е. Г. Ивановского, написанная хорошим языком, богато иллюстрированная, является ценным пособием для специалистов деревообрабатывающей промышленности, студентов, аспирантов и научных работников.

В. К. Пашков, И. Т. Глебов

Уральский лесотехнический институт

УДК 634.0.6

ПОЛЕЗНАЯ КНИГА ПО ЛЕСНОЙ ЭКОНОМИКЕ *

Вышла в свет книга «Экономическая эффективность в лесохозяйственном и агролесомелноративном производствах», написанная на высоком теоретическом уровне профессорами Воронежского лесотехнического института И. В. Воронинным, В. А. Бугаевым и доктором экономических наук А.А. Сенкевичем (г. Волгоград). Эта ра-

* Воронин И. В., Сенкевич А. А., Бугаев В. А. Экономическая эффективность в лесохозяйственном и агролесомелноративном производствах. М., «Лесная промышленность», 1975.

бота — результат многолетних исследований авторов. В ней использован значительный фактический материал и дан анализ отечественной и зарубежной литературы.

В предисловии сказано, что лесное хозяйство во всем мире в настоящее время развивается в условиях всеобщего признания за лесом защитной, климаторегулирующей, санитарно-гигиенической и эстетической роли. Лес становится не только источником получения древесного и недревесного сырья, но и одним из важных компонентов биосферы, способствующим ее сохранению в оптимальном для человека состоянии. В целях рационального и комплексного использования лесных ресурсов в нашей стране затрачивается ежегодно несколько сот миллионов рублей. Поэтому вопросы наиболее рентабельного использования средств, определения экономической эффективности проводимых в лесу работ имеют большое теоретическое и практическое значение. Авторы обобщили имеющиеся предложения по определению эффективности, увязав их с народнохозяйственным значением лесохозяйственного и агролесомелиоративного производства и типовой методикой по учету экономической эффективности капитальных вложений. В книге подробно описаны методы установления экономической эффективности посадки леса, ухода за ним, реконструкции малоценных лесов, выбора древесных пород, работ по охране и защите леса, внесения удобрений при лесовыращивании, рассмотрены вопросы экономической эффективности защитного лесоразведения, дана экономическая оценка положительного влияния защитных лесополос на урожайность сельскохозяйственных культур. В специальном разделе дается экономическое обоснование долгосрочного прогноза в лесном хозяйстве.

Особое внимание в работе уделяется путям повышения экономической эффективности комплексного ведения хозяйства в условиях малолесного района (на примере Воронежской области).

Несмотря на сложность затронутых вопросов, книга читается легко. Этому способствует не только изложение доходчивым, простым языком, но и наличие большого количества примеров, взятых из производственного опыта передовых лесхозов.

Выпущенная книга служит хорошим пополнением лесозащитной литературы. Она полезна для лесничих, работников лесхозов, научно-исследовательских и проектных учреждений, преподавателей и студентов лесных вузов и техникумов.

В. Н. Егоров, Б. А. Мякин

Воронежский лесотехнический институт

ЮБИЛЕИ

ПОЗДРАВЛЯЕМ ЮБИЛЯРА!

12 апреля 1976 г. исполнилось 75 лет со дня рождения и 55 лет научной, производственной, педагогической и общественной деятельности профессора, доктора биологических наук, заслуженного деятеля науки Марийской АССР Ивана Степановича Аверкиева.

В 1929 г. И. С. Аверкиев окончил Казанский институт сельского хозяйства и лесоводства (в настоящее время Марийский политехнический институт им. М. Горького). С 1930 года он работает в этом институте ассистентом, затем доцентом, а с 1961 года — профессором. В настоящее время исполняет обязанности заведующего кафедрой.

Участник многих экспедиций, Иван Степанович разработал научные основы защиты от вредных насекомых лесов Среднего Поволжья и северного шелководства в МАССР. В последние годы проф. И. С. Аверкиев разрабатывает биологический метод против вредных лесных насекомых в Среднем Поволжье. В 1973 г. издана его работа «Атлас вреднейших насекомых леса», предназначенная для студентов высших и средних учебных заведений и широкого круга работников лесного хозяйства и лесной промышленности.

За многолетнюю безупречную работу И. С. Аверкиев награжден орденом Трудового Красного Знамени и пятью медалями, в том числе: «За доблестный труд в Великой Отечественной войне», «За трудовое отличие», «За доблестный труд в ознаменование 100-летия со дня рождения В. И. Ленина». За выдающиеся заслуги в области науки Президиум Верховного Совета Марийской АССР присвоил ему почетное звание «Заслуженный деятель науки Марийской АССР» и наградил Почетной грамотой.

Наряду с педагогической и научно-исследовательской деятельностью, Иван Степанович принимает активное участие в общественной жизни института, республики, страны, в решении актуальных вопросов лесоведения и лесозащиты сегодняшнего дня. Его искренне волнует судьба русского леса, его будущее. Он — член секции лесного хозяйства и лесной промышленности Научно-технического Совета Минвуза СССР, член экспертной комиссии Волго-Вятского регионального Научно-методического Совета Минвуза СССР.

От души желаем Вам, дорогой Иван Степанович, крепкого здоровья, новых творческих успехов и большого счастья на долгие, долгие годы!

**Сотрудники кафедры ботаники и лесозащиты Марийского
политехнического института**

НЕКРОЛОГ

ПАМЯТИ
ВСЕВОЛОДА ПЕТРОВИЧА ДАДЫКИНА

16 апреля 1976 г. в 66 лет скончался выдающийся ученый с мировым именем, лауреат Тимирязевской премии, член совета и председатель биологической секции Дома ученых АН СССР, член КПСС с 1947 г., заведующий кафедрой физиологии и ботаники Московского лесотехнического института, доктор биологических наук, профессор Всеволод Петрович Дадыкин.

Ушел из жизни замечательный человек, крупнейший специалист в области физиологии лесных растений, основоположник учения о физиологически холодных почвах и один из основоположников космического растениеводства.

Окончив в 1931 г. Сельскохозяйственную академию им. К. А. Тимирязева, он работает на Дальнем Востоке. С 1934 г. начинается его деятельность по исследованию проблем северного земледелия. В этот период Всеволод Петрович в составе экспедиции изучает суровые условия Севера.

В 1941 г. он блестяще защитил кандидатскую диссертацию и приступил к разработке проблем, связанных с влиянием вечной мерзлоты на растительность.

Война прервала его научную деятельность. С осени 1941 г. и до окончания войны он находится на переднем крае в действующей армии, являясь начальником полковой разведки. Боевые заслуги В. П. Дадыкина были отмечены орденом «Красной Звезды» и семью медалями. По окончании войны, выполняя интернациональный долг, он принимает активное участие в проведении аграрной реформы в разрушенной войной Германии.

С 1947 г. В. П. Дадыкин снова работает над проблемами северного земледелия. Написанная им по результатам этих исследований монография в 1951 г. была успешно защищена как докторская диссертация, а в 1953 г. отмечена премией им. К. А. Тимирязева.

В 1952 г. Всеволод Петрович становится первым заместителем председателя Президиума Якутского филиала АН СССР, а через год — его председателем. Неоднократно он избирался депутатом Верховного Совета Якутской АССР, был членом обкома и горкома партии, одновременно — директором Института биологии того же филиала. За успехи в работе в 1957 г. ему была объявлена благодарность от Президиума АН СССР.

По результатам исследований земледельческого освоения районов Крайнего Севера В. П. Дадыкиным написано более 50 научных трудов.

С 1957 г. Всеволод Петрович работал в Институте леса АН СССР, где основное внимание уделял вопросам энергетического обмена растений. Более 25 работ он посвятил изучению зависимости оптических свойств листьев растений от внешних условий.

В 1960 г. В. П. Дадыкин руководил Карельским филиалом АН СССР, где воспитал большую плеяду своих учеников. С 1964 г. работает над проблемами космического растениеводства, в решение которых он внес крупный вклад.

С 1969 г. В. П. Дадыкин возглавлял кафедру ботаники и физиологии растений Московского лесотехнического института. Работа в МЛТИ характеризуется применением новаторских форм обучения и воспитания молодых ученых и инженеров лесного хозяйства. Он явился одним из основоположников кибернетического подхода в выяснении многих сторон жизнедеятельности растений.

Им написаны замечательные учебные пособия по физиологии растений для студентов и для специалистов лесного хозяйства. В общей сложности насчитывается более 200 его работ, многие из них хорошо известны за рубежом.

Кипучая научная и воспитательная работа Всеволода Петровича успешно сочеталась с большой общественной работой.

Светлый образ, принципиальность, исключительное трудолюбие Всеволода Петровича Дадыкина навсегда останутся в нашей памяти.

А. Д. Потапова, Л. Т. Самсонова
Московский лесотехнический институт

СОДЕРЖАНИЕ

ЛЕСНОЕ ХОЗЯЙСТВО

<i>И. И. Гусев.</i> Динамика форм линейного прироста стволов ели Европейского Севера	3
<i>Е. Л. Красников.</i> Листовая диагностика культур сосны на дерново-карбонатных почвах Брянского лесного массива	7
<i>Е. Г. Мозолевская, Н. Г. Марушина.</i> Влияние лунки серебристой на состояние и прирост дуба	10
<i>И. Ф. Коростелев.</i> Изменчивость диаметров и высот стволов в сосновых древостоях Челябинской области	16
<i>Д. С. Журихин.</i> О применении арборицидов в борьбе с порослью в лесных полосах	19
<i>И. Х. Тараненко.</i> Испытание устойчивости древесины разных видов дуба к ложному трутовику (<i>Phellinus robustus</i> (Karst.) Bourd. et Galz.) в лабораторных условиях	21
<i>Ю. Л. Кузенко.</i> Нормальные площадь сечения и диаметр стволов	24
<i>А. Ф. Пронин, Г. И. Ларин, В. Ф. Быков.</i> Динамика удельного сопротивления почвообрабатывающих лесохозяйственных машин при износе их рабочих органов	29

ЛЕСОЭКСПЛУАТАЦИЯ

<i>И. В. Капранов.</i> О вынужденных колебаниях автомобильной балансирной тележки	33
<i>С. А. Помогаев.</i> К вопросу об управляемой валке леса	41
<i>В. Е. Серутин.</i> Удельная энергия сечения в расчетах глубин сжатого русла	45
<i>К. А. Чекалкин.</i> Способ расчета потребности в причалах в пунктах прибытия плотов	48
<i>И. И. Слепко.</i> Контактные напряжения в проволоках несущего каната в зоне соприкосновения прядей	52
<i>Р. И. Макарыгин.</i> К вопросу о выборе метода и условий контроля плунжерных пар на гидравлическую плотность	57

МЕХАНИЧЕСКАЯ ОБРАБОТКА ДРЕВЕСИНЫ И ДРЕВЕСИНОВЕДЕНИЕ

<i>Е. Н. Волков.</i> Стружкообразование при поперечном резании древесины инструментом с наклонно режущей кромки	62
<i>Н. И. Тимофеев.</i> О некоторых параметрах многоножевых фрез для окантовки бревен	67
<i>А. А. Поздняков.</i> Простой метод оценки прочности древесины при плоском напряженном состоянии	72
<i>Н. А. Крылов, М. Л. Биричевский.</i> Расчет клееной деревянной балки с непроклеем, нагруженной сосредоточенной силой	76
<i>Б. В. Галактионов, О. Н. Русак.</i> Исследование адгезионных свойств различных поверхностей	80
<i>М. И. Гореньков.</i> Об отражательной способности прозрачных покрытий в ультрафиолетовой области спектра	84
<i>Н. М. Михин, Н. И. Винник, А. И. Смольяков.</i> Влияние влажности, плотности и нагрузки на касательные напряжения при трении прессованной древесины по металлу	87

ХИМИЧЕСКАЯ ПЕРЕРАБОТКА ДРЕВЕСИНЫ

<i>М. И. Кравченко, В. И. Седых, А. И. Киприанов, Э. И. Чупка.</i> Исследование каталитического окисления гваякола	92
<i>Л. М. Кирличева, М. И. Чудаков, Г. П. Санников.</i> Получение вискозной целлюлозы из арборицидной древесины	96
<i>К. Г. Боголицын, И. М. Боховкин, Г. Ф. Прокшин, В. Г. Крунчак, А. Г. Родичев, В. В. Пальчевский.</i> Потенциометрический метод определения восстановительной емкости промышленных сред ЦБП	100
<i>А. А. Ливеровский, Э. И. Шмелевская, Р. М. Вздорникова, В. Н. Кун, П. П. Дикун, Л. Д. Костенко.</i> Распределение 3,4-бензпирена в жидких продуктах, улавливаемых из парогазовой смеси при пиролизе древесины	105
<i>О. В. Морозова, О. В. Бронзов, Н. Н. Скорняков.</i> Изменение некоторых физико-химических свойств древесного угля под влиянием повышенных температур прокаливания	109

И. А. Гамова, Л. Н. Наткина, Г. В. Ширяева, Н. Д. Прищепа. Получение полимердревесного материала из измельченной древесины и радиационно привитого полимера	113
Ф. А. Медников. Комплексное использование древесной зелени для получения лечебных препаратов и кормовых продуктов	116
В. В. Некрасов, М. М. Рюмина, К. П. Червятина, Л. Ф. Тренина, М. В. Некрасова, Н. И. Вакорина. Влияние природы растворителя на удельные объемы сульфатного лигнина	119

КОМПЛЕКСНАЯ МЕХАНИЗАЦИЯ И АВТОМАТИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ПРОЦЕССОВ

Н. Г. Штольцер. Комбинированное авторегулирование скорости подачи пильных станков	122
Г. Ф. Козориз. Определение основных параметров работы установки дополнительного отбора воздуха упрощенной универсальной пневмотранспортной системы с плавно регулируемой производительностью	126
Н. А. Скурихин. О распределении сортируемых материалов по группам накопителей	129

ЭКОНОМИКА И ОРГАНИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВА

И. В. Воронин. Эффективность комплексного многопланового лесного хозяйства и пути его дальнейшего совершенствования в СССР	134
Л. Б. Иванов, А. А. Ширяева. Об эффективности управленческого труда на лесозаготовительном предприятии	140
М. Д. Некрасов. Об использовании и учете основных фондов в лесном хозяйстве	144

КРАТКИЕ СООБЩЕНИЯ И ОБМЕН ОПЫТОМ

Е. И. Сенько. Об использовании грибных ресурсов Львовской области	148
П. М. Степочкин. Культуры лиственницы сибирской в лесах Тульской области	150
Ю. В. Синадский. Массовое размножение ольхового листопада в пойме р. Нары (Московская область)	151
В. В. Луданов, В. В. Мац. Оптимальное число десантников на патрульном вертолете	154
В. Г. Роголин. Об определении статистик площадей сечений стволов деревьев	156
Ю. И. Верхов. Динамическая нагруженность элементов конструкции колесных автопогрузчиков	158
Л. Г. Хижняк, А. В. Финкельштейн, А. В. Бывшев, И. М. Кольцова, А. И. Комиссарова, Л. А. Егунова. Влияние степени помола на скорость ацетилирования древесной целлюлозы, обезвоженной инклюдированием уксусной кислотой	161
А. И. Тарасов. Критерии интенсивности рекреационного лесопользования	163

НАУЧНЫЕ КОНФЕРЕНЦИИ И СОВЕЩАНИЯ

П. Ф. Совершаев, Г. Б. Горгинский. VII симпозиум «Биологические проблемы Севера»	166
--	-----

КРИТИКА И БИБЛИОГРАФИЯ

Л. И. Войчалъ. Сборник по вопросам возобновления леса	167
И. М. Малаховец. Учебное пособие по лесным культурам	168
В. К. Пашков, И. Т. Глебов. Книга о резании древесины	—
В. Н. Егоров, Б. А. Мякинин. Полезная книга по лесной экономике	169

ЮБИЛЕИ

Сотрудники кафедры ботаники и лесозащиты Марийского политехнического института. Поздравляем юбиляра!	171
--	-----

НЕКРОЛОГ

А. Д. Потапова, Л. П. Самсонова. Памяти В. П. Дадыкина	172
--	-----

CONTENT

FORESTRY

<i>I. I. Gusev.</i> Dynamics of linear growth forms of spruce in the European North	3
<i>E. L. Krasnikov.</i> Leaf diagnostics of planted pines on turfy carbonate soils in Bryansk Forests	7
<i>E. G. Mozolevskaya, N. G. Marushina.</i> The influence of <i>Phalera bucephala</i> on oak state and growth	10
<i>I. F. Korostelev.</i> Variability of diameters and heights of trees in pine stands of Tchelyabinsk region	16
<i>D. S. Zhurikhin.</i> Application of arboricides for struggle against shoots in shelter belts	19
<i>P. H. Taranenko.</i> Wood resistance of different oak species to false spook (<i>Phellinus robustus</i> (Karst.) Bourd. et Galz.) in laboratory conditions	21
<i>Yu. L. Kusenko.</i> Normal cross-sectional area and trunk diameter	24
<i>A. F. Pronin, G. I. Larin, V. F. Bykov.</i> Dynamics of specific resistance of soil-cultivating forestry machines in state of wearing out their working parts	29

FOREST EXPLOATATION

<i>I. V. Kapranov.</i> On forced oscillations of an automobile balanced car	33
[S. A. Pomogaev] . To the problem of controlled felling	41
<i>V. E. Sergutin.</i> Specific energy of section in calculations of compressed river-bed depths	45
<i>K. A. Ghekalkin.</i> The way of calculating the need of berths in raft-arriving points	48
<i>I. I. Slepko.</i> Contact tensions in the conveying rope wires in the contiguity zone of the strands	52
<i>R. I. Makaryin.</i> On choosing a method and control conditions of plunger couples for hydraulic density	57

MECHANICAL TECHNOLOGY AND WOODSCIENCE

<i>E. N. Volkov.</i> The chipping process of wood cutting across grain with a tool edge-tilted to the direction of its motion	62
<i>N. I. Timofeev.</i> On some parameters of multiknife mills for edging machine-tool	67
<i>A. A. Pozdnyakov.</i> A simple method of appraisal of wood strength at plane stress state	72
<i>N. A. Krylov, M. L. Birichevsky.</i> Calculation of glued wooden beam with crack due to poor glueing loagen with concentrated force	76
<i>B. V. Galaktionov, O. N. Rusak.</i> The adhesiveness of different surfaces	80
<i>M. P. Gorenkov.</i> Reflecting ability of transparent coating in the ultra-violet region	84
<i>N. M. Mihin, N. I. Vinnik, A. I. Smolyakov.</i> Influence of dampness, compactness and loading upon contacting effort virtue of friction of presswood against metal	87

CHEMICAL WOODWORKING

<i>M. I. Kravchenko, V. I. Setykh, A. I. Kiprianov, E. I. Chupka.</i> Investigation of guaiacol catalytic oxidation	92
<i>L. M. Kirpicheva, M. I. Chudakov, G. P. Sannikov.</i> Preparation of viscose cellulose from hard wood destructive by arboricide action	96
<i>K. G. Bogolitsyn, I. M. Bokhovkin, G. F. Prokshin, V. G. Krunchak, A. G. Rodichev, V. V. Palchevsky.</i> Potentiometric method of calculating reduction capacity of industrial media in cellulose and paper production	100
<i>A. A. Liverovskiy, E. I. Shmulevskaya, R. M. Vzdornikova, V. N. Kun, P. P. Dikun, L. D. Kostenko.</i> The distribution of 3,4-benzopyrene in the liquid products obtained from the vapor-gas mixture in wood pyrolysis	105
<i>O. V. Morosova, O. V. Bronzov, N. N. Skorniyakov.</i> Some physical and chemical property changes of coal under the influence of higher temperatures of heating	109

<i>I. A. Gamova, L. N. Natkina, G. V. Shirayeva, N. D. Prishchepa.</i> Polymer-wood materials produced from sawdust and radiation graft polymers . . .	113
<i>F. A. Mednikov.</i> Total utilization of tree leaves for the production of medicines and fodder	116
<i>V. V. Nekrasov, M. M. Ryumina, K. P. Chervyatina, L. F. Trenina, M. V. Nekrasova, N. I. Vakorina.</i> Influence of solvent nature upon specific volums of sulphate lignin	119

COMPLEX MECHANIZATION AND AUTOMATION OF PRODUCTION PROCESSES

<i>N. G. Shtoltser.</i> Combined regulation of feed speed in wood-cutting machines .	122
<i>G. F. Kozoriz.</i> Definition of fundamental parametres of work in the equipment for additional withdrawal of air in simplified universal pneumatic—transport system with smoothly-controlled efficiency	126
<i>N. A. Skurikhin.</i> On the distribution of graded materials by the groups of pockets	129

ECONOMIC AND ORGANIZATION OF PRODUCTION

<i>V. Voronin.</i> The effectiveness of complex multiplanned forestry and the ways of its further improvement in the USSR	134
<i>L. B. Ivanov, A. A. Shiryaeva.</i> On efficiency of management labour at logging enterprises	140
<i>M. D. Nekrasov.</i> On utilization and calculation of basic funds in forestry . . .	144

SHORT REPORTS AND EXCHANGE OF EXPERIENCE

<i>E. I. Senko.</i> Fungi resources utilization in the Lvov region	148
<i>P. M. Stepochkin.</i> Types of siberian larch in the forests of Tula region	150
<i>Yu. V. Sinadsky.</i> Mass reproduction of alder leaf-cutting beetle in the Nara River flood-lands (Moscow region)	151
<i>V. V. Ludanov, V. V. Mats.</i> Optimal number of firemen on patrol helicopter .	154
<i>V. G. Rogulin.</i> On determination of statistics of cross section areas of tree trunks	156
<i>Yu. I. Verkhov.</i> The dynamic load of construction elements of wheeled loggers .	158
<i>L. G. Khizhnyak, A. V. Finkelstein, A. V. Byoshev, I. M. Koltsova, A. I. Komissarova, L. A. Egunova.</i> The effect of the fineness of grinding and of the dehydrate method on the cellulose acetylation	161
<i>A. I. Tarasov.</i> The cost of recreationsuse of the forest at the Black—sea coast	163

SCIENTIFIC CONFERENCES AND DELIBERATIONS

<i>P. F. Sovershaev, G. B. Gortinsky.</i> The seventh symposium „Biological problems of the North“	166
--	-----

CRITIQUE AND BIBLIOGRAPHY

<i>P. I. Voichal.</i> Book of the forest renewal problems	167
<i>P. M. Malakhovets.</i> Text-book on forest species	168
<i>V. K. Pashkov, I. T. Glebov.</i> Book on cutting timber	—
<i>V. N. Egorov, B. A. Myakinin.</i> Useful book on forest economics	169

JUBILEES

<i>Workers of the chair of botany and forest protection at the Mari Polytechnical Institute.</i> Congratulations on the jubilee!	171
--	-----

NECROLOG

<i>A. D. Potapova, L. P. Samsonova.</i> Memory of V. P. Dadykin	172
---	-----

ДЕПОНИРОВАНИЕ РУКОПИСЕЙ

ВНИПИЭИлеспром принимает на депонирование (хранение и размножение по запросам) рукописи статей, обзоров, монографий, материалы совещаний по техническим и конкретным экономическим наукам в области лесной, деревообрабатывающей и целлюлозно-бумажной промышленности узкоспециального характера.

Депонированные рукописи являются научными публикациями и учитываются при защите диссертаций.

Установлен следующий порядок подготовки и передачи рукописей на депонирование.

ВНИПИЭИлеспром непосредственно рассматривает, принимает решение о депонировании рукописей в области экономики, АСУ и информатики, поступающих от предприятий и организаций отрасли.

Головные институты (ЦНИИМЭ, ЦНИИМОД, ВНИИдрев, Гипролеспром, Гипролестранс, ЦНИИФ, ЦНИИлесосплав, ВНИОбумпром, ЦНИИБ, УкрНИИБ, ЦНИЛХИ) рассматривают, принимают решения о передаче на депонирование и оформляют в установленном порядке по закрепленной за ними тематике рукописи в области науки, техники и передового производственного опыта, поступающие от организаций и предприятий отрасли, после чего отобранные рукописи направляют во ВНИПИЭИлеспром.

Редакции отраслевых журналов отбирают рукописи, носящие узкоспециальный характер, оформляют в установленном порядке и с согласия автора направляют на депонирование.

**ВОЗВРАТИТЕ КНИГУ НЕ ПОЗЖЕ
обозначенного здесь срока**

ВНИПИЭИлеспром
ул., 17,

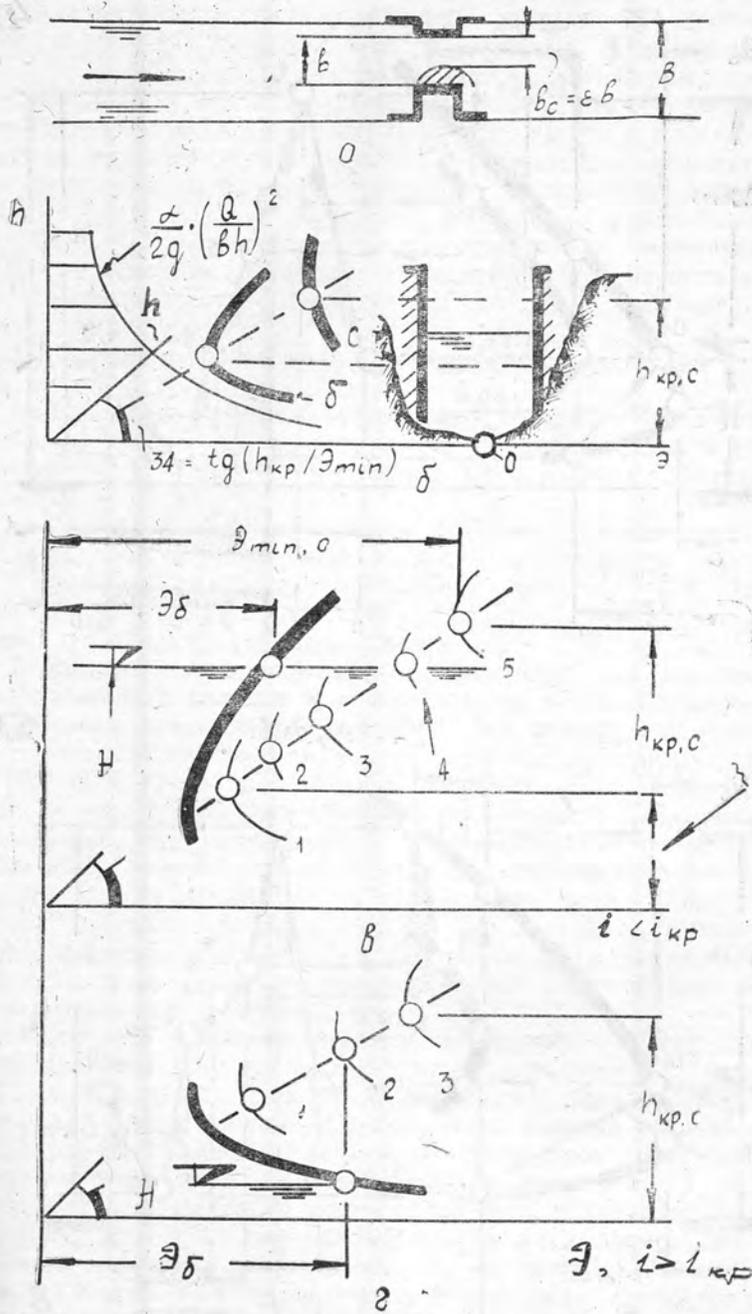


Рис. 1. Кривые удельной энергии сечения как исходные характеристики при исследовании изменений глубин в сжатом русле. Расчетные схемы в плане (а) и на поперечном разрезе (б) для пяти случаев спокойного (0) и трех случаев бурного (2) состояния.

Спокойные потоки, $Fr = \frac{v^2}{gH} < 1,0$.

$$\left. \begin{array}{l} \text{Э}_0, 1 > \\ 2 = \\ 3 < \\ 4 < \\ 5 < \end{array} \right\} \text{Э}_{min, c}, \quad \left. \begin{array}{l} H, 1 > \\ 2 > \\ 3 > \\ 4 = \\ 5 < \end{array} \right\} h_{кр, c};$$

Бурные потоки, $Fr = \frac{v^2}{gH} > 1,0$.

$$\left. \begin{array}{l} \text{Э}_0, 1 > \\ 2 = \\ 3 < \end{array} \right\} \text{Э}_{min, c}, \quad \left. \begin{array}{l} H, 1 < \\ 2 < \\ 3 < \end{array} \right\} h_{кр, c};$$

ϵ — коэффициент, характеризующий стеснение струи в сжатом сечении; определяется экспериментально для различных плановых конфигураций стеснений русла.

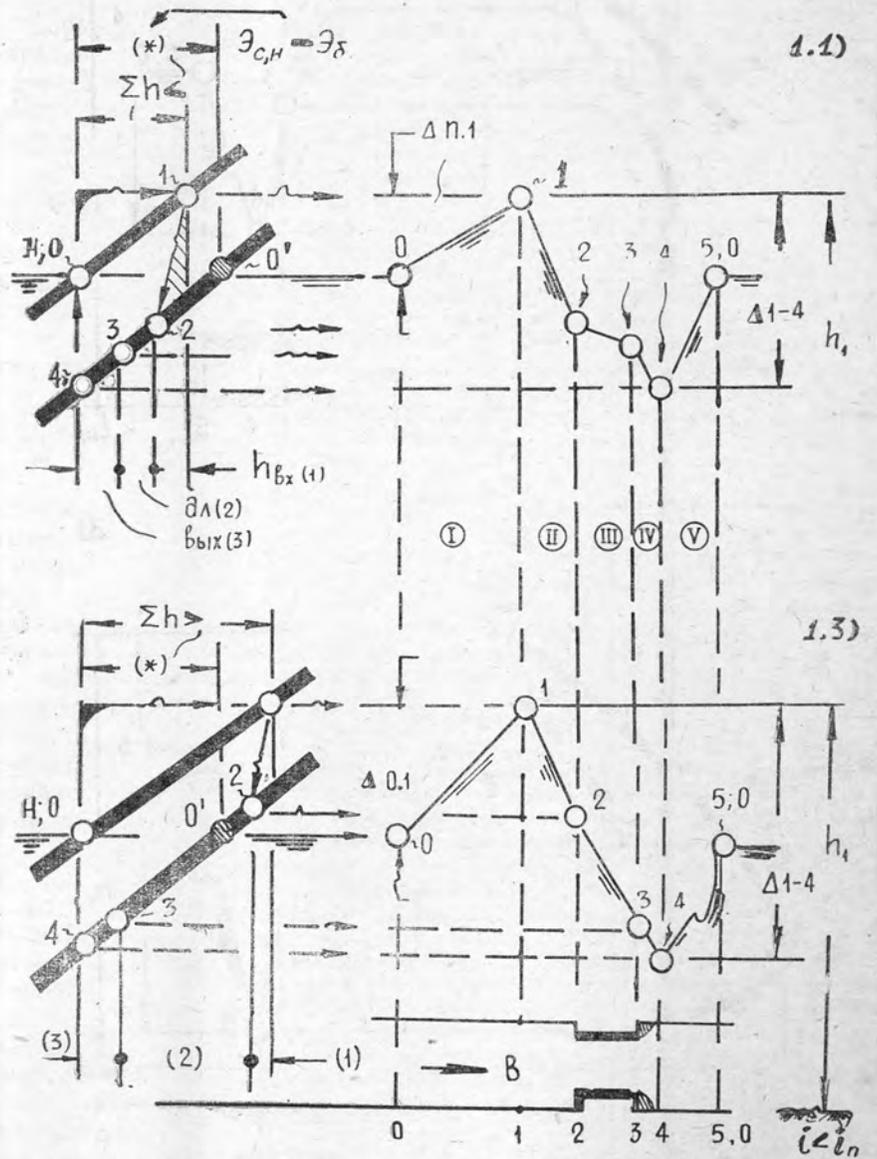


Рис. 2. Расчет подпоров и глубин для первого случая спокойного потока.

1.1 и 1.3 — варианты; 0 — 5 расчетные створы и характерные уровни (глубины); I — участок подпора; II — входа; III — сжатия; IV — растекания; V — восстановления.

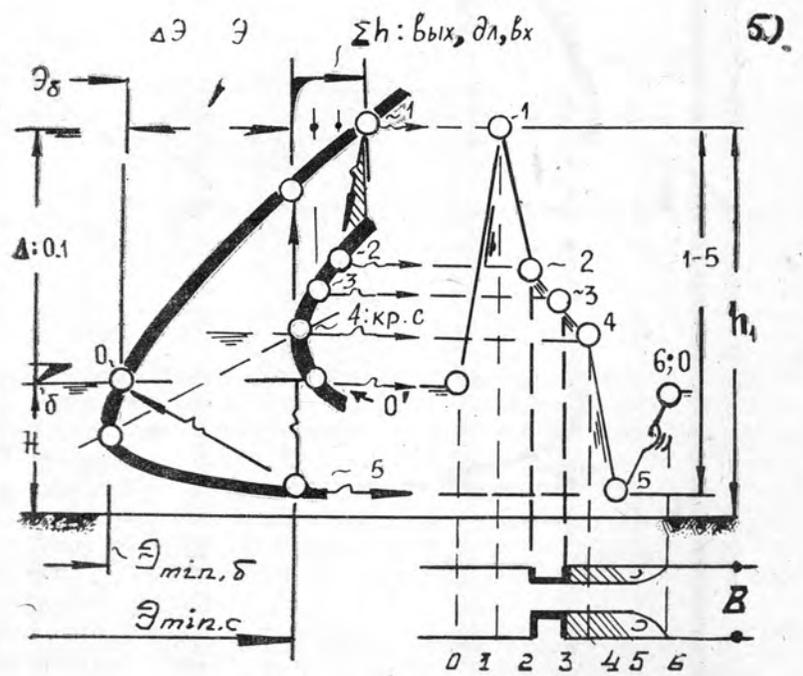
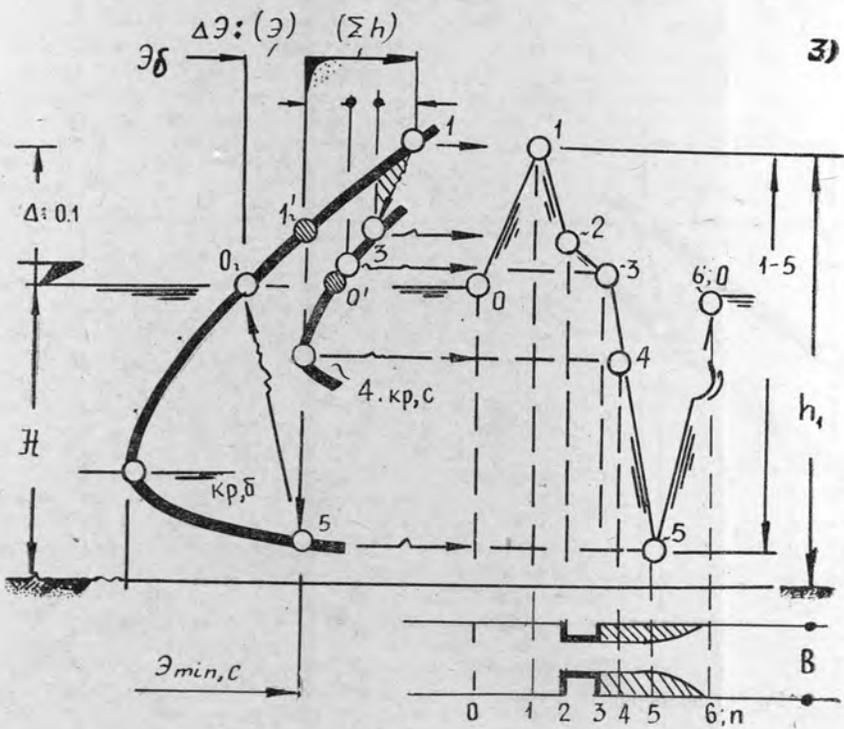
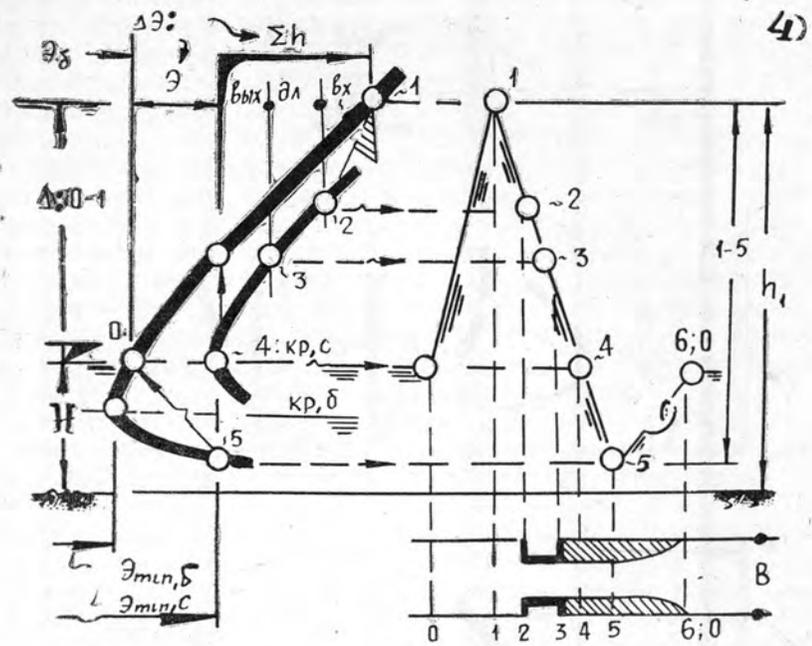
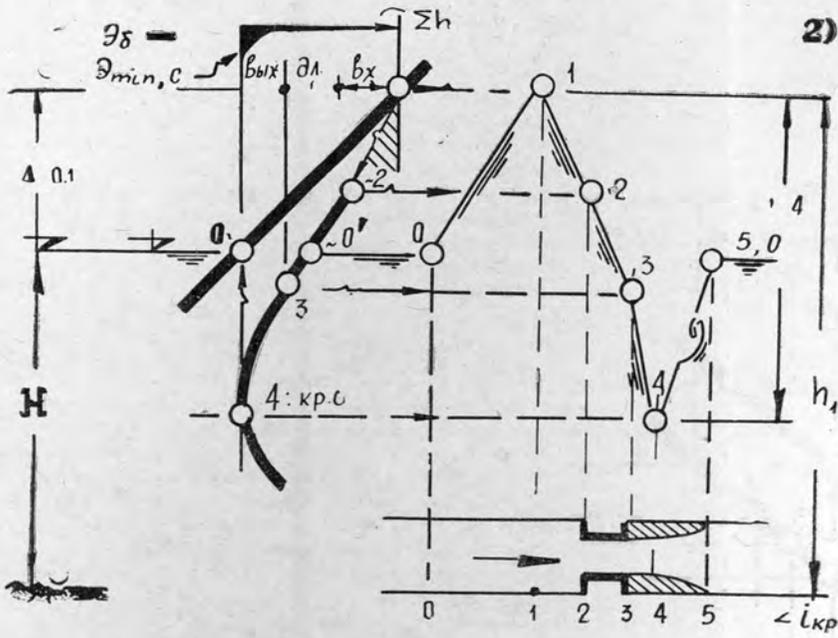


Рис. 3. Случаи 2 и 3 для спокойных потоков.

Рис. 4. Случаи 4 и 5 для спокойных потоков.

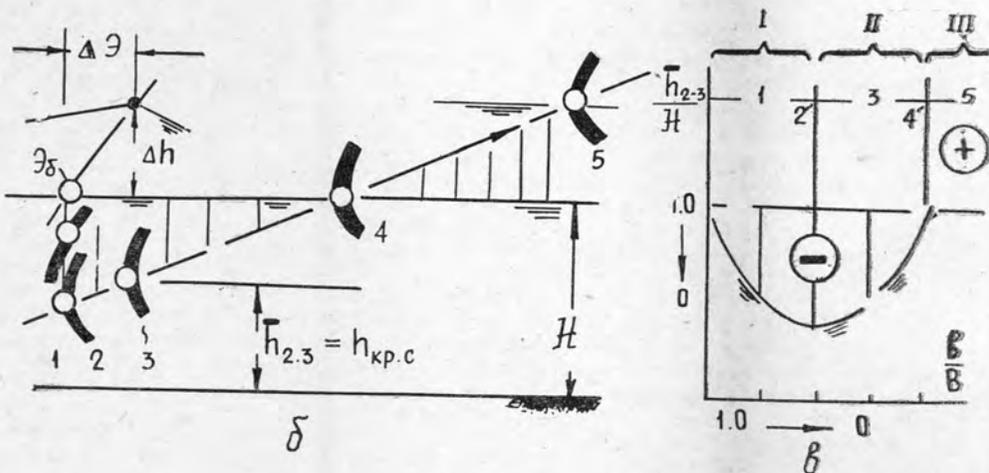
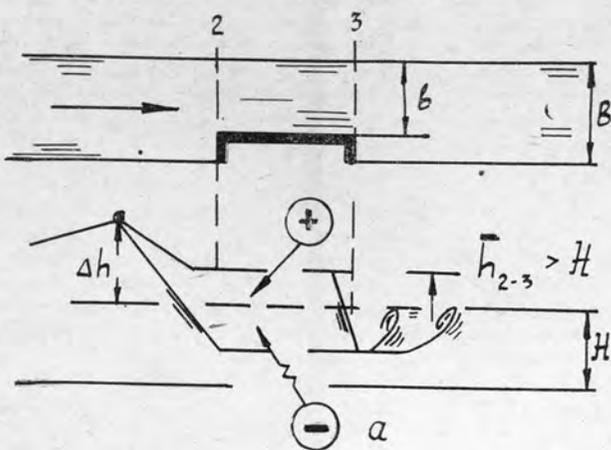


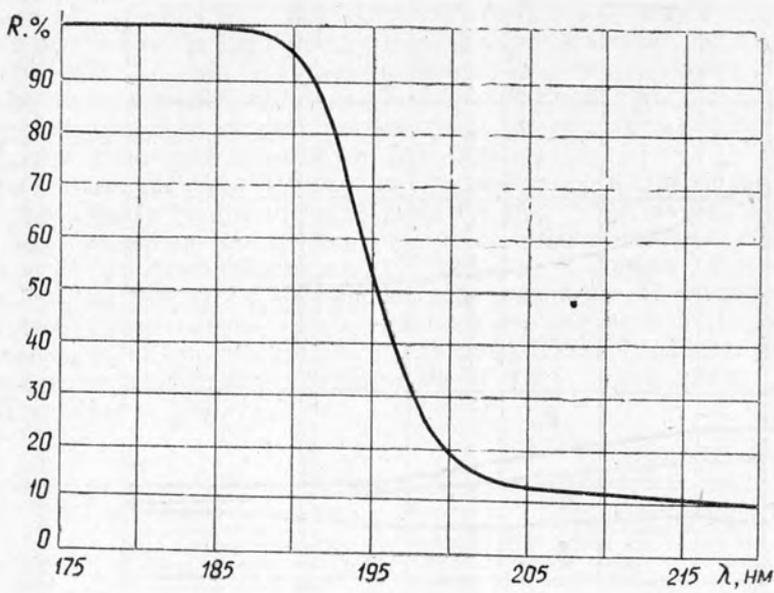
Рис. 5. Отрицательный и положительный эффекты сжатия русла.

a — план и схематизированный продольный разрез;
b — удельная энергия сечения для случаев 1—5; *в* — относительное изменение глубины в зависимости от степени сжатия русла $\frac{b}{B}$ (характер изменения производной глубины потока по ширине русла).

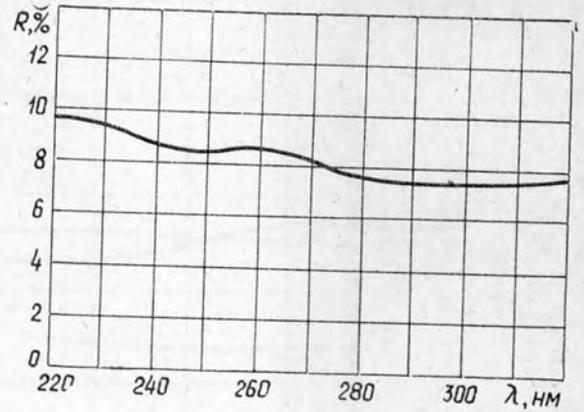
$$I - \frac{\partial h}{\partial B} < 0, h_c < H;$$

$$II - \frac{\partial h}{\partial B} > 0, h_c < H;$$

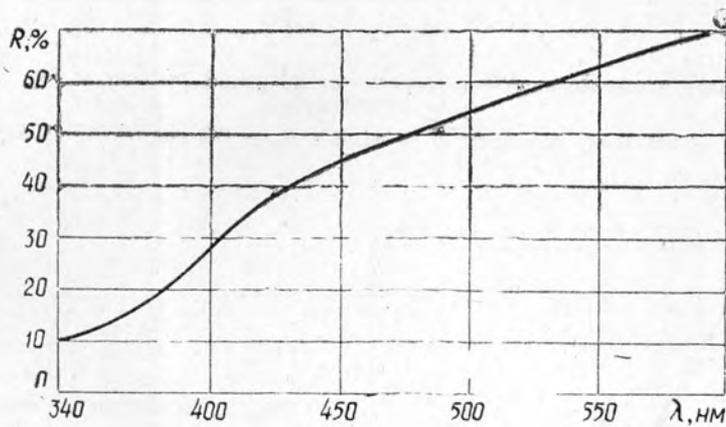
$$III - \frac{\partial h}{\partial B} > 0, h_c > H.$$



a



б



в
Рис. 1

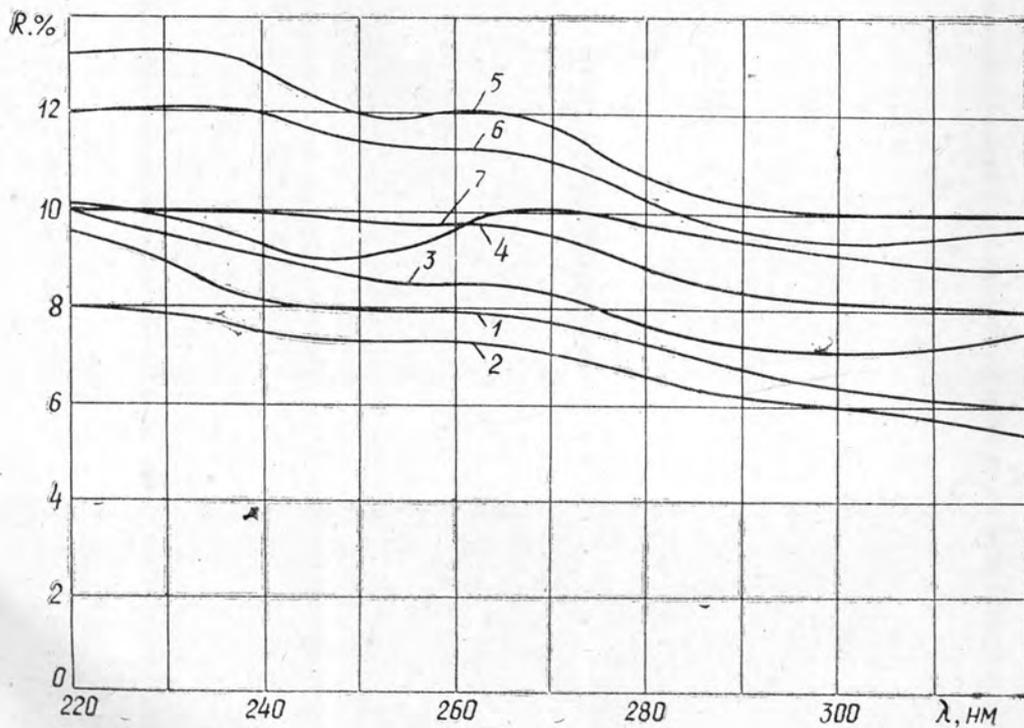


Рис. 2. Спектры отражения УФ-излучения от поверхности различных древесных материалов.
1 — стружечная плита; 2 — волокнистая плита; 3 — фанера; 4 — стружечная плита с текстурной бумагой; 5 — бук; 6 — береза; 7 — дуб.

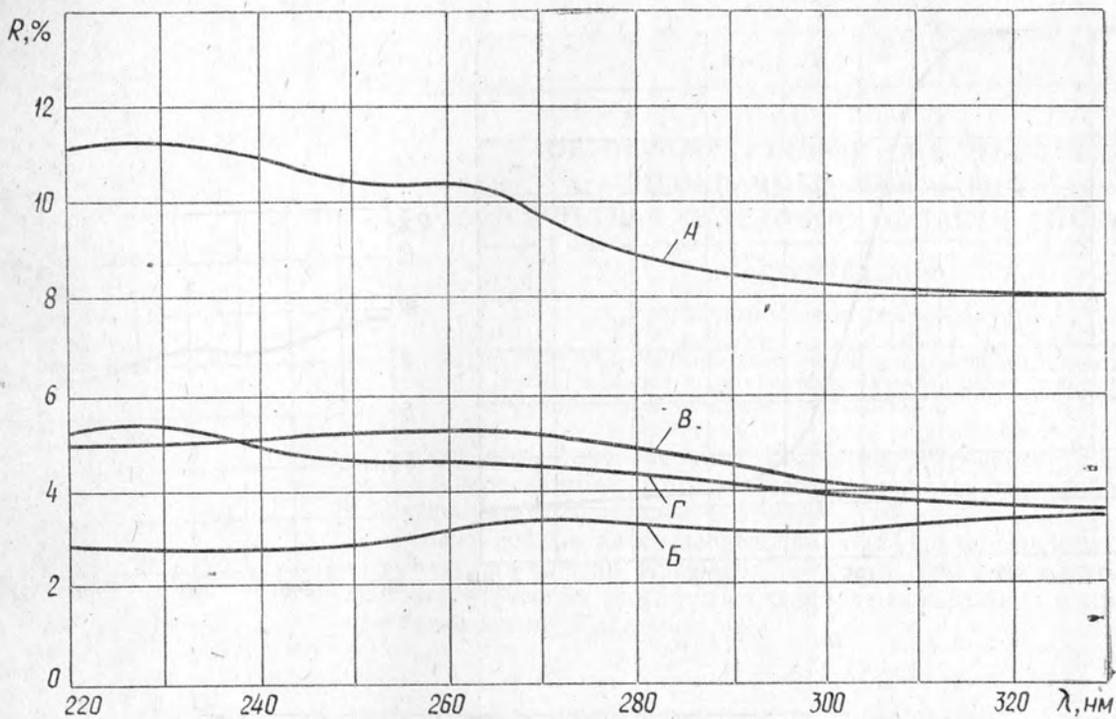


Рис. 3. Спектры отражения УФ-излучения от покрытий толщиной 80 мкм на поверхности дуба.

А — древесина без лака; Б — Мч-52; В — ПЭ-246; Г — НЦ-218

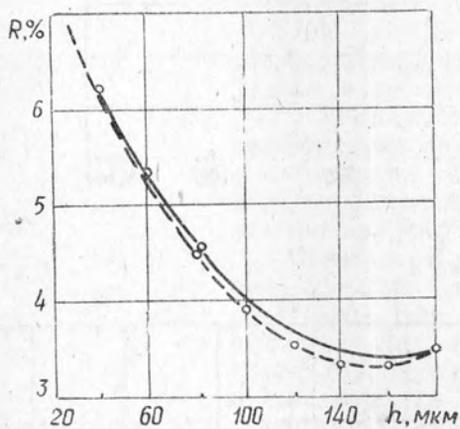


Рис. 4. Зависимость коэффициента отражения УФ-излучения от толщины покрытий лака НЦ-221.

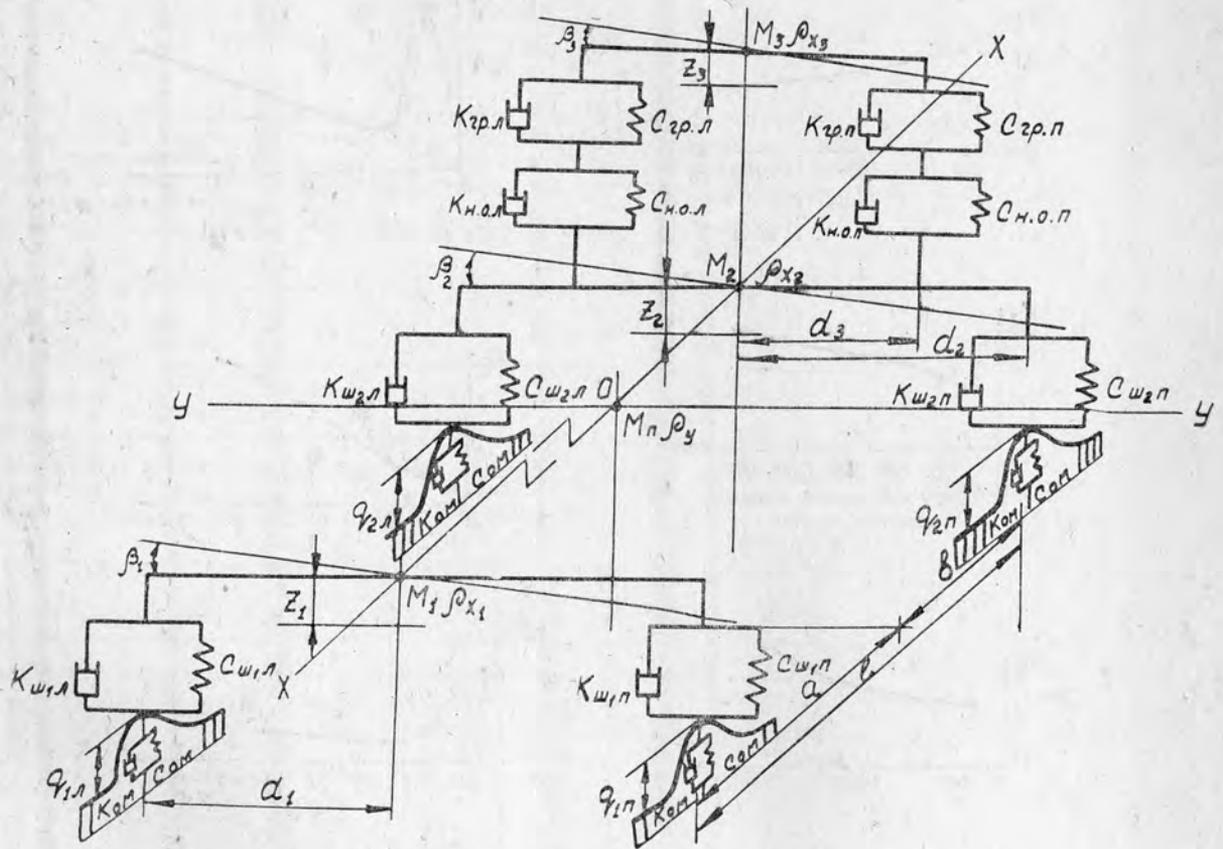


Рис. 1.

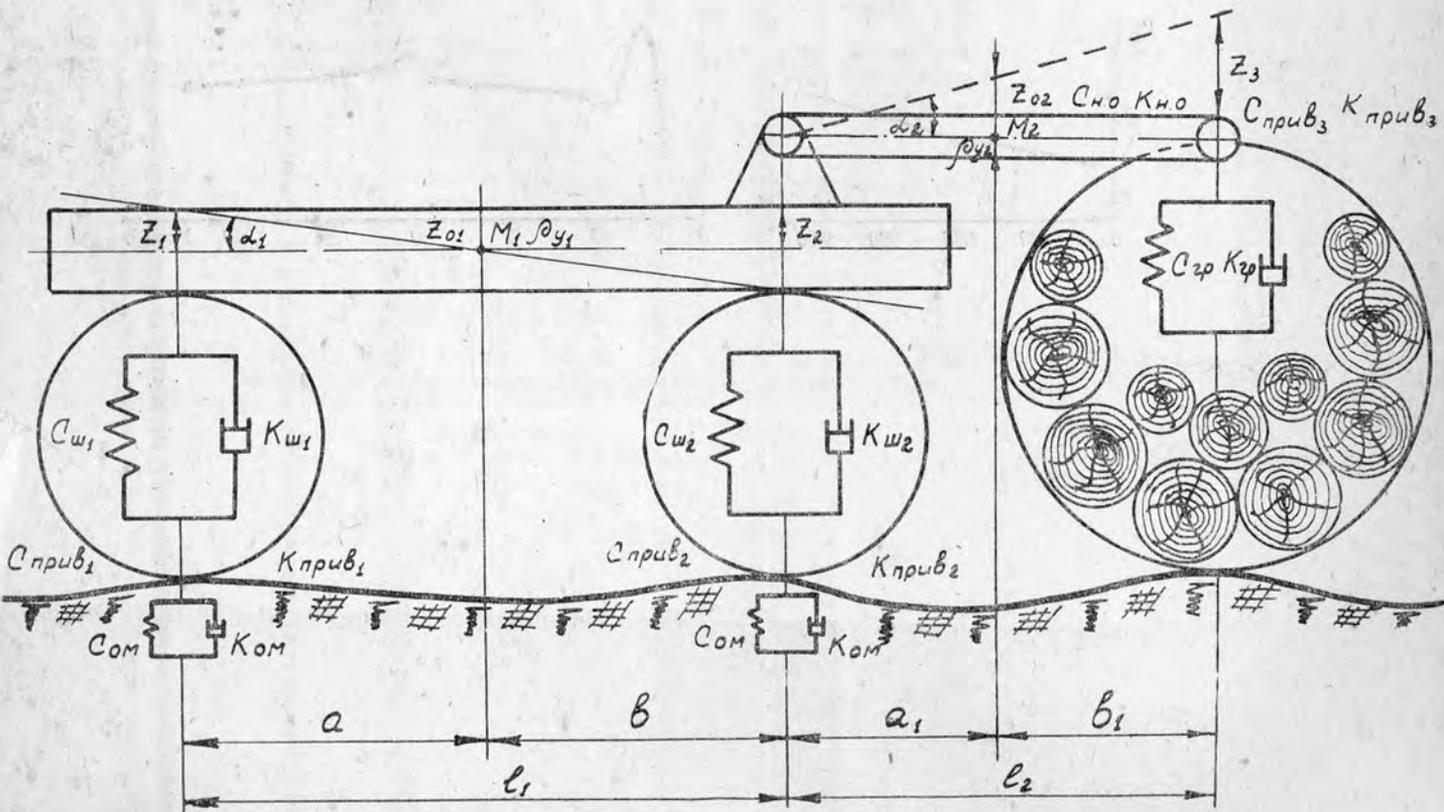


Рис. 2.

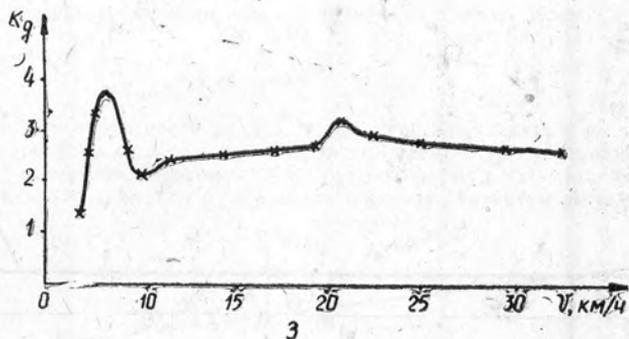
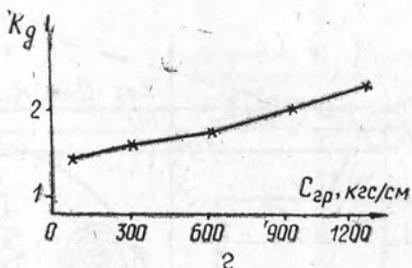
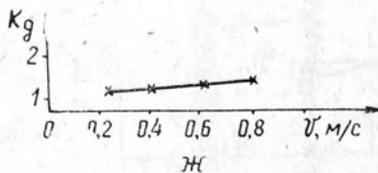
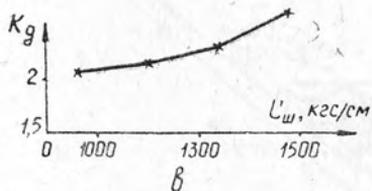
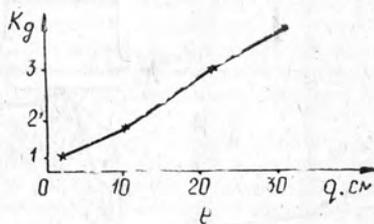
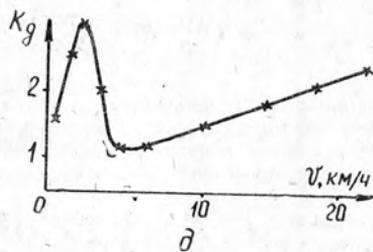
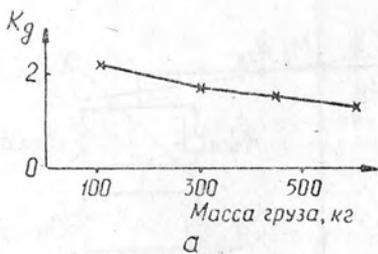


Рис. 3.

05
11-332

ЛЕСНОЙ ЖУРНАЛ

3

1976