

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ СССР
ПО НАРОДНОМУ ОБРАЗОВАНИЮ

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

ИЗВЕСТИЯ
ВЫСШИХ УЧЕБНЫХ
ЗАВЕДЕНИЙ

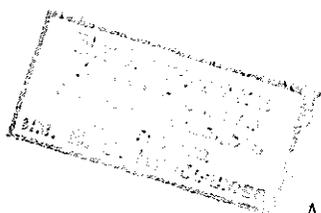
Лесной журнал

Издается с февраля 1958 г.

Выходит 6 раз в год

6

1991



АРХАНГЕЛЬСК

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ:

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

Ответственный секретарь Р. В. Белякова.

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

ИЗВЕСТИЯ ВЫСШИХ УЧЕБНЫХ ЗАВЕДЕНИЙ
«ЛЕСНОЙ ЖУРНАЛ» № 6

Редакторы Н. П. Бойкова, Л. С. Окулова, Корректор Л. Л. Аксенова.

Сдан в набор 18.11.91. Подписан в печать 12.02.92.
Форм. бум. 70 × 108¹/₁₆. Бумага типографская № 2. Гарнитура литературная. Печать высокая.
Усл. печ. л. 12,775. Усл. кр.-отт. 12,775. Уч.-изд. л. 15,51. Тираж 1300 экз. Заказ 4982. Цена 1 р. 40 к.
Архангельский ордена Трудового Красного Знамени лесотехнический институт
им. В. В. Куйбышева

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

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

ЛЕСНОЕ ХОЗЯЙСТВО

УДК 631.811.98 : 630*232.32

ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ
ЭКОЛОГИЧЕСКИ ЧИСТЫХ ПРЕПАРАТОВ
В ЛЕСНЫХ ПИТОМНИКАХ

А. Р. РОДИН, Н. Я. ПОПОВА

Московский лесотехнический институт

Интенсивное использование стимуляторов роста в лесных питомниках — одна из основных причин резкого ухудшения экологической обстановки. Поэтому в перспективе планируется применение новых химических средств, которые не представляли бы опасности для человека и окружающей среды.

В настоящее время синтезированы, опробованы в сельском хозяйстве и получили одобрение некоторые препараты, не уступающие по эффективности ранее применяемым*. Они практически безвредны для человека, характеризуются высоким стимулирующим эффектом и повышают адаптивные свойства растений. Это парааминобензойная кислота (ПАБК), мивал, картолин и биологические комплексы на основе полезной микрофлоры, получившие название биопрепараты.

ПАБК — вещество природного происхождения, в небольших количествах содержится в клетках растений, где принимает участие в обмене веществ. В качестве витамина применяется в медицине. Ее стимулирующее действие проявляется в широком диапазоне концентраций от 10^{-2} до 10^{-7} %, что обусловлено особенностями строения молекул. В отличие от других стимуляторов роста она активизирует одновременно несколько ферментов, чем нормализует деятельность генного аппарата. При обработке семян перед посевом повышается устойчивость всходов, что свидетельствует об адаптогенных свойствах ПАБК. Повышение урожайности зерновых, бобовых, технических, овощных и других культур под воздействием данного препарата выявлено во многих регионах.

Мивал — кремнийорганическое соединение, малотоксичен, не обладает мутагенным, тератогенным и аллергическим действием, не проявляет канцерогенных и кумулятивных свойств. В концентрации 10^{-4} % мивал увеличивает всхожесть семян, стимулирует рост корней, деление клеток у многих сельскохозяйственных растений. Обработка семян перед посевом способствует повышению урожайности и устойчивости растений к неблагоприятным факторам внешней среды. В концентрациях от 10^{-2} до 10^{-3} % он снижает повреждающее воздействие высоких температур. Установлено, что мивал не накапливается в почве, полностью утилизируется сообществами почвенных микроорганизмов, не угнетая жизнедеятельность азотфиксирующих микроорганизмов. Быстрая биодеградация мивала в почве дает основание отнести его к разряду экологически чистых биостимуляторов. В результате широкой произ-

* Нафтилуксусная кислота (НУК), индолилмасляная кислота (ИМК), индолилуксусная кислота (ИУК), янтарная кислота и др.

водственной проверки на многих сельскохозяйственных культурах выявлена высокая эффективность этого препарата.

Картолин по механизму действия и эффективности аналогичен природному фитогормону цитокинину. Препарат прошел широкую производственную проверку на сельскохозяйственных культурах. Предпосевная обработка семян и корневых систем сеянцев перед посадкой свидетельствует о перспективности его применения также и в лесном хозяйстве.

Биопрепараты — биологические активаторы ростовых процессов, основу которых составляют ассоциативные культуры полезной микрофлоры, в частности молочнокислых бактерий, вырабатывающих цитокинин и другие стимуляторы роста. Широкую производственную проверку на сельскохозяйственных культурах прошли активатор прорастания семян (АПС), активатор почвенной микрофлоры (АПМ), активатор фотосинтеза (АФ) и азотобактерин, или азотовит, направленность которого аналогична АПМ. Под воздействием АПМ труднорастворимые соединения фосфора переходят в легкоусвояемые растениями. Азотовит способствует связыванию атмосферного азота, который полностью усваивается растениями, и снижению содержания нитратов. Биопрепараты не представляют опасности для человека и других организмов, так как их излишки, попадающие в почву или на растения, поглощаются почвенными микроорганизмами или разлагаются под воздействием солнечных лучей.

Исследования по применению экологически чистых препаратов в лесном хозяйстве немногочисленны и до последнего времени проводились в основном по личной инициативе отдельных авторов. Нами такие работы выполняются с 1985 г. Экспериментальные и частично опытно-производственные посевы хвойных пород с применением указанных регуляторов роста проведены в двух питомниках: Торопецком Тверского ЛХТПО и Гребневском Щелковского учебно-опытного лесхоза МЛТИ соответственно на супесчаных и среднесуглинистых почвах.

Многолетними наблюдениями установлено, что ПАБК в концентрациях от 0,0001 до 0,06 % не оказывала токсичного действия на семена сосны и ели. Они успешно прорастали и давали всходы, при этом не наблюдалось существенных различий с контролем в сроках появления всходов и грунтовой всхожести. Однако семена с низкими посевными качествами, т. е. длительным сроком хранения, оказывались весьма отзывчивыми на обработку ПАБК. Их грунтовая всхожесть повышалась на 18...20 % и более. Достаточно высокий стимулирующий эффект ПАБК выявлен по биометрическим показателям 2-летних сеянцев (табл. 1). В вариантах с ПАБК они были на 3...71 % выше контроля на супесчаных почвах. Фитомасса сеянцев сосны в Торопецком питомнике также была выше контроля на 6,3...45,0 %, ели на 1,3...16,4 %, в Гребневском соответственно на 22,0...51,2 и 9,6...31,7 %, причем сохранялась пропорциональность в соотношении надземных органов и корневой системы.

Обработка семян ПАБК в концентрациях 0,05 и 0,06 % не всегда давала положительные результаты, при более низких концентрациях препарата (0,001 %) биометрические показатели сеянцев во всех случаях превышали контроль. Выход стандартных сеянцев сосны в вариантах с ПАБК был выше контроля в 1,2—2,0 раза на супесчаных почвах и в 1,3—2,2 раза на суглинистых. Аналогичен выход 3-летних сеянцев ели в обоих питомниках.

Весьма эффективным оказалось намачивание семян сосны в растворе ПАБК 0,001 %-й концентрации непосредственно перед закладкой на стратификацию. Опытные производственные посевы таких семян произведены в Торопецком питомнике на площади более 1 га при норме

Таблица 1

Концентрация ПАБК и продолжительность обработки, %/ч	Высота семян, см	Масса 100 семян, г			Выход семян сосны с 1 га, млн шт.	
		общая	надземной части	корней	общий	стандартных
Торопецкий питомник						
$\frac{0,001}{5}$	$9,5 \pm 0,43$	$\frac{171,0}{94,9}$	$\frac{135,0}{66,7}$	$\frac{36,0}{28,2}$	1,20	0,96
$\frac{0,02}{5}$	$7,5 \pm 0,39$	$\frac{152,9}{92,5}$	$\frac{122,9}{65,0}$	$\frac{30,0}{27,5}$	1,48	1,30
$\frac{0,06}{5}$	$6,9 \pm 0,27$	$\frac{155,4}{97,1}$	$\frac{121,6}{68,1}$	$\frac{33,8}{29,0}$	1,84	1,56
$\frac{0,001}{8}$	$11,5 \pm 0,33$	$\frac{175,9}{102,8}$	$\frac{137,9}{71,4}$	$\frac{38,0}{31,4}$	1,40	0,98
$\frac{0,005}{8}$	$7,4 \pm 0,56$	$\frac{165,9}{99,8}$	$\frac{127,7}{69,0}$	$\frac{38,2}{30,8}$	1,52	1,07
$\frac{0,005}{10}$	$8,6 \pm 0,57$	$\frac{161,5}{96,3}$	$\frac{124,7}{68,6}$	$\frac{36,8}{27,5}$	2,00	1,79
$\frac{0,01}{10}$	$7,9 \pm 0,53$	$\frac{129,6}{106,3}$	$\frac{100,4}{76,7}$	$\frac{29,2}{29,6}$	2,08	1,66
$\frac{0,02}{10}$	$9,2 \pm 0,89$	$\frac{141,0}{101,2}$	$\frac{108,0}{68,2}$	$\frac{33,0}{33,0}$	1,40	1,08
$\frac{0,005}{16}$	—	$\frac{155,7}{99,2}$	$\frac{117,5}{70,2}$	$\frac{38,2}{29,0}$	1,84	1,51
Контроль	$6,7 \pm 0,34$	$\frac{121,3}{91,3}$	$\frac{94,0}{63,8}$	$\frac{27,3}{27,5}$	1,60	0,97
Гребневский питомник						
$\frac{0,05}{5}$	$9,5 \pm 0,48$	$\frac{89,8}{53,6}$	$\frac{65,4}{37,2}$	$\frac{24,4}{16,4}$	1,64	1,51
$\frac{0,06}{5}$	$10,0 \pm 0,56$	$\frac{96,0}{33,3}$	$\frac{63,8}{22,6}$	$\frac{22,2}{10,8}$	1,36	1,25
$\frac{0,01}{10}$	$10,0 \pm 0,60$	$\frac{108,8}{55,5}$	$\frac{78,8}{38,5}$	$\frac{30,0}{17,0}$	1,68	1,51
$\frac{0,05}{10}$	$9,5 \pm 0,71$	$\frac{92,0}{45,2}$	$\frac{65,7}{33,0}$	$\frac{26,3}{12,2}$	2,40	1,87
$\frac{0,06}{10}$	$10,0 \pm 0,53$	$\frac{94,2}{44,5}$	$\frac{65,3}{25,5}$	$\frac{28,9}{15,0}$	2,28	1,94
$\frac{0,01}{16}$	$9,5 \pm 0,35$	$\frac{111,1}{43,5}$	$\frac{85,9}{30,4}$	$\frac{25,2}{13,1}$	1,52	1,23
$\frac{0,05}{16}$	$10,5 \pm 0,50$	$\frac{108,8}{40,1}$	$\frac{82,5}{28,3}$	$\frac{26,3}{11,8}$	1,20	1,00
$\frac{0,06}{16}$	$10,0 \pm 0,45$	$\frac{113,3}{34,5}$	$\frac{83,2}{22,7}$	$\frac{28,1}{11,8}$	2,08	1,66
Контроль	$9,0 \pm 0,45$	$\frac{73,6}{40,6}$	$\frac{55,4}{27,2}$	$\frac{18,2}{13,4}$	1,52	0,87

Примечание. Здесь и далее в числителе — данные для сосны; в знаменателе — для ели.

высева 1,3 г на 1 м. В неблагоприятных погодных условиях весеннего периода 1990 г. (отсутствие осадков) получены дружные всходы на всей площади. Плотность всходов составила 170...198, сохранность в

конце вегетации 145...183 шт. на 1 м. Хвоя однолетних сеянцев имела ярко-зеленую окраску, высота стволика и мощность корневой системы несколько превышали контроль.

Предпосевная обработка семян первого класса качества мивалом не повлияла на грунтовую всхожесть, однако стимулирующий эффект выразился в увеличении биометрических показателей и фитомассы (табл. 2), а также выхода стандартных 2-летних сеянцев.

Таблица 2

Концентрация мивала, %	Высота сеянцев, см	Диаметр стволика, см	Масса 100 сеянцев, г		
			общая	надземной части	корней
Торопецкий питомник					
0,001	$11,0 \pm 0,53$	0,35	171,5	134,1	37,4
	$9,9 \pm 0,40$	0,20	75,0	56,7	18,3
0,005	$8,3 \pm 0,40$	0,38	211,7	165,2	46,5
	$9,8 \pm 0,42$	0,20	85,0	60,0	25,0
0,01	$7,6 \pm 0,33$	0,38	203,1	162,9	40,2
	$9,0 \pm 0,40$	0,20	90,0	60,0	30,0
Контроль	$7,4 \pm 0,36$	0,30	163,4	124,9	38,5
	$8,1 \pm 0,38$	0,15	66,7	42,1	24,6
Гребневский питомник					
0,002	$10,5 \pm 0,50$	0,30	90,0	70,0	20,0
	$8,9 \pm 0,38$	0,15	50,0	30,5	19,5
0,005	$12,6 \pm 0,52$	0,30	132,2	104,2	28,0
	$8,7 \pm 0,36$	0,15	49,1	36,6	12,5
0,01	$10,0 \pm 0,48$	0,30	108,9	78,0	30,9
	$8,2 \pm 0,35$	0,15	49,9	34,0	15,9
Контроль	$9,0 \pm 0,46$	0,30	73,6	55,4	18,2
	$8,0 \pm 0,37$	0,13	48,0	31,6	16,4

В Торопецком питомнике сеянцы сосны были выше контрольных на 2,7...48,6 % и больше по диаметру стволика на 16,6...26,6 %, сеянцы ели соответственно на 11,1...22,2 и 33,3 %. Аналогичный стимулирующий эффект мивала наблюдался и на тяжелых почвах в Гребневском питомнике у сосны и несколько меньший у ели. Высота сеянцев ели была больше контроля на 2,5...11,1 %, диаметр на 15,4 %. Фитомасса сеянцев сосны превысила контроль на 4,9...29,6 %, ели — на 13,6...34,9 % в Торопецком питомнике и соответственно на 23,2...110,3 и 2,3...32,1 % в Гребневском. Выход сеянцев в обоих питомниках был выше контроля на 15...65 %, причем наибольшие фитомасса и число стандартных сеянцев отмечены при обработке семян мивалом 0,005 %-й концентрации.

При выращивании сеянцев хвойных пород довольно результативными оказались биопрепараты. Из табл. 3 видно, что грунтовая всхожесть семян во всех вариантах была выше контроля на 4,8...94,9 %, максимальное ее значение отмечено при обработке АПМ и азотовитом. Сохранность сеянцев была выше контрольной на 16,5...51,9 %. Однолетние сеянцы по высоте в основном незначительно отличались от контроля, по массе превышали его на 10,6...70,2 %. Высота, диаметр стволика, длина корней и масса сеянцев были максимальными в варианте с АПМ. Двухлетние сеянцы в варианте с биопрепаратами превышали контроль по высоте на 4...54 %, диаметру стволика на 10...54 %, приросту последнего года в 1,4—1,7 раза (табл. 4).

Таблица 3

Вариант обработки семян	Грунтовая всхожесть, %	Сохранность семян, %	Высота сеянцев, см	Масса 100 сеянцев, г
Азотовит	51,7	73,3	3,91	5,3
АПМ	53,0	68,6	4,95	8,0
АПС (2 ч)	44,5	89,5	3,37	6,7
АПС (3 ч)	28,5	80,2	3,25	5,2
АПС (4 ч)	22,8	80,2	3,70	6,0
Контроль	27,2	58,9	3,46	4,7

Таблица 4

Вариант обработки семян	Высота сеянцев, см	Диаметр стволика, см	Длина корневой системы, см	Прирост последнего года, см
Азотовит	5,2 ± 0,185	0,7 ± 0,056	9,5	1,7
АФ	6,7 ± 0,319	1,1 ± 0,055	11,3	3,5
АФ	5,7 ± 0,261	0,9 ± 0,391	10,9	2,8
АПМ	7,7 ± 0,308	1,0 ± 0,345	10,7	4,6
АПМ + АФ	6,9 ± 0,284	1,0 ± 0,046	11,5	4,2
Контроль	5,0 ± 0,174	0,7 ± 0,048	7,5	2,0

Фитомасса сеянцев ели была выше контроля на 3,0...40,3 %, максимальная — в варианте с АПМ.

Воздействие биопрепаратов положительно сказалось и на направленности физиолого-биохимических процессов растений. Об этом свидетельствует суммарное содержание хлорофилла в сухой хвое 2-летних сеянцев. В варианте с азотовитом оно было выше контроля у сосны на 48,7 %, у лиственницы на 58,1 %, в опыте с АФ — на 6,2 % у сосны. Обработка сеянцев сосны АФ в условиях теплиц с полиэтиленовым покрытием (Торопецкий питомник) способствовала интенсивному росту. В конце вегетации высота сеянцев была больше контроля на 15...18 %, фитомасса на 22...28 %, выход стандартных растений на 18...20 %.

Таким образом, проведенные исследования с достаточной убедительностью показали, что ПАБК, мивал и биопрепараты являются высокоэффективными активаторами ростовых процессов. Они успешно могут применяться в лесных питомниках при выращивании посадочного материала. Целесообразность их использования оправдана прежде всего безопасностью для человека и окружающей среды. Вместе с тем они обеспечивают высокий выход стандартного посадочного материала при снижении нормы расхода семян на 30...50 %, а также большую эффективность почвы на основе использования АПМ и азотовита при низких дозах фосфорных и азотных удобрений.

Поступила 24 июля 1991 г.

УДК 630*28

РЕСУРСЫ ЛЕКАРСТВЕННО-ТЕХНИЧЕСКИХ ТРАВЯНИСТЫХ РАСТЕНИЙ УКРАИНЫ, ИМЕЮЩИХ ОГРАНИЧЕННОЕ РАСПРОСТРАНЕНИЕ

В. П. РЯБЧУК

Львовский лесотехнический институт

В дикой и культурной флоре Украины 850 видов являются лекарственными растениями, 1350 — витаминными, 2950 — пищевыми, 950 — кормовыми, 850 — медоносными, 640 — техническими [1]. Лечебные свойства растений объясняются наличием в них активно действующих биологических веществ. Лекарства на основе растений переносятся организмом лучше синтетических, оказывают меньшее нежелательное побочное действие. Дикорастущие съедобные растения не только не уступают своим культурным сородичам по содержанию питательных веществ, витаминов и других физиологически активных веществ, микроэлементов и минеральных солей, но часто и превосходят их. Дикорастущие растения являются ценным сырьем для пищевой промышленности (соки, варенья, джемы и др.), используются как красители, в производстве косметических и парфюмерных изделий (шампуни, лосьоны, кремы и др.) [5, 8, 9].

Объемы растительного сырья неуклонно уменьшаются. Только за последние 25...30 лет число дикорастущих видов растений, особенно лекарственных и ягодных, сократилось почти на 20 % [1]. По данным В. И. Чопика [10], ныне на Украине 5 % дикой флоры находится на грани исчезновения. В связи с этим возникает необходимость в определении ресурсов лекарственно-технических растений, особенно имеющих ограниченное распространение, и рациональном их использовании.

Распространение, биологические и эксплуатационные запасы, а также возможность ежегодной заготовки мы изучали в Винницкой, Львовской и Ивано-Франковской областях. Объектами исследований были барвинок малый (*Vinca minor* L.), зверобой продырявленный (*Hypericum perforatum* L.), ландыш майский (*Convallaria majalis* L.), щитовник мужской (*Dryopteris filix mas* (L.) Schott.) и арника горная (*Arnica montana* L.). В наиболее типичных условиях произрастания закладывали 75 пробных площадей, характеристика некоторых из них приведена в табл. 1. На пробных площадях подбирали учетные площадки размером 1 × 1 м, где подсчитывали число растений. Среднюю массу соответствующего органа растений определяли в результате 50 взвешиваний отдельных экземпляров. Под биологическим запасом понимали сырьевую фитомассу, образованную всеми товарными и нетоварными экземплярами данного вида на любых участках, как пригодных, так и непригодных для заготовки; под эксплуатационным запасом — сырьевую фитомассу, образованную товарными экземплярами на участках, пригодных для промысла. Возможный ежегодный объем заготовок определяли как частное от деления эксплуатационного запаса сырья на всех участках заготовки на оборот заготовки, равный: для соцветий и надземных органов однолетних растений — 2 года, надземных органов многолетних растений — 5 лет, подземных органов — 15 лет [2, 6, 7].

Таблица 1

Вид растения	Но- мер проб- ной пло- щади	Область, лесхоззаг	Состав насаждения	Воз- раст, лет	Тип лесора- ститель- ных усло- вий	Число рас- тений на 1 м ² , шт.
Барвинок малый	1	Винницкая обл., Гайсинский лесхоззаг	5Д5Гр + Кл, Лп	20	D ₂	275 ± 24
	2	Ивано-Франковская обл., Ивано-Франковский лесокомбинат	4Д6Гр	45	»	309 ± 8
Зверобой продыряв- ленный	3	Винницкая обл., Ильинецкий лесхоззаг	10Д	20	»	5,3 ± 0,4
	4	То же	4Д1Е1Яс1Кл3Гр	9	»	1,8 ± 0,2
	5	Винницкая обл., Гайсинский лесхоззаг	10Д	7	»	18,1 ± 1,5
	6	Львовская обл., Нестеровский лесхоззаг	Лесосока	—	C ₃	25,5 ± 1,6
Ландыш майский	7	Винницкая обл., Хмельникский лесхоззаг	3С3Д4Гр	60	D ₃	7,2 ± 1,2
	8	То же	10Ол + С	60	D ₂	11,3 ± 0,9
	9	Ивано-Франковская обл., Коломыйский лесо- комбинат	10Д + Ос	80	C ₃	83,1 ± 0,3
Щитовник мужской	10	Львовская обл., Турковский лесхоззаг	4Пх2Е2Бк2Яв	35	D ₂	34,6 ± 2,0
	11	Винницкая обл., Гайсинский лесхоззаг	10Гр + Д, Яс, Кл	55	»	1,5 ± 0,2
Арника горная	12	Винницкая обл., Хмельникский лесхоззаг	4Д2Бз1Лп2Кл1Яс	30	»	3,3 ± 0,4
	13	Львовская обл., Бродовский межколхозный лесхоз	10С	35	B ₃	4,1 ± 0,1
Душица обыкновенная	14	Ивано-Франковская обл., Коломыйский лесо- комбинат	Сенокос	—	C ₃	6,1 ± 0,1
	15	Ивано-Франковская обл., Коломыйский лесо- комбинат	»	—	»	6,2 ± 0,1

Примечание. B₃ — влажная субурь; C₃ — влажная сложная субурь; D₂ — свежая дубрава; D₃ — влажная дубрава.

Как видно из данных табл. 1, на 1 м² произрастает больше всего растений барвинка малого, меньше — щитовника мужского. Зверобой продырявленный распространен в основном на свежих лесосоках. Ландыш майский превагирует в предгорных и горных районах Карпат (пробные площади 9 и 10). Он предпочитает влажные сутруды и дубравы [3, 4]. Приуроченность изучаемых растений к условиям произрастания на землях гослесфонда Винницкой области показана в табл. 2, из которой видно, что свежая дубрава является преобладающим типом произрастания зверобой, вадериан, щитовника, барвинка и ландыша.

Таблица 2

Вид растения	Распространение растений, %, по типам лесорастительных условий				
	C ₂	C ₃	D ₁	D ₂	D ₃
Барвинок малый	22,1	—	—	77,9	—
Зверобой продырявленный	0,5	—	1,6	97,7	0,2
Ландыш майский	34,8	—	—	65,2	—
Валерiana лекарственная	—	—	20,0	80,0	—
Щитовник мужской	—	—	—	78,2	21,8

Примечание. D₁ — сухая дубрава.

Масса единицы растительного сырья в свежесобранном и воздушно-сухом состоянии представлена в табл. 3. Как видим, масса сырья на разных пробных площадях существенно не различается. Исключение составляет масса зверобоя на пробных площадях 3, 4 и 5, 6. Как мы уже отмечали, на пробных площадях 5 и 6 число растений значительно больше, чем на пробах 3 и 4. Видимо, поэтому масса единичных экземпляров на пробах 3 и 4 выше.

Как видно из данных табл. 3, наибольшую влажность имеет сырье зверобоя продырявленного, наименьшую — травы ландыша майского. Содержание влаги в растениях следует учитывать при определении продолжительности сушки.

Биологический и эксплуатационный запас изучаемых растений, а также объем возможной их заготовки в Винницкой и Львовской областях приведен в табл. 4. Как видно из приведенных данных, в Львовской области можно заготавливать максимальное количество травы барвинка малого (17,1 т), в Винницкой — зверобоя продырявленного (8,0 т). Наряду с этим, возможная заготовка корневищ щитовника мужского в Винницкой области составляет лишь 40 кг, соцветий арники горной в Львовской — 5 кг.

В целях рационального использования лекарственных растений и с учетом их восстановления траву барвинка малого рекомендуется заго-

Таблица 3

Вид растения	Вид сырья	Номер пробной площадки	Масса единицы сырья, г		Выход воздушно-сухого сырья, % от свежесобранного
			свежесобранного	воздушно-сухого	
Барвинок малый	Трава	1	0,71 ± 0,04	0,28 ± 0,01	39,4
		2	0,69 ± 0,04	0,22 ± 0,01	31,9
Зверобой продырявленный	»	3	5,30 ± 0,41	2,65 ± 0,12	50,0
		4	5,00 ± 0,36	2,67 ± 0,12	53,4
		5	3,18 ± 0,36	1,60 ± 0,15	50,3
		6	3,36 ± 0,21	1,69 ± 0,17	50,3
Ландыш майский	Листья	7	1,61 ± 0,05	0,32 ± 0,01	19,9
		8	2,57 ± 0,08	0,51 ± 0,05	19,8
	Трава	9	1,82 ± 0,07	0,39 ± 0,01	21,4
		10	3,13 ± 0,11	0,56 ± 0,06	17,9
Щитовник мужской	Корневища	11	53,70 ± 5,11	15,81 ± 1,62	29,4
		12	54,60 ± 5,30	15,87 ± 1,62	29,0
Арника горная	Соцветия	13	1,08 ± 0,09	0,29 ± 0,02	26,9
		14	1,04 ± 0,07	0,28 ± 0,02	26,9
Душница обыкновенная	Трава	15	4,90 ± 0,25	1,24 ± 0,05	25,3

Таблица 4

Вид растения	Вид сырья	Запас, т		Возможная ежегодная заготовка, т
		биологический	эксплуатационный	
Винницкая область				
Барвинок малый	Трава	16,8	16,4	3,3
		6,7	6,5	1,3
Зверобой продырявленный	»	57,2	44,5	14,8
		30,1	24,0	8,0
Ландыш майский	»	8,9	7,0	1,8
		1,8	1,4	0,4
	Цветы	5,8	5,0	1,2
		1,1	0,9	0,2
Щитовник мужской	Корневища	8,1	3,9	0,2
		2,3	1,1	0,04
Львовская область				
Барвинок малый	Трава	382,0	267,4	53,5
		122,2	85,6	17,1
Зверобой продырявленный	»	97,9	68,5	22,8
		50,9	35,6	11,9
Ландыш майский	»	536,7	375,7	75,1
		118,1	82,6	16,5
	Цветы	334,9	234,4	46,9
		67,0	46,9	9,4
Арника горная	Соцветия	0,11	0,08	0,02
		0,03	0,02	0,005

Примечание. В числителе — запас свежеобработанного лекарственного сырья; в знаменателе — воздушно-сухого.

тавливать в объеме 20,0 % от эксплуатационного запаса, зверобоя продырявленного — 30,0...33,4 %, траву и цветы ландыша майского — 20,0...28,6 %, арники горной — 25,0 %, корневища щитовника мужского — лишь 3,6 %.

Использование лекарственно-технических травянистых растений, имеющих ограниченное распространение, должно быть бережным и расчетливым. Запрещается нарушать естественный режим произрастания, в частности пасти скот. Не менее важное мероприятие — окультуривание диких зарослей лекарственных растений. Весьма целесообразно по очереди, по годам, использовать лишь определенные полосы участков. Сбор не должен превышать установленных расчетами размеров. Определение ежегодной возможной заготовки лекарственных растений с учетом сохранения их постоянной сырьевой базы позволит получать необходимое количество растительного сырья.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- [1]. Грисюк Н. М., Гринчак И. Л., Еляк Е. Я. Дикорастущие пищевые, технические и медоносные растения Украины. — Киев: Урожай, 1989. — 200 с. [2]. Козьяков С. Н. Вопросы изучения методики определения запасов кустарниковых и травянистых растений // Растит. ресурсы. — 1975. — Т. 11, вып. 2. — С. 272—279. [3]. Кропотова И. И. Эколого-ценотическая характеристика майского ландыша (*Convallaria majalis* L.) в различных условиях произрастания: Автореф. дис. ... канд. биол. наук. — М., 1970. — 15 с. [4]. Крылова И. Л. Ресурсная характеристика лекарственных растений как научная основа их рациональной эксплуатации: Автореф. дис. ... докт. биол. наук. — М., 1985. — 50 с. [5]. Лікарські рослини // Енциклопедичний довідник. — Київ: Голов. редакція укр. рад. енциклопедії, 1989. — 554 с.

[6]. Методика выявления дикорастущих сырьевых ресурсов при лесоустройстве. Утв. Госкомлесом СССР.— М., 1987.— 52 с. [7]. Методика определения запасов лекарственных растений. Утв. Госкомлесом СССР.— М., 1986.— 50 с. [8]. Рябчук В. П. Дари лісу.— Львів: Світ, 1991.— 165 с. [9]. Справочник по заготовкам лекарственных растений.— Киев: Урожай, 1986.— 280 с. [10]. Чопик В. И. Флора и технический прогресс // Ботанич. журн.— 1972.— Т. 57, № 3.— С. 171—182.

Поступила 7 июня 1991 г.

УДК 630*425

ВЛИЯНИЕ ТЕХНОГЕННОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ НА СОСТОЯНИЕ ПРИДОРОЖНЫХ ЛЕСНЫХ ПОЛОС

В. М. ИВОННИН, Г. Е. ШУМАКОВА

Новочеркасский инженерно-мелиоративный институт

Наблюдения проводили в лесных насаждениях автодороги Воронеж—Ростов-на-Дону (длина 569 км, интенсивность движения в среднем около 20 тыс. автомашин в сутки) в трех зонах: 1 — загрязняющего воздействия промышленных предприятий Ростова и Новочеркаска (1034...1055 км от Москвы); 2 — горящих и пылящих шахтных террикоников (983...992 км); 3 — относительно чистой атмосферы (669...795 км). У наиболее часто встречающихся древесных растений в конце периода вегетации отбирали образцы почв (черноземы обыкновенные), а также листьев, хвои, плодов и ягод. При анализах использовали методику [2].

Придорожные лесные полосы продуктивны (табл. 1). Однако в насаждениях старше 20 лет зафиксировано массовое усыхание абрикоса обыкновенного и тополя (гибель последнего связана с недостатком влаги). Отмечены также краевой и сеточный некроз листьев ясеня обыкновенного, клена остролистного, дуба черешчатого; пожелтение хвоек сосны обыкновенной; общий хлороз листьев липы мелколистной и яблони лесной.

В насаждениях на всем протяжении дороги эти симптомы выражены нечетко. В полесачитных лесных полосах они не наблюдаются. Поэтому мы анализировали содержание фитотоксичных металлов в листьях и плодах основных древесных пород придорожных лесных полос, а также в почвах под их пологом.

Наибольшее количество металлов в листьях и плодах отмечено в придорожных насаждениях на участке 1055...983 км, что связано как с загрязнением атмосферы выбросами промышленных предприятий Ростова и Новочеркаска горящими и пылящими шахтными террикониками, так и с интенсивным движением по автодороге (более 30 тыс. автомашин в сутки) — табл. 2.

Максимальное накопление металлов в листе отмечено у липы мелколистной и абрикоса обыкновенного, что явилось причиной общего хлороза листьев. Даже на участке дороги с относительно чистой атмосферой оказалось значительным содержание токсичных металлов (Pb, Cd, Ni) в плодах груши и ягодах смородины.

Повышенное содержание свинца и других элементов в листьях и плодах деревьев придорожных насаждений объясняется его накоплением на собирающей поверхности и последующим усвоением. Влипаение частиц происходит в результате их осаждения на поверхности различных органов растений.

Древесная растительность придорожных насаждений улавливает не только продукты сжигания бензина, содержащего свинцовые при-

Таблица 1

Таксационная характеристика лесных полос

Но- мер зоны	Местонахождение пробы		Порода	Состав	Воз- раст, лет	Средние		Число де- ревьев на 1 га	Запас на 1 га, м ³
	Кило- метр	Сторона дороги				высо- та, м	диа- метр, см		
1	1034	Правая	Клен остролистный Робиния Ясень обыкновенный → Робиния Евроамериканский гибрид тополя Робиния	10Кл(о) 6Р64Яс 7Яс2Р61Абр 10Яс 6Р64Т 10Т 10Р6, в подлеске Кл(т)	21	8,3	11,8	2319	147,3
	1045	→ Левая							
	1045	→							
	1055	→							
2	983	→ Правая	Робиния Евроамериканский гибрид тополя Робиния	10Р6 5Т5Р6	18	10,0	11,2	2240	143,4
	983	→							
	992	→							
3	795	→	Робиния Евроамериканский гибрид тополя Робиния Дуб черешчатый Робиния Евроамериканский гибрид тополя То же Дуб черешчатый → Ясень обыкновенный	9Д1Гр 10Р6 8Т2Я6 10Т 10Л 7Д3Яс	19	9,0	9,6	2012	85,1
	669	→							
	746	Левая							
	782	→							
	775	Правая							
	687	→ Левая							
762	→ Правая								
738	→								

садки, но и другие частицы, загрязняющие атмосферу и переносимые ветром на значительные расстояния от источника.

Все металлы, загрязняющие почвы, можно подразделить на две группы: легкие и тяжелые (плотность менее и более 8 тыс. кг/м³).

Таблица 2

Содержание металлов в листьях, плодах и ягодах древесных растений

Но- мер зо- ны	Образец	Содержание металлов, мг/кг									
		Zn	Fe	Mn	Cu	Al	Cr	Co	Pb	Ni	Cd
1	Листья липы мелколистной » робинии » ясени обыкновенного » абрикоса обыкновенного	1075,4	106,4	10,48	767,2	1,02	0,38	6,78	1,70	0,048	
		742,4	47,6	7,88	461,2	0,70	0,36	5,18	2,88	0,020	
		585,2	83,0	9,94	404,2	0,84	0,44	3,68	3,32	0,056	
		505,9	71,1	11,12	234,6	0,56	0,42	6,62	0,94	0,028	
2	» евроамериканского гибрида тополя Листья груши лесной » леща узколистного Хвоя сосны обыкновенной	243,0	85,2	10,34	111,8	0,66	0,32	0,90	2,12	0,084	
		362,2	51,2	9,98	100,5	0,33	0,28	1,95	1,23	0,015	
		551,6	152,5	15,98	316,4	0,45	0,17	2,27	1,86	0,036	
		600,8	46,6	4,12	318,6	0,82	0,18	4,40	0,74	0,014	
3	Листья яблони лесной » дуба черешчатого Плоды груши лесной Ягоды смородины золотой	510,5	33,4	8,89	261,7	0,37	0,19	2,70	1,07	0,059	
		110,2	31,6	2,62	60,4	0,46	0,06	0,52	0,36	0,004	
		100,0	20,0	8,34	49,2	0,32	0,17	0,46	0,84	0,060	
		76,4	7,4	4,00	34,8	0,16	0,14	0,54	0,48	0,010	

Первые (за исключением алюминия, который снижает прирост деревьев) нетоксичны, вторые — токсичны, особенно свинец, кадмий, никель, медь. Смытаясь осадками или попадая на поверхность подстилки с листовым опадом, токсичные металлы практически не мигрируют вниз по профилю почв лесных полос, а сохраняются в поверхностных гумусовых горизонтах. Поэтому сравнение содержания металлов в верхних горизонтах почв и в материнских породах позволяет судить о почвах лесных полос как о накопителях фитотоксичных металлов (табл. 3).

Таблица 3
Содержание металлов в черноземах обыкновенных под пологом лесных полос, мг/кг

Но- мер зо- ны	Глубина взятия об- разца, см	Наиболее токсичные элементы					Нетоксичные элементы				
		Pb	Cd	Ni	Cu	Al	Zn	Mn	Fe	Cr	
1	0,5 ... 18	10,10	0,28	11,40	10,40	2167	15,60	491	1522	2,48	
		0,56	He опр.	0,20	0,51	0,5	2,42	30,0	2,5	He опр.	
	21 ... 31	7,30	0,29	11,00	9,80	2269	10,10	339	1572	2,75	
		0,17	He опр.	0,05	0,22	3,5	0,50	4,6	2,5	0,03	
	43 ... 53	7,40	0,34	12,10	9,40	2510	10,50	366	1753	3,18	
		0,18	He опр.	0,25	0,24	1,5	0,52	7,9	1,0	He опр.	
	68 ... 78	6,50	0,02	8,50	9,10	2452	9,20	290	1515	2,92	
		0,14	He опр.	0,10	0,24	4,2	4,04	8,8	He опр.	0,13	
	95 ... 105	7,20	0,04	6,50	7,80	2085	8,50	231	1350	2,69	
		1,08	He опр.	He опр.	0,50	30,0	0,84	13,6	4,5	0,36	
120 ... 130	5,90	0,05	5,80	7,00	1960	7,20	216	1324	2,79		
	0,94	He опр.	0,55	0,42	22,0	0,49	16,9	4,5	0,36		
2	0,5 ... 10	10,23	0,11	15,47	11,30	3039	15,00	501	2176	4,26	
		1,12	He опр.	0,24	0,14	39,0	0,54	97,0	1,8	0,18	
	20 ... 30	9,06	0,08	14,30	10,90	4881	11,90	507	1915	4,16	
		0,49	He опр.	0,25	0,22	46,0	0,39	71,0	1,4	0,26	
	40 ... 50	6,88	0,19	12,16	8,50	3989	8,80	341	1565	3,32	
		0,86	He опр.	0,87	0,19	106,0	0,63	52,0	4,9	0,35	
	60 ... 70	7,16	0,18	14,97	8,90	3620	9,40	390	1591	3,06	
		0,89	He опр.	0,86	0,16	89,0	0,36	55,0	3,7	0,34	
	75 ... 85	8,29	0,29	12,31	8,90	3215	9,60	440	1751	3,83	
		0,42	He опр.	0,77	0,14	50,0	0,13	56,0	1,6	0,18	
92 ... 102	7,52	0,21	11,64	8,50	3298	8,10	321	1596	2,53		
	0,97	He опр.	0,98	0,10	89,0	0,63	51,0	5,6	0,29		

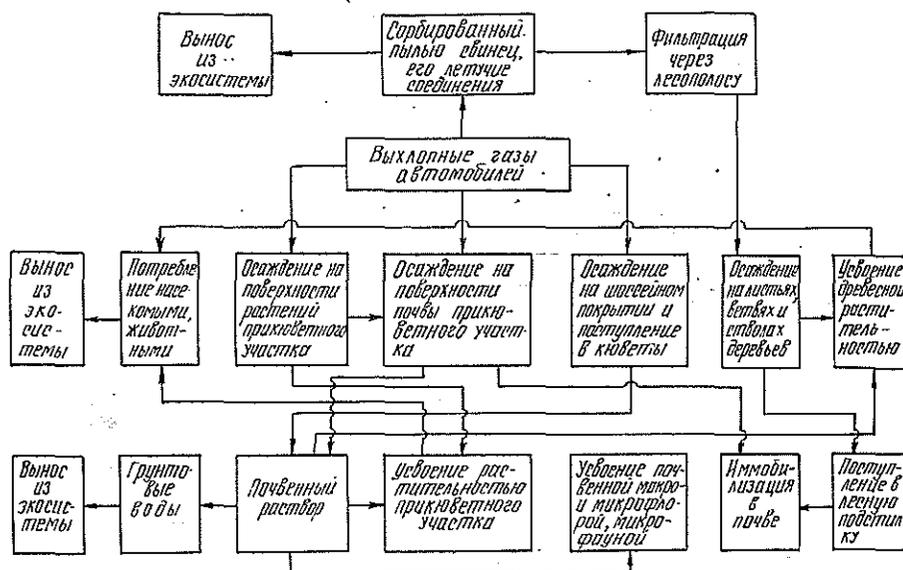
Результаты наблюдений показали, что в районе загрязнения атмосферы промышленными выбросами городов (1055 км) почвы придорожных лесных полос накапливают свинец, медь, цинк, никель, марганец, кадмий, не зафиксировано накопление хрома, железа и алюминия. Аналогичная картина наблюдается в районе загрязняющего воздействия пылящих и горящих терриконов (983 км).

Почвы придорожных лесных полос способны накапливать медь, цинк, никель и кадмий на расстоянии сотен километров от источников выбросов. Однако концентрация этих элементов в верхних горизонтах

Продолжение табл. 3

Но- мер зо- ны	Глубина взятия об- разца, см	Наиболее токсичные элементы						Нетоксичные элементы				
		Pb	Cd	Ni	Cu	Al	Zn	Mn	Fe	Cr		
3	110 ... 120	6,19	0,14	10,54	7,70	3140	8,10	307	1583	3,43		
		0,80	He опр.	0,97	0,17	91,0	0,60	47,0	4,9	0,17		
	135 ... 145	7,26	0,13	11,51	7,60	2559	8,80	305	1811	3,54		
		0,91	He опр.	1,56	0,29	84,0	0,61	54,0	7,0	0,69		
	0,5 ... 16	8,62	0,29	16,44	9,20	2993	14,10	528	2259	2,96		
		0,82	He опр.	0,61	0,14	42,0	0,64	91,0	2,5	0,21		
	18 ... 42	6,54	0,25	15,64	8,60	3403	11,70	459	2364	3,08		
		0,46	He опр.	1,04	0,10	41,0	0,16	62,0	2,3	0,14		
	45 ... 70	6,47	0,07	16,80	8,50	3240	9,40	364	2530	2,85		
		0,63	He опр.	0,96	0,08	48,0	0,14	37,0	4,0	0,24		
	70 ... 90	5,77	0,31	9,72	6,10	3428	9,40	297	2963	3,63		
		0,50	He опр.	1,41	0,23	119,0	0,13	25,0	22,3	0,69		
90 ... 110	7,03	0,06	9,83	4,80	3480	9,60	269	3039	4,16			
	0,20	He опр.	1,48	0,26	134,0	0,18	19,0	33,1	0,39			

Примечание. В числителе — потенциальный запас элементов в аморфной форме; в знаменателе — подвижные формы соединений. Зона 1 — данные для разреза № 2 (1055 км); зона 2 — для разреза № 4 (1933 км); зона 3 — для разреза № 6 (742 км).



Пути переноса свинца в придорожной агроэкосистеме, защищенной лесной полосой

почв в районах относительно чистой атмосферы (742 км) значительно ниже, чем в других (табл. 3). Роль лесных полос в защите прилегающих агроландшафтов от загрязнения тяжелыми металлами наиболее четко прослеживается на примере свинца [1].

Таким образом, придорожные лесные полосы не только обеспечивают безопасность движения автомобилей, но и защищают прилегающие агроландшафты от загрязнения продуктами техногенеза: сорбированные пылью металлы или их летучие соединения при «фильтрации» через насаждения или оседании на поверхность листьев, ветвей, стволов частично усваиваются древесной растительностью, смываются осадками на поверхность подстилки (или попадают туда с опадом) и накапливаются в верхнем горизонте почв. Вынос их за пределы лесной экосистемы незначителен (см. рисунок).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- [1]. Ивонин В. М., Шумакова Г. Е. Защита агроландшафтов от загрязнения тяжелыми металлами // Докл. ВАСХНИЛ.— 1990.— № 5.— С. 42—45. [2]. Соловьев Г. А. Определение микроэлементов в почве. Анализ растений // Практикум по агрохимии / Под ред. В. Г. Минеева.— М.: Изд-во МГУ, 1989.— 304 с.

Поступила 16 мая 1991 г.

УДК 630*232 : 674.032.13

СОДЕРЖАНИЕ МАКРОЭЛЕМЕНТОВ В ХВОЕ СЕЯНЦЕВ ЕЛИ СИБИРСКОЙ

Г. П. САФРОНОВА, Л. Р. НИПА

Сибирский технологический институт

Выращивание сеянцев ели сибирской (*Picea obovata* Ldb.) в питомниках Сибири, несмотря на большой практический опыт, сопряжено с большими трудностями. Повреждение всходов и сеянцев фито- и энтомофитовредителями, интенсивное обмерзание майских побегов и другие

Таблица I

Место выращивания, субстрат	Прирост в высоту, см		Высота сеянцев, см	Диаметр стволика, мм	Длина корневой системы, см
	1983 г.	1984 г.			
Теплица: почва + торфяная мульча	$1,00 \pm 0,05$ 40	$6,20 \pm 0,32$ 50	$10,20 \pm 0,37$ 25	$2,30 \pm 0,04$ 11	$16,00 \pm 0,25$ 20
	$1,40 \pm 0,07$ 42	$7,80 \pm 0,32$ 39	$11,70 \pm 0,36$ 23	$2,20 \pm 0,04$ 8	$15,70 \pm 0,45$ 20
	$0,80 \pm 0,04$ 53	$4,50 \pm 0,21$ 49	$7,60 \pm 0,25$ 22	$1,70 \pm 0,03$ 10	$12,00 \pm 0,47$ 27
Открытый грунт, почва	$0,50 \pm 0,02$ 53	$2,30 \pm 0,11$ 61	$4,40 \pm 0,18$ 45	$1,70 \pm 0,08$ 50	$12,10 \pm 0,39$ 25

Примечание. В знаменателе приведены значения коэффициентов вариации изучаемых признаков.

причины снижают выход и качество посадочного материала этой медленнорастущей породы. Для ускорения роста сеянцев все шире применяют теплицы с полиэтиленовым покрытием.

В данной работе рассмотрен вопрос о содержании азота, фосфора, калия и кальция в хвое сеянцев ели сибирской, выращиваемых в открытом грунте и теплицах питомников Емельяновского опытного леспромхоза и Козульского мехлесхоза Красноярского края (южнотаежная подзона сибирских равнинных лесов). В первой декаде сентября у 30 сеянцев отбирали хвою для анализа и определяли биометрические показатели. Повторность опытов 3-кратная. Анализы выполнены в Краевой станции химизации сельского хозяйства.

Эдафические условия в питомниках схожи. Почвы дерново-подзолистые тяжелосуглинистые, содержание гумуса в пахотном горизонте около 5 %, реакция почвенного раствора кислая.

Таблица 2

Показатели	Год наблюдений, субстрат	Содержание, % на абс. сухую навеску						Соотношение			
		N	P	K	Ca	P + K + Ca	Зола	N : P	Ca : K	N : P : K	
Козульский мехлесхоз, открытый грунт											
Возраст сеянцев, лет											
3	1982	2,65	0,28	0,81	1,17	2,26	7,89	9,5	1,4	70,9 : 7,6 : 21,5	
3	1983	2,03	0,26	0,80	1,18	2,24	9,50	7,8	1,5	65,7 : 8,4 : 25,9	
4	1984	2,65	0,23	0,84	1,30	2,37	7,70	11,5	1,5	71,2 : 6,2 : 22,6	
3	1987	3,10	0,24	0,75	1,30	2,29	6,76	12,9	1,7	75,8 : 5,8 : 18,4	
Среднее	—	2,61	0,25	0,80	1,24	2,29	7,96	10,4	1,6	72,3 : 6,5 : 21,2	
Коэффициент вариации, %	—	17	9	5	6	2,5	14	—	—	—	
Емельяновский ОЛПХ, открытый грунт											
Возраст сеянцев, лет											
3	1984	2,73	0,23	0,66	1,28	2,17	8,00	11,9	1,9	75,4 : 6,3 : 18,3	
2	1984	1,63	0,28	1,02	1,62	2,92	11,84	5,8	1,6	55,6 : 9,5 : 34,9	
2	1984	3,15	0,24	0,99	1,10	2,33	13,23	13,1	1,1	71,9 : 5,5 : 23,6	
	Почва + торф	3,21	0,26	1,03	1,20	2,49	11,19	12,3	1,2	71,3 : 5,8 : 22,9	
	Торф	2,80	0,27	0,83	1,23	2,45	7,21	10,4	1,5	71,7 : 7,0 : 21,3	
Среднее	—	2,69	0,25	0,90	1,29	2,36	9,86	10,5	1,4	70,1 : 6,5 : 23,4	
Коэффициент вариации, %	—	24	8	15	15	11	25	—	—	—	

В теплицах под влиянием двухслойного пленочного покрытия интенсивность освещения снижается в 2,4—3,0 раза по сравнению с открытым пространством, улучшается температурный режим (в ночные часы температура воздуха на 3...4 °С выше, во время самых сильных морозов не опускается ниже —2,5 °С), возрастает влажность воздуха и почвы. В результате появляется возможность посева в более ранние сроки, сокращается период прорастания семян и улучшается рост растений. Показатели сеянцев ели сибирской, выращиваемых в течение двух лет в теплице, заметно выше, чем у сеянцев открытого грунта (табл. 1).

Почти все показатели двухлетних сеянцев открытого грунта имеют высокую изменчивость. Лучший рост наблюдается у сеянцев в теплице на торфяном субстрате. Их высота в 2,6 раза больше, чем на открытых грядках. Значительно меньший прирост отмечен у сеянцев, выращиваемых в теплице на естественном субстрате (почве). Очевидно, максимальный эффект приемов интенсификации достигается при изменении всего комплекса экологических факторов. Как отмечает И. К. Мангалис [6], на суглинистых почвах с плохими физическими свойствами ухудшаются условия роста и применение удобрений не оказывает существенного влияния на рост саженцев ели обыкновенной.

Отношение к данным листового анализа и возможностям его использования для оценки условий минерального питания древесных растений противоречиво. По-видимому, этот метод дает наиболее объективные результаты в контролируемой среде [10]. В естественных же условиях содержание макроэлементов в хвое отражает всю совокупность факторов, как абиотических, так и биотических. В частности, С. А. Дыренков и Г. Глатцель [1] установили, что для подростка ели обыкновенной на вырубках характерен эффект концентрации азота, обеспечивающий устойчивость организма к аномальным воздействиям.

В хвое 3—4-летних сеянцев ели сибирской, выращенных в открытом грунте разных питомников, содержание и соотношение основных макроэлементов имеют близкие значения (табл. 2). В годы с разными погодными режимами и в различных микроклиматических условиях наиболее изменчиво количество азота. При значительном колебании его уровня по годам сохраняется эффект накопления в хвое, что подтверждается соотношением N : P : K.

В. И. Лавриченко и З. И. Журбицкий [4] установили, что для ели обыкновенной данное соотношение, названное ими видовым генотипическим, составляет 60 : 9 : 31. Большие колебания показателя N : P : K в хвое ели аянской, взятой в удаленных друг от друга точках естественного ареала, отмечены Т. М. Ильиной [2].

Высокие показатели азота в хвое, подобные результатам наших опытов, получены для сеянцев ели сибирской на супесчаных почвах [9]. Пассивность обмена веществ авторы связывают с выращиванием ели в несвойственных ей условиях, что, на наш взгляд, характерно не только для эдафотопы, но и для питомника в целом. Это полное солнечное освещение, воздействие низких температур, отсутствие взаимодействий, типичных для естественных ценозов.

Чрезмерно слабый рост 2-летних сеянцев на тяжелых по механическому составу почвах сопровождается слабым накоплением азота в хвое. В теплице благоприятные микроклиматические условия и торфяной субстрат обеспечивают интенсивный рост сеянцев и значительное накопление азота в хвое, что подтверждается соотношениями N : P и N : P : K.

При анализе зольных элементов В. Лархер [5] придает важное значение отношению Ca : K. В хвое текущего года у взрослых особей ели обыкновенной оно не превышает единицы [3, 8]. Для искусственных

насаждений, изученных И. М. Розановой [7], характерно значительное накопление кальция в хвое ели и возрастание отношения Са:К до 4,6.

Наибольшие колебания доли золы у ели сибирской в питомниках Козульского мехлесхоза и Емельяновского ОЛПХ отмечены в хвое семянцев, выращенных на разных субстратах в теплице. Сумма трех зольных элементов (Р + Са + К) очень стабильна как в разные годы, так и в различных условиях (открытый грунт и теплица); этот показатель имеет самый низкий коэффициент вариации. Довольно постоянно доля фосфора.

Кроме азота, для семянцев ели сибирской характерно значительное накопление кальция, что подтверждает вывод Ф. Эммерта [11] о положительной корреляции азота с кальцием, магнием и отрицательной — с фосфором, калием. Отношение Са:К составило в среднем 1,6 и 1,4 соответственно для семянцев в питомниках Козульского мехлесхоза и Емельяновского ОЛПХ.

Таким образом, при выращивании посадочного материала ели сибирской в питомниках происходят изменения в обмене веществ, сопровождающиеся накоплением азота и кальция в хвое текущего года. Обратимость и полезность этих процессов может быть оценена только после дальнейших наблюдений за ростом растений в различных условиях.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- [1]. Дыренков С. А., Глатцель Г. Эффект концентрации элементов питания в хвое ели — один из механизмов устойчивости растений // Ботанич. журн.— 1976.— Т. 61, № 5.— С. 611—620. [2]. Ильина Т. М. Химический состав хвои ели аянской // Ель на Дальнем Востоке: Сб. науч. тр.— Владивосток: ДВО АН СССР.— 1987.— С. 144—153. [3]. Круговорот азота и зольных элементов в сосновом насаждении средней тайги / К. С. Бобков, Н. Л. Смоленцева, В. В. Тупилина, В. А. Артемьев // Лесоведение.— 1982.— № 5.— С. 3—11. [4]. Лавриченко В. М., Журбицкий З. И. Соотношение элементов питания как видовое генотипическое явление // Агробиология.— 1976.— № 9.— С. 135—141. [5]. Лархер В. Экология растений.— М.: Мир, 1978.— 384 с. [6]. Мангалис И. К. Накопление биомассы и вынос азота, фосфора и калия саженцами ели // Ель и ельники Латвии.— Рига: Зинатне, 1975.— С. 111—116. [7]. Розанова И. М. Круговорот зольных веществ и изменение физико-химических свойств выщелоченных черноземов под хвойными и широколиственными насаждениями // Тр. / Лаб. лесовед. АН СССР.— 1960.— Т. 1.— С. 5—60. [8]. Смирнов В. В., Семенова В. Г. Содержание воды, органического вещества и зольных элементов в хвое различного возраста у ели обыкновенной // Лесоведение.— 1969.— № 5.— С. 57—67. [9]. Судаchkова Н. Е., Осетрова Г. Е., Вараксина Т. Н. Изменение биохимического состава семянцев хвойных пород под влиянием минеральных удобрений // Физиолого-биохимические особенности древесных растений Сибири.— М.: Наука, 1971.— С. 22—35. [10]. Шлейнис Р. И., Вярбила В. В. Диагностика минерального питания семянцев сосны в контролируемой среде // Применение минеральных удобрений в лесном хозяйстве: Тез. докл. Всесоюз. совещ.— Архангельск: Гослесхоз СССР, 1986.— С. 22—23. [11]. Эммерт Ф. Влияние взаимодействия ионов на состав растительных тканей // Анализ взаимодействия удобрений.— М., 1964.— С. 218—233.

Поступила 2 августа 1991 г.

УДК 712.3 + 72

КОМПОЗИЦИЯ ЦЕЛОСТНОГО ВАЛААМСКОГО ЛАНДШАФТНО-АРХИТЕКТУРНОГО КОМПЛЕКСА

И. А. МАРКЕВИЧ, А. А. ШУЖМОВ

Петровский КИВЦ Кареллеспрома
Валаамский музей-заповедник

В поисках обоснования концепции развития североамериканской архитектуры Дж. Саймондс проанализировал ретроспективу ее разви-

тия: «...нам надо почувствовать, что если «путь» был важнейшим символом египтян, «тело и форма» — символом классических времен, «человек и природа» — символом Востока, то мы унаследовали от Северной Европы в качестве важнейшего символа нашей культуры идею «бесконечного пространства» [6, с. 182].

Композиция Валаамских ансамблей в той или иной мере вобрала в себя все перечисленные концепции. Архипелаг был задуман как уникальный целостный ландшафтно-архитектурный комплекс. Это подтверждается строительством кольцевой и густой сети радиальных дорог, организацией водных транспортных путей (внутренние озера и каналы), производством на всей территории дренажных работ (около 90 км канав), устройством более 20 причалов в разных местах Валаамских островов и, наконец, возведением 13 разнообразных скитов, зрительно связанных с доминантой — Спасо-Преображенским собором.

Для анализа такого рода комплекса, занимающего более 36 км², лучше всего использовать признанную в мировой практике методологию К. Линча, опубликованную в монографии «Образ города» [2]. Начало такой работе в 1980—1986 гг. положил архитектор В. Р. Рывкин [3—5].

Утверждая, что градостроители являются «манипуляторами материального окружения, внешними носителями того взаимодействия, что порождает образ окружения», К. Линч разработал методiku, которая «позволяет выявить содержимое образов, соотнесенное с предметными формами, и для удобства классифицировать последние: пути, границы, районы, узлы и ориентиры» [2, с. 80].

Создатели целостного ландшафтно-архитектурного комплекса организовали пространственную среду задолго до появления соответствующих «светских» исследований. Методология американского архитектора в значительной мере удовлетворяет местной иерархии визуальных и территориальных связей.

В качестве путей (пространственных связей) выступают здесь акватория Ладожского озера, транзитные каналы, дороги и пешеходные тропы, при движении по которым туристы получают полное представление об особенностях комплекса. Не углубляясь в область психологических ощущений, рассмотрим здесь геоморфологические характеристики путей, т. е. основных туристских маршрутов.

Главный маршрут — «Ландшафтно-архитектурный комплекс» — включает осмотр архитектурных объектов культового, жилого, производственного и инженерно-технического назначения, парков, садов, огородов, скверов, аллей и трасс центральной монастырской усадьбы, районов Никольского скита и Игуменского кладбища. Путь от Спасо-Преображенского собора с отметкой «подошвы» 37,9 м идет к Работному дому (34,2 м), Водопроводному дому (24,5 м) и бывш. Смолянскому заводу (14,1 м), первому острову (всего их пять) по направлению к Никольскому скиту (13,7 м) и заканчивается у Никольской церкви (19,2 м).

Таким образом нами изучены маршруты экскурсантов при движении к Игуменскому кладбищу, Владимирскому мосту — Поклонному кресту — Всехсвятскому скиту — Московскому острову — останкам Кошевского скита — г. Елеон — Гефсиманскому скиту — Воскресенскому скиту с его исконным причалом — Скалистому берегу и обратно по другим вариантам трасс.

Протяженность пешеходных и ездовых дорог, используемых в настоящее время для экскурсий, составляет 36,8 км; дополнительная возможная длина маршрутов первой очереди освоения — 26 км. Суммарная протяженность сухопутных путей, созданных монашеской братией и ныне используемых местным населением, почти 110 км. Монастырские дороги были рассчитаны на гужевой транспорт, но при незначительном

усилении оказались способными пропускать и современную машинно-тракторную технику, а каменные мосты и даже мосты-переезды через дренажные каналы на окультуренных сенокосах без реконструкции выдерживают нагрузку колесных тракторов.

Для обеспечения водных маршрутов на архипелаге было создано пять каналов общей протяженностью 1590 м, соединяющих внутреннее оз. Сисяярви с Ладогой, построено 490 м мостов. Не учтены мосты на дорогах (через заболоченные участки и ложа ручьев), а также плохо заметные следы фарватеров между мостами, вполне возможно, расчищенные монахами в далеком прошлом для прохода плашкоутов с грузами. Водные пути по Ладоге вокруг архипелага разнообразны и чрезвычайно живописны.

Районы по К. Линчу — это части территории, в которую наблюдатель входит «изнутри». Они имеют общий распознаваемый характер. В отличие от городской застройки, в сельском районе (разнообразном и крупном, если брать архипелаг как целое) трудно четко обозначить границы районов. Ландшафтный архитектор В. Р. Рывкин находит такое решение, выделяя «два вида районов: реально-функциональный и концептуальный. Так, на Валааме существовали исторически сложившиеся районы, связанные с определенными функциями — ловлей рыбы, рубкой леса и т. п. и имеющие конкретные названия: Никоново, Петровское, Железняки, Федоровское. Они не создавали у посетителей общности представлений из-за отсутствия характерных свойств районов. О концептуальных районах у посетителей складывался обобщенный образ благодаря яркости признаков, присущих объектам и топографии этих районов, т. е. концептуальные районы существовали в воображении зрителя, не будучи районами в географическом смысле этого слова» [4, с. 32].

Следует отметить ряд неточностей в этом высказывании. Во-первых, монахи не занимались рубкой в таких размерах, чтобы можно было выделить какие-то функциональные районы, ибо еще в 1507 г., согласно «жалованной грамоте» великого князя Василия III, Валаамскому монастырю на архипелаге запрещалось рубить лес [5, с. 31].

Во-вторых, упомянутые «реально-функциональные» районы имели точную географическую привязку, а топонимика названий вызвала в представлении аборигенов и посетителей соответствующие образы местности. К примеру, Никоново — это Никоновский остров, Никоновские бухты (большая и малая) и озеро Никона (ламба). Петровское — это полуостров Петровский и омывающий его одноименный залив Ладоги. Федоровское — также одноименный остров, залив (лахта) и Федоровская гора. Железняки — местность на юго-востоке крупнейшего Валаамского острова с возвышающейся на ней Железной горой (39,5 м), служащей естественным наблюдательным пунктом и защитным рубежом. Вероятно, поэтому эту территорию называли еще «Железный рубеж» (вариант «Железная калитка»).

В-третьих, к названным районам (будем называть их просто функциональными) следует добавить хотя бы наиболее крупные агроландшафты, преобразованные долгим кропотливым трудом и названные чаще по именам их создателей: Никоново и Александрово поля, расположенные на местности с отметками 17,1...20,3 м и имеющие характер возможно искусственно устроенных террас; поле Германа вблизи бывшей Константиновской часовни; Финское, Симняковское поле с дренажной системой почти 2100 м (выкопанной вручную более 100 лет назад), соединяющей его с Симняковской ламбой и Симняковской лахтой.

С идеей В. Р. Рывкина о «концептуальных районах» трудно согласиться. На наш взгляд, они «являются районами в географическом

смысле слова», хотя до сих пор никем не определены четкие границы Никольского скита, Смоляного завода, усадьбы Спасо-Преображенского собора, других скитов, Фермы монастырской постройки, Тихвинского канала, Лещевого озера, Скалистого и Каменистого берега. Четко ограничены географически районы скитов Предтеченского на о. Иоанна Крестителя, Александра Свирского на о. Святом, Ильинского на о. Лембос, Авраама Ростовского на Емельяновом острове. Это также функциональные культово- и производственно-селитебные районы. Имеется в виду, что сельский район (не административный) отнюдь не подобен городскому, имеющему четко обозначенные границы в виде улиц, проспектов, авеню. Район Всехсвятского скита, например, помимо непосредственно культово-селитебного каре, включает стоящую неподалеку часовню, плодово-ягодный сад, пашню, сенокосы, пастбища, дендросад с интродуцентами сосны сибирской кедровой, пихты сибирской, лиственницы сибирской, дуба черешчатого, плодовых и декоративных кустарников, инфраструктуру подъездных путей и другие объекты производственно-хозяйственного назначения.

У человека, знакомого с местностью, при упоминании названных районов возникает их образ, согласующийся с определенной географической «привязкой», пусть недостаточно четко выделенной в натуре. Следовательно, методология членения пространства, предложенная американским архитектором, вполне применима для лесорастительных и агрокультурных территорий, организованных человеком.

Узлы по К. Линчу — это стратегические или фокусирующие точки, к которым и от которых движется наблюдатель. На Валааме четко выделяются главные и второстепенные узлы (или ядра) сосредоточения внимания. К главным относятся монастырские и скитские ядра, к второстепенным — пересечение пространственных связей, места концентрации производственно-хозяйственных сооружений. Среди главных узлов ведущая роль принадлежит монастырской усадьбе — месту пересечения многих главных дорог.

К. Линч уточняет: «Узлы — концептуальные опоры наших городов. Узел легче распознается, если он имеет четкую замкнутую границу и не расплывается во все стороны; он ярче запоминается, если включает один-два объекта, фиксирующих на себе внимание. Если к тому же узел обладает связностью пространственной формы, его сила неодолима» [2, с. 97].

Спасо-Преображенский собор, Всехсвятский и Воскресенский скиты имеют буквальную физическую связность: построены в форме каре, где все здания соединены мощной кирпичной оградой, прерываемой с двух — четырех сторон декоративно оформленными воротами-проездами, пропускающими современную технику. Остальные скиты имеют уединенный характер, расположены вдали от «бойких мест», связаны композиционно.

Ориентиры по методологии К. Линча — «тоже точечные элементы, но наблюдатель не вступает в их пределы, и они остаются внешними по отношению к нему. Ориентир... характеризуется именно своей единственностью, контрастом к окружению или к фону... обладает достаточной силой, если его видно с большого расстояния и в течение долгого времени, если опираясь на него, можно установить собственную локализацию. Если же он распознается издали и с короткой дистанции, при быстром движении или медленном, днем или ночью, то он становится постоянным «якорем» в восприятии сложной и непрерывно меняющейся «среды» [2, с. 95]. Психологи утверждают, что если человек в незнакомой местности, особенно в лесу, теряет ориентацию, то сразу ощущает беспокойство или даже страх — так тесно связано чувство ориентации с чувством душевного равновесия и благополучия.

Интересные развития понятия «ориентеры» со ссылкой на Ф. Тила предложены В. Р. Рывкиным. Он выделяет ориентеры-знаки и ориентеры-акценты. Функция первых сводится к простой ориентации туристов в движении по маршруту. Это могут быть информационные знаки (на скальные надписи, указатели), придорожные поклонные кресты, отдельные выразительные деревья (например сосна-гигант, сосна Шишкина), своеобразные скальные образования. Ориентеры-акценты — это связный иерархический строй архитектурных доминант. К таким доминантам, видимым по водной глади Ладоги «на расстоянии до 15 верст» [1], относятся церкви скитов Авраама Ростовского, Воскресенского и Никольского и собор Валаамского монастыря. Эти культовые сооружения, размещенные соответственно на южной, западной и северной оконечностях архипелага, служат ориентирами как для судоводителей, так и, в силу высокой символической выразительности, для экскурсантов.

Ориентеры-доминанты архипелага связаны между собой визуальными связями, позволяющими рекреантам сориентироваться в пространстве и разобраться в довольно сложной композиционно-планировочной структуре комплекса сооружений. Колокольня Спасо-Преображенского собора просматривается с церковью как ближних скитов (Никольского и Всехсвятского), так и удаленных (Смоленского, Коневского, Предтеченского, Воскресенского, Святоостровского, Ильинского, Ростовского). В свою очередь, перечисленные скиты обозримы из собора, а уединенные скиты визуальны связаны друг с другом.

«Границы,— сообщает К. Линч,— подобно путям нуждаются в определенной непрерывности формы по всей длине. Граница получает силу, если ее можно увидеть с некоторого расстояния, если при подходе к ней резко меняется характер зоны, если она отчетливо служит соединению двух взаимно тяготеющих районов» [2, с. 95]. В лесных ландшафтах трудно выделить заметные издали границы районов антропогенного назначения, да и в этом не было особой необходимости.

Четко выделяются здесь границы агро- и лесных элементарных ландшафтов, что учитывается при эстетической оценке туристических маршрутов.

Заключая изложение своей методики, К. Линч пишет: «Пять элементов — путь, граница, район, узел и ориентир — следует рассматривать лишь как удобные эмпирические представления, внутри и вокруг которых можно сгруппировать обширную информацию. Предел их полезности — служить проектировщику своего рода строительными блоками» [2, с. 104]. Нам же такая методология позволяет глубже понять и оценить замысел создателей Валаамского ландшафтно-архитектурного комплекса как целостной композиции.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- [1]. Андреев А. П. Ладожское озеро.— СПб., 1875.— 362 с. [2]. Линч К. Образ города / Пер. с англ. В. Л. Глазычева.— М.: Стройиздат, 1982.— 328 с. [3]. Рывкин В. Р. Композиционные особенности Валаамского комплекса // Архитектурное наследство.— 1981.— № 29.— С. 90—96. [4]. Рывкин В. Р. Принципы пространственной организации Валаамского архитектурно-ландшафтного комплекса // Проблемы, исследования, реставрация и использование архитектурного наследия Карелии и сопредельных областей.— Петрозаводск: Карелия, ПГУ, 1986.— С. 31—37. [5]. Рывкин В. Р. По Валааму.— Петрозаводск: Карелия, 1990.— 256 с. [6]. Саймондс Д. Ж. Ландшафт и архитектура / Пер. с англ. А. И. Маньшавина.— М.: Стройиздат, 1965.— 193 с. [7]. Тиль Ф. Обозначение пространства, движение и ориентация // Современная архитектура.— 1969.— № 5.— С. 44.

УДК 630*431

**О ВЛИЯНИИ ВИДА РАСТИТЕЛЬНОГО ПОКРОВА
НА СКОРОСТЬ РАСПРОСТРАНЕНИЯ ЛЕСНЫХ ПОЖАРОВ**

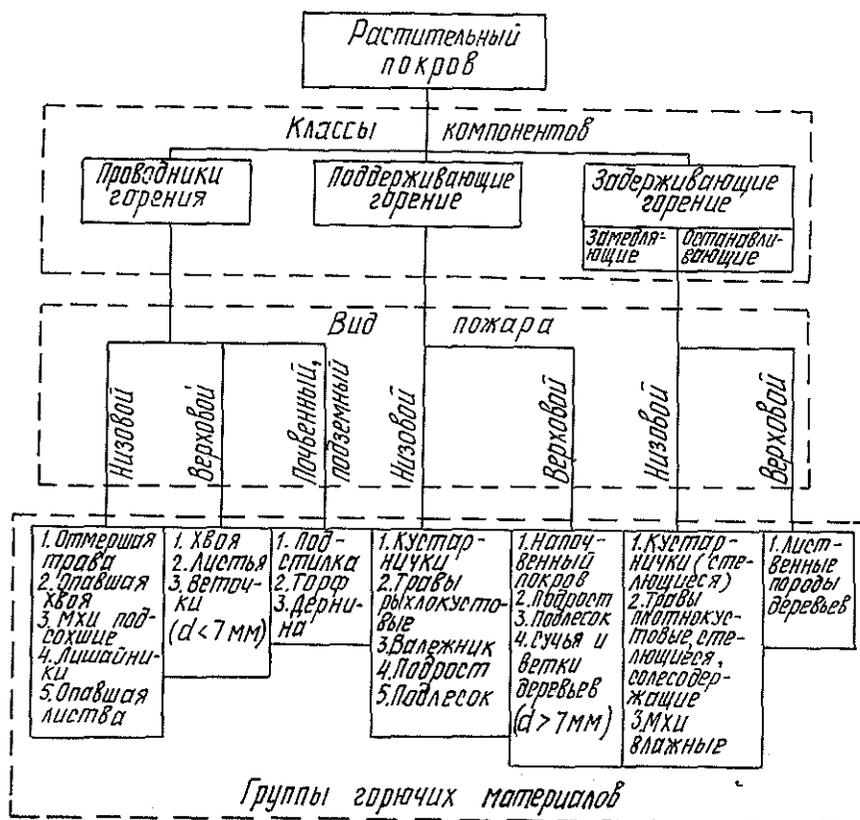
Э. В. КОНЕВ

ВНИИХлесхоз

Скорость продвижения лесных пожаров существенно зависит от вида растительного покрова [1—14]. Однако имеющиеся данные об этой связи отрывочны, нет их сопоставления, не выяснены окончательно и причины ее появления. Все это уменьшает точность и надежность прогноза распространения лесных пожаров.

В целях устранения отмеченных недостатков нами проанализированы данные теплофизических измерений для условий СССР. На этой основе предложен полумпирический метод учета влияния вида однородного напочвенного покрова на скорость продвижения пожара.

Исходные положения. Естественный растительный покров как результат длительного взаимодействия растений между собой и окружающей средой может быть описан рядом устойчивых признаков, например составом растений. Известно также, что с точки зрения пиро-



логии он представляет собой комплекс лесных горючих материалов (ЛГМ). Можно выделить три класса ЛГМ: проводники горения (обеспечивающие самопроизвольное распространение огня по покрову); поддерживающие горение (увеличивающие его интенсивность горения при лесных пожарах); задерживающие горение (уменьшающие его интенсивность) [10]. Классы ЛГМ, в свою очередь, могут быть подразделены на подклассы (по характеру влияния на горение), группы (по структуре формирующихся слоев) и виды (в соответствии с ботанической классификацией растений). Схема компонентов ЛГМ представлена на рисунке.

Очевидно, что определяющую роль при лесных пожарах играют проводники горения. Они имеют две характерные особенности [8]: состоят из отдельных тонких растений или их частей; при сгорании значение критерия Био обычно невелико ($Bi \leq 1$). Из этих особенностей следует, что нагрев частиц быстро становится регулярным (температура тела растет равномерно по объему) и тепловые потоки, поступающие в эти частицы извне, эквивалентны внутренним источникам тепла Φ_j .

Справедливое в общем случае неодномерное уравнение сохранения энергии с сопряженными граничными условиями [5] применительно к характерным частицам проводников горения может быть заменено одномерным уравнением сохранения энтальпии H [8] при граничных условиях 1-го рода $H(\infty) = H_0$, $H(0) = H_n$:

$$-\rho u \frac{dH}{dx} + \Sigma \Phi_i = 0, \quad (1)$$

где ρ — текущая плотность частиц ЛГМ;
 u — скорость продвижения пожара;
 x — расстояние от точки почернения ЛГМ ($x = 0$) до текущей точки несгоревшего растительного покрова.

Анализ уравнения. Уравнение (1) легко интегрируется и с учетом слагаемых Φ_i , описывающих теплообмен факела пламени с покровом посредством конвекции $\Phi_k = Sa(\bar{T}_r - \bar{T}_q)/V$ и излучения $\Phi_l = S\beta(a_n \bar{q}_n - \bar{q}_n)$, может быть выражено следующей зависимостью между скоростью продвижения лесного пожара и параметрами теплообмена [8]:

$$u = \frac{KS\delta[\beta(a_n \bar{q}_n - \bar{q}_n) + \alpha(\bar{T}_r - \bar{T}_q)]}{V[\rho(H_n - H_0) - Q(\rho_0 - \rho_n)]}. \quad (2)$$

Здесь $K \approx 1$ — множитель, учитывающий задержку при переходе пламени с частицы на частицу;
 S/V — отношение поверхности частиц к их объему;
 δ — ширина зоны конвективного теплообмена между факелом пламени и частицей;
 β — степень почернения частицы;
 a_n — доля поверхности частицы, через которую поступает лучистый поток \bar{q}_n от фронта пожара;
 \bar{q}_n — собственное тепловое излучение частицы;
 $\alpha = \lambda Nu/d$ — коэффициент конвективного теплообмена;
 λ — коэффициент теплопроводности газовой фазы в зоне конвективного теплообмена;
 d — поперечный размер частиц;
 \bar{T}_q, \bar{T}_r — средняя температура соответственно частицы и пламени в зоне конвективного теплообмена;
 H_n, H_0 — энтальпия частицы при $x = 0$ и $x = \delta$ соответственно;

Q — тепловой эффект разложения ЛГМ;
 ρ_n, ρ_0 — плотность частицы при $x = 0$ и $x = \delta$ соответственно.

Уравнение (2) показывает, что скорость продвижения лесного пожара по растительному покрову зависит от многих факторов, в том числе от тех, через которые влияет вид ЛГМ. Среди последних можно выделить факторы, характеризующие свойства частиц ЛГМ ($S/V, \rho_0, \rho_n, Q, H_n - H_0$ и др.), а также сформированного частицами слоя (его плотность $\rho_{сл}$, запас ЛГМ и др.) и факела пламени (форма и размеры факела, состав газовой фазы, скорость ее движения и др.), влияющие косвенно через параметры теплообмена соответственно $q_{л}, \bar{T}_r, \bar{T}_ч$ и др. и $q_{л}, \bar{T}_r, \bar{T}_н, \beta, \alpha, \delta$.

Для учета косвенно влияющих факторов необходимо разработать специальные теплофизические модели, что из-за слабой изученности деталей теплообмена при лесных пожарах возможно лишь в перспективе. В настоящее время влияние вида растительного покрова на скорость продвижения лесных пожаров можно учесть приближенно, если воспользоваться следующими упрощающими положениями:

а) горение разных растительных покровов описывается одними и теми же исходными уравнениями, поэтому зависимости, вытекающие из их решения, должны иметь одинаковый вид для разных покровов;

б) форма и размеры растений одного вида варьируют значительно меньше, чем для различных видов;

в) параметры теплопереноса согласно решению (2) влияют через произведение функций, поэтому можно записать

$$u = u_0 \prod_{i=1}^n f_i, \quad (3)$$

где u_0 — величина, учитывающая влияние внутренних факторов (через них — вида растительного покрова);

f_i — функция, учитывающая влияние внешних факторов.

В выражении (3) при эталонных значениях факторов следует выбрать $f_i = 1$. В этом случае из уравнения (2) и упрощающих положений следует, что влияние вида растительного покрова может быть учтено в результате описания ботанического состава покрова, с одной стороны, и экспериментального определения u_0 при эталонных значениях факторов — с другой.

Для определения ботанического состава покрова может быть использовано таксационное описание лесных участков. Измерить же u_0 проще, чем учесть многочисленные факторы, через которые в конечном счете влияет вид растительного покрова.

Экспериментальные данные. В таблице представлены литературные данные для ряда типичных однородных напочвенных покровов при эталонных или близких к ним значениях внешних факторов, наиболее удобных для контроля (штиль, горизонтальное положение участка, средний класс пожарной опасности по условиям погоды, модальные значения запаса и плотности слоя ЛГМ). Там же приведены показатели распространения огня по слоям типичных ЛГМ $u_{сл}$ в лабораторных условиях (в круглых скобках указана ширина этих слоев в сантиметрах, в квадратных — соответствующий литературный источник).

Как следует из таблицы, скорость продвижения кромки огня при эталонных условиях существенно зависит от вида напочвенного покрова и может изменяться от 0,18 см/с (0,11 м/мин) в сосняках-мертвопокровниках до 1,2 см/с (0,7 м/мин) на вейниковых напочвенных покровках, т. е. примерно в 6—7 раз. Согласно принципу деления диапа-

Влияние вида растительного покрова на скорость продвижения огня

Проводники горения	$u_0 \cdot 10^3$, м/с	$u_{сл} \cdot 10^3$, м/с	$\bar{u}_0/\bar{u}_{сл}$
Вейник:			
весна	11,7 [14]	6,0 (25 [7]; 8,3 [13])	12,0/7,0 \approx 1,7
лето	8,3 [14]; 7,5 [12]	—	—
осень	8,8; 5,5 [13]*; 7,0	5,3 (25) [7]	7,0/5,3 \approx 1,3
Кладония	4,3 [4]; 4,7 [1]	2,3 (25) [7]	4,4/2,3 \approx 1,9
Мхи:			
Шребера	3,3 [3]; 5,0 [2]**	3,5 (25) [7]	4,1/3,5 \approx 1,2
зеленые (смесь)	4,0 [2]**	3,2 (200) [13]	4,0/3,2 \approx 1,3
Опавшая хвоя сосны обыкновенной	1,8 [6]	1,3 (25) [6]	1,8/1,3 \approx 1,4
Опавшая листва:			
березы	4,0***	2,7 (25) [7]	—
осины	4,5***	3,5 (25) [7]	—
дуба монгольского	—	3,8 [14]	—

* Оценка по формуле и табличным данным соответственно.

** Экстраполяция к нулевой скорости ветра.

*** Оценка по данным на слоях.

зона горения на равные части, изученные напочвенные покровы по скорости продвижения огня могут быть объединены в три группы: 1) медленногорящие ($u_0 \leq 0,2$ м/мин) — с преобладанием опавшей хвои сосны и т. п.; 2) горящие со средней скоростью ($0,2 < u_0 < 0,4$ м/мин) — мхи, лишайники и опавшие листья деревьев; 3) быстрогорящие ($u_0 \geq 0,4$ м/мин) — отмершие травы (злаки, осоки и т. п.).

В лесной зоне на покрытой лесом площади, как правило, доминируют напочвенные покровы с преобладанием мхов, лишайников и опавших листьев, относящиеся к второй группе. По прогнозным оценкам скорости продвижения огня при этом могут быть приняты одинаковыми и равными примерно 0,25 м/мин.

В лабораторных условиях скорость продвижения огня по слоям из тех же ЛГМ, как правило, в 1,2—1,9 раза меньше, чем в лесу. По-видимому, одной из основных причин различия является ветер в лесу; его влияние в направлении распространения огня сильнее, чем в обратном [3]. Имеет значение также длина горящей кромки и нагрев ЛГМ в лесу солнечной радиацией. В связи с этим величину u_0 целесообразно определять в полевых условиях и как среднее для разных направлений распространения огня.

В заключение отметим, что исследования скорости продвижения огня пока ограничены незначительным числом типов растительного покрова. Необходимо дальнейшее изучение этой связи, особенно для покровов, неоднородных по составу, в первую очередь с участием зеленой растительности.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- [1]. Амосов Г. А. Некоторые закономерности развития лесных низовых пожаров // Возникновение лесных пожаров.—М.: Наука, 1964.—С. 152—183. [2]. Валендик Э. Н., Матвеев П. М., Софронов М. А. Крупные лесные пожары.—М.: Наука, 1979.—198 с. [3]. Вонский С. М. Интенсивность огня лесных низовых пожаров и ее практическое значение.—Л.: ЛенНИИЛХ, 1957.—52 с. [4]. Воробьев О. Ю., Валендик Э. Н. Вероятностное множественное моделирование лесных пожаров.—Томск: ТГУ, 1981.—278 с. [6]. Изучить природу лесных пожаров и последствий их в различных географических, лесорастительных и погодных условиях, разработать рекомендации по охране леса и борьбе с лесными пожарами в районах Сибири. Т. I: Отчет о НИР / Ин-т леса и древесины СО АН СССР, ВНИИцентр; Руководитель Э. В. Конев.—№ ГР 72066480; Инв. № 6495238.—Крас-

ноябрь, 1976.—89 с. [7]. Кисилыхов Е. К. Влияние влагосодержания на пределы пламенного горения некоторых лесных горючих материалов // Характеристика процессов горения в лесу.—Красноярск: ИЛД СО АН СССР, 1977.—С. 89—103. [8]. Конев Э. В. Физические основы горения растительных материалов.—Новосибирск: Наука, 1977.—240 с. [9]. Коровин Г. Н. Исследование некоторых параметров низовых лесных пожаров: Дис. ... канд. с.-х. наук.—Л., 1967.—177 с. [10]. Курбатский Н. П. Исследование количества и свойств лесных горючих материалов // Вопросы лесной пирологии.—Красноярск: ИЛД СО АН СССР, 1970.—С. 5—58. [11]. Мелехов И. С. Природа леса и лесные пожары.—Архангельск: ОГИЗ, 1947.—60 с. [12]. Серебренников П. П., Матренинский В. В. Лесные пожары и борьба с ними.—Л.: Гослестехиздат, 1937.—183 с. [13]. Софронов М. А. Пожары в горах Южной Сибири.—М.: Наука, 1967.—147 с. [14]. Шешуков М. А. Исследование природы лесных пожаров в основных лесных формациях Нижнего Приамурья: Дис. ... канд. с.-х. наук.—Хабаровск, 1970.—204 с. [15]. Show S. B., Kotoke E. I. Cover Type and Fire Control in the National Forests of Northern California // USDA, Dep. Bull.—Washington, D. C. Gov. Print Off.—1929.—N 1495.—36 p.

УДК 630*533

О КАЧЕСТВЕ ОЦЕНОК ПОЛНОТЫ ДРЕВОСТОЯ ПРИ РЕЛАСКОПИЧЕСКОЙ ВЫБОРКЕ*

С. Н. СВАЛОВ

ВНИИЛМ

Метод угловых проб, или реласкопический, разработанный австрийским лесоводом В. Биттерлихом, уже в течение 40 лет применяют при лесоинвентаризации и таксации лесосечного фонда для определения полноты древостоев, однако до сих пор не решен вопрос о качестве ее оценок при реласкопической выборке. Качество выборочных оценок характеризуется следующими статистическими свойствами: несмещенность, состоятельность, достаточность и эффективность. Несмещенной является оценка, не имеющая систематической ошибки. При увеличении числа выборок одинакового объема среднее значение оценки стремится к истинному. Если этого не происходит, то оценка называется смещенной. Оценка состоятельна, если при увеличении объема одной выборки стремится к оцениваемому параметру. Достаточная оценка построена таким образом, что никакие другие не могут дать дополнительной информации об оцениваемом параметре. Эффективные оценки имеют минимальное рассеяние вокруг своего среднего значения при большем числе одинаковых по объему выборок.

Ниже рассмотрены две оценки полноты древостоя при реласкопической выборке — G и \bar{G} . Первую оценку получают на одной круговой реласкопической пробе, подсчитывая с помощью полнотомера или призма число попавших в учет деревьев N и умножая результат на переводной (реласкопический) коэффициент измерительного прибора K :

$$G = KN. \quad (1)$$

Вторую оценку вычисляют по результатам подсчета числа попавших в учет деревьев на n круговых реласкопических пробах:

$$\bar{G} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n G_i = \frac{K}{n} \sum_{i=1}^n N_i = K\bar{N}, \quad (2)$$

где i — индекс, обозначающий порядковый номер пробы, $i = 1, 2, \dots, n$;

\bar{N} — среднее число попавших в учет деревьев N_i на отдельных пробах.

* В порядке обсуждения.

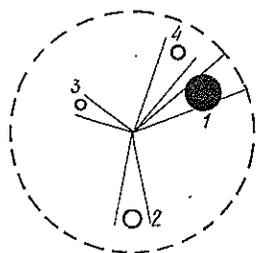


Рис. 1.

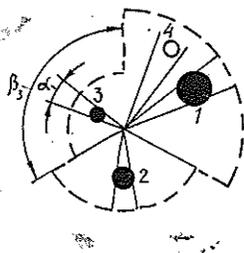


Рис. 2.

Производя картирование деревьев и измерение их диаметров на высоте груди, легко убедиться, что при различной толщине стволов оценка G является смещенной. Рассмотрим простейший случай, когда в реласкопическую выборку попало лишь одно (первое) дерево (рис. 1). Согласно теории Биттерлиха, при переводном коэффициенте $K = 1$, соответствующем углу визирования $\alpha = 1^\circ 10'$, функциональная связь радиуса круговой реласкопической пробы R (м) с диаметром d (см) учтенного дерева на высоте груди имеет вид $R = d/2$. Для других значений K

$$R = d/(2\sqrt{K}). \quad (3)$$

Согласно теории Биттерлиха, одно учтенное дерево на круговой реласкопической пробе при $K = 1$ дает оценку суммы площадей сечений в $1 \text{ м}^2/\text{га}$, а при других значениях переводного коэффициента — в $K \text{ м}^2/\text{га}$. На круговой пробе радиусом $R = d/(2\sqrt{K})$, показанной на рис. 1, в учет попало лишь одно дерево диаметром d . Но на ней произрастают еще три дерева, не попавшие в учет, поскольку их диаметры d_p ($p = 1, 2, 3$) оказались меньше диаметров окружностей, вписанных в угол α визирования полнотомера или преломления призмы. Согласно теории Биттерлиха результат получается одинаковым при учете одного (первого) и четырех деревьев, находящихся на пробе: $G = K \text{ м}^2/\text{га}$. Это объясняется тем, что реласкопический метод дает несмещенные оценки полноты лишь при одинаковых диаметрах деревьев. При разных диаметрах оценка оказывается заниженной, причем отрицательная систематическая ошибка зависит от изменчивости диаметров, значения K , густоты и пространственной структуры древостоев.

Несмещенная оценка полноты древостоев на круговой реласкопической пробе при попадании в учет одного дерева диаметром d равна

$$G_0 = \frac{\frac{\pi}{4} \left(d^2 + \sum_{p=1}^m d_p^2 \right)}{\pi R^2} = K + \frac{K}{d^2} \sum_{p=1}^m d_p^2 = K - \Delta_G = G - \Delta_G, \quad (4)$$

где m — число деревьев на круговой реласкопической пробе, не попавших в учет.

Величина Δ_G характеризует отрицательную систематическую ошибку (смещение) оценки $G = K \text{ м}^2/\text{га}$ при реласкопической выборке одного дерева на пробе.

В реальных условиях в выборку на пробе попадают обычно не одно, а несколько деревьев. На рис. 2 показана круговая реласкопическая проба, на которой учтены первое, второе и третье деревья. Она состоит из трех секторов, радиусы R_j ($j = 1, 2, 3$) которых определяются соотношением (3), а центральные углы β_j равны полусумме углов, образованных лучами визирования на находящееся в этом секторе j -е и ближайšie к нему предыдущее и последующее попавшие в

учет деревьев. Границы пробы показаны на рисунке пунктирной линией. Отрицательная систематическая ошибка в оценке полноты древостоя связана с наличием в первом секторе не попавшего в учет четвертого дерева.

Несмещенная оценка полноты древостоя при наличии на круговой реласкопической пробе N учтенных деревьев диаметрами d_j равна

$$G_0 = \frac{\frac{\pi}{4} \sum_{j=1}^N \left(d_j^2 + \sum_{p=1}^{m_j} d_{jp}^2 \right)}{\sum_{j=1}^N S_j} = \frac{K \sum_{j=1}^N \left(d_j^2 + \sum_{p=1}^{m_j} d_{jp}^2 \right)}{\sum_{j=1}^N d_j^2 \beta_j / 350} = \frac{K \sum_{j=1}^N \left(d_j^2 + \sum_{p=1}^{m_j} d_{jp}^2 \right)}{D^2 (1 + r_1 V_1 V_2)}, \quad (5)$$

где d_{jp} — диаметры не попавших в реласкопическую выборку деревьев, находящихся в j -м секторе пробы, $p = 1, 2, \dots, m_j$;

S_j — площадь j -го сектора пробы, $j = 1, 2, \dots, N$;

β_j — центральный угол j -го сектора пробы, град;

D — средний квадратичный диаметр N попавших в учет деревьев;

r_1, V_1, V_2 — соответственно коэффициенты корреляции и вариации (в долях единицы) для значений d_j^2 и β_j .

Значения r_1 , найденные по материалам картирования деревьев и измерения их диаметров в нескольких различных по возрасту и строению насаждениях при разных значениях переводного коэффициента K , недостоверно отличались от нуля при вероятности безошибочного заключения 0,95. Поэтому несмещенная оценка полноты древостоя может быть получена по формуле

$$G_0 = KN + \frac{K}{D^2} \sum_{j=1}^N \sum_{p=1}^{m_j} d_{jp}^2 = KN - \Delta_G = G - \Delta_G. \quad (6)$$

Систематическая ошибка $|\Delta_G|$ возрастает при уменьшении N и K , а также при увеличении изменчивости диаметров деревьев в таксируемом древостое. Поэтому наибольшие отрицательные систематические ошибки в полноте имеют место при таксации разновозрастных низкополнотных древостоев, редин полнотомером или призмой с переводным коэффициентом $K = 1$ и ниже.

Оценка G не является состоятельной, поскольку при увеличении числа учитываемых деревьев на круговой реласкопической пробе за счет снижения переводного коэффициента K отрицательная систематическая ошибка Δ_G не уменьшается, а возрастает. Это доказано на опытном материале в работе [2]. Оценку G нельзя также считать достаточной, поскольку для устранения смещения необходимо располагать дополнительной информацией о величине K , пространственной структуре и строении древостоя по диаметрам. Эффективность оценок полноты древостоя при реласкопической выборке несколько выше, чем при измерении диаметров деревьев на круговых площадках постоянного радиуса. Это связано с тем, что в первом случае отбор производится с вероятностями, пропорциональными размерам (площадям сечений) деревьев, а во втором — с равными.

Рассмотрим оценку \bar{G} , рассчитываемую по формуле (2). Поскольку размеры круговых реласкопических проб неодинаковы, несмещенную оценку полноты находим как средневзвешенную величину:

$$\bar{G}_0 = \left(\sum_{i=1}^n G_{0i} \sum_{j=1}^{N_i} S_{ij} \right) / \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^{N_i} S_{ij} \quad (7)$$

Подставляя в эту формулу выражение (5), получаем

$$\bar{G}_0 = \frac{K \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^{N_i} \left(d_{ij}^2 + \sum_{p=1}^{m_j} d_{ijp}^2 \right)}{\sum_{i=1}^n D_i^2 (1 + r_{1i} V_{1i} V_{2i})} \quad (8)$$

Так как для отдельных проб коэффициенты корреляции r_{1i} неизменно отличаются от нуля, то в окончательном виде имеем

$$\begin{aligned} \bar{G}_0 = & K \left(\sum_{i=1}^n D_i^2 N_i + \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^{N_i} \sum_{p=1}^{m_j} d_{ijp}^2 \right) / \sum_{i=1}^n D_i^2 = K\bar{N} + \\ & + K \left(\bar{N} r_2 V_3 V_4 + \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^{N_i} \sum_{p=1}^{m_j} d_{ijp}^2 / \sum_{i=1}^n D_i^2 \right) = K\bar{N} - \Delta_{\bar{G}} = \bar{G} - \Delta_{\bar{G}}, \quad (9) \end{aligned}$$

где r_2 ; V_3 , V_4 — соответственно коэффициенты корреляции и вариации (в долях единицы) для значений D_i^2 и N_i , $i = 1, 2, \dots, n$.

Систематическая ошибка $|\Delta_{\bar{G}}|$ в средней полноте превышает среднюю арифметическую из n отдельных значений $|\Delta_G|$, полученных по формуле (6). Поэтому все отрицательные свойства оценок G в еще большей мере присущи оценке \bar{G} , т. е. она не является несмещенной, состоятельной и достаточной. Качество этой оценки зависит от величины K , густоты, изменчивости диаметров и пространственной структуры древостоя.

Для определения систематических ошибок в полноте на отдельных круговых реласкопических пробах следует применять рассматриваемый выше способ, основанный на картировании и измерении диаметров деревьев. Систематическую ошибку в средней полноте \bar{G} можно определять на основании сплошного перечета деревьев по ступеням толщины в таксируемом древостое или попарно сравнивать оценки полноты древостоя на реласкопических пробах и на круговых площадках постоянного радиуса. Центры этих проб должны быть общими. Для получения достоверных оценок $\Delta_{\bar{G}}$ последним способом требуется значительно большее число реласкопических проб n , чем при картировании деревьев.

Дальнейшие исследования должны быть направлены на установление поправок (систематических ошибок, взятых с противоположным знаком) к результатам определения полноты реласкопическим методом. Величина этих поправок зависит от значения суммы площадей сечений, возрастной и пространственной структуры древостоев, а также от переводного коэффициента K измерительного прибора. Полевые исследования точности реласкопического метода, проведенные А. Брукасом и А. Кулешисом [1], показали, что относительные систематические ошибки в полноте при $K = 1$ для разновозрастных многоярусных древостоев превышают 10 %.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- [1]. Брукас А., Кулешис А. Применение угломера при таксации лесов // Лесн. хоз-во.—1985.—№ 12.—С. 37—39. [2]. Solomon D. S. A test of point-sampling in northern hardwoods // USDA For. Serv., Northeastern For. Exp. Stn., Res. Note NE-215, 1975.—P. 2.

ЛЕСОЭКСПЛУАТАЦИЯ

УДК 625.143.482

**ВЛИЯНИЕ ПОПЕРЕЧНОЙ СИЛЫ
НА УСТОЙЧИВОСТЬ РЕЛЬСОШПАЛЬНОЙ РЕШЕТКИ
ПОД ПОЕЗДОМ**

С. И. МОРОЗОВ

Архангельский лесотехнический институт

В настоящее время экспериментально [1] и теоретически [4, 7] обоснованы условия устойчивости температурно-напряженного железнодорожного пути при отсутствии поездной нагрузки. Они использованы для разработки технических указаний [6, 8] при назначении минимальных и максимальных температур укладки длинных рельсовых плетей.

Опыт применения бесстыкового пути на железных дорогах СССР и в других странах [2] показал возможность выброса рельсошпальной решетки в зоне идущего поезда, что ранее считалось маловероятным. Для обеспечения безопасного движения поездов по участкам температурно-напряженного железнодорожного пути необходимо изучить условия его выброса под поездом, хотя бы применительно к простейшей модели, с учетом влияния двух факторов: увеличения сил сопротивления поперечному сдвигу шпал в балласте и воздействия на путь (помимо вертикальной нагрузки) существенных боковых сил. Одновременно можно предположить, что влияние начальных неровностей оси рельсошпальной решетки на ее устойчивость под поездом значительно меньше, чем в случае отсутствия поездной нагрузки.

Исходя из этих предпосылок, рассмотрим зависимость между действующей на путь температурной сжимающей силой P и приложенной к нему поперечной нагрузкой N . Для этого используем методику решения аналогичной задачи [3] по определению устойчивости рельсошпальной решетки при ее рихтовке или подъеме.

Участок температурно-напряженного пути без неровностей, искривленный в горизонтальной плоскости, заменим балкой равновеликой жесткости EI (рис. 1). Положим, что интенсивность q поперечных сил постоянна по длине участка. Реактивные моменты в узлах рельсошпальной решетки не учитываем. Действие отброшенных частей пути заменим реакциями P и R . Сжимающая сила P при прочих равных условиях зависит от приращения температуры рельсов Δt после укладки:

$$P = \frac{1}{2} E \alpha \omega \Delta t, \tag{1}$$

где E — модуль упругости для стали;
 α — коэффициент линейного расширения стали;
 ω — площадь поперечного сечения двух рельсов.

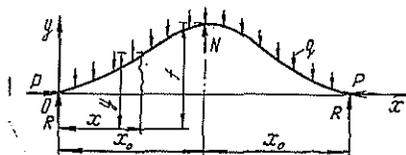


Рис. 1. Расчетная схема.

Вторую составляющую R определим из условия статического равновесия участка длиной $2x_0$:

$$R = qx_0 - 0,5N. \quad (2)$$

Используя обычные методы строительной механики при начальных условиях $y(0) = 0$ и $y'(0) = 0$, получаем уравнение изогнутой оси рельсоопальной решетки

$$y = \left(\frac{N}{2k^3EI} - \frac{nx_0}{k^3} \right) (\sin kx - kx) - \frac{n}{k^4} (\cos kx - 1) - \frac{nx^2}{2k^2}, \quad (3)$$

где $n = q/EI$; $k = \sqrt{P/EI}$.

Параметр k (а затем силу P) определяем из условия $y'(x_0) = 0$, отсюда

$$\frac{q}{k} (\sin kx_0 - kx_0 \cos kx_0) = N \sin^2 \frac{kx_0}{2}. \quad (4)$$

Графики зависимости силы P от стрелы прогиба участка f (которую найдем из уравнения (3) при $x = x_0$) приведены на рис. 2. Они показывают, что при $N \neq 0$ с увеличением f сила P возрастает от нуля, достигает максимума и затем падает. Максимуму соответствует выброс пути.

В реальных условиях температурная сила на каждом участке пути — величина заданная, а сила N при движении по участку подвижного состава — переменная. Графики зависимости $N(f)$ приведены на рис. 3. Они показывают, что при каждом значении P сила N для некоторого f также имеет максимум.

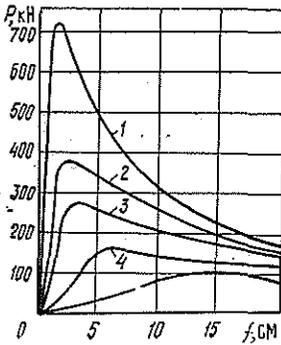


Рис. 2. Зависимость между сжимающей силой P и стрелой прогиба изогнутого участка f при значениях поперечной силы N , равных 4 (1), 5 (2), 6 (3), 8 (4) и 10 кН (5)

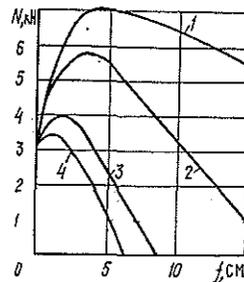


Рис. 3. Зависимость между поперечной силой N и стрелой прогиба изогнутого участка f при значениях сжимающей силы P , равных 200 (1), 300 (2), 400 (3) и 500 кН (4)

Используем математическое условие максимума: $\partial k / \partial x_0 = 0$. Дифференцируя уравнение (4), получаем

$$\left(\frac{q}{k} kx_0 - N \right) \sin kx_0 = 0. \quad (5)$$

В этом уравнении выражение $q(kx_0)/k - N \neq 0$, так как в противном случае $qx_0 = N$, т. е. $R = 0$, что противоречит исходным предположкам. Следовательно, $\sin kx_0 = 0$, отсюда $kx_0 = \pi$. Подставляя это значение в уравнение (4), получаем

$$\frac{q}{k} \pi = N,$$

откуда критическая сжимающая сила

$$P_{1кр} = \frac{\pi^2 q^2 EI}{N^2}. \quad (6)$$

Рассмотрим зависимость $P_{кр}$ от N и q на примере, приняв для верхнего строения пути лесовозных УЖД $EI = 1,28 \cdot 10^9$ Н/см². Значения N и q из-за отсутствия экспериментальных данных варьируем в заведомо широком диапазоне. Результаты расчетов приведены в таблице.

q , Н/см	N , кН	P , кН	f , см	x_0 , см
10	2,5	202,1	0,626	250
	5,0	50,5	10,0	500
	7,5	22,4	50,8	750
	10,0	12,6	160,0	1000
20	2,5	808,5	0,078	125
	5,0	202,1	1,253	250
	7,5	89,8	6,344	375
	10,0	50,5	20,05	500
40	2,5	3 234,1	0,0098	62,5
	5,0	808,5	0,157	125,0
	7,5	359,3	0,799	187,5
	10,0	202,1	2,506	250,0
60	2,5	7 276,7	0,0029	41,7
	5,0	1 819,2	0,0464	83,3
	7,5	808,5	0,235	125,0
	10,0	454,8	0,743	166,7
80	2,5	12 936,3	0,00122	31,25
	5,0	9 234,1	0,0196	62,50
	7,5	1 437,4	0,0991	93,75
	10,0	808,5	0,313	125,00
100	2,5	20 213,0	0,0006	25
	5,0	5 053,2	0,0100	50
	7,5	2 245,9	0,0507	75
	10,0	1 263,3	0,160	100

Геометрическое место сил $P_{1кр}$ представляет собой поверхность, изображенную на рис. 4.

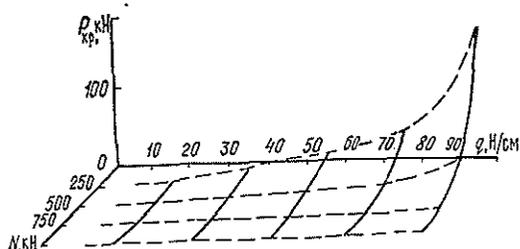


Рис. 4. Геометрическое место критических сил $P_{кр}$ при различных значениях поперечной силы N и интенсивности сил сопротивления q

Для прямых участков пути лесовозных УЖД, не находящихся под воздействием поезда нагрузки, критическая сжимающая сила $P_{2кр}$ составляет около 600 кН. Очевидно, что эта величина должна быть принята за исходную при определении условий устойчивости рельсошпальной решетки под поезда нагрузкой, т. е. $P_{1кр} \geq P_{2кр}$. Для рассматриваемого примера этому условию удовлетворяют не все вари-

анты сочетаний N и q , а только некоторые из них, характеризующиеся достаточно большими значениями q и малыми N .

Оценим косвенно диапазон изменения q с использованием данных работы [5]. Положим, что зависимость сопротивления балласта перемещению шпал поперек пути R_1 от нагрузки на шпалу $Q_{ш}$ имеет вид

$$R_1 = 10(R_0 + CQ_{ш}^m), \quad (7)$$

где R_0 , C и m — эмпирические коэффициенты, зависящие от типа и состояния балластного материала.

Для свежееуложенного среднезернистого балласта начальное сопротивление сдвигу R_0 составляет 14,4 Н, коэффициенты $C = 127,3$ Н; $m = 0,203$. Вычисляем $R_1 = 2430,8$ Н, отсюда при числе шпал 1625 на 1 км имеем $q = 39,5$ Н/см.

Используя данные таблицы, находим, что устойчивость пути под поездом гарантируется при $N \leq 5$ кН. Если $q < 40$ Н/см и $N < 5$ кН, выброс принципиально возможен (но не обязателен). В случае $N > 5$ кН выброс возможен и при $P_{2кр} < 600$ кН, т. е. при отсутствии поезда на грузки рельсошпальная решетка устойчива, а под воздействием поезда может произойти ее выброс.

Для более конкретного решения задачи необходимо знать фактические значения q и N , которые определяются экспериментально, а также приблизить расчетную схему к реальным условиям.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- [1]. Бромберг Е. М. Экспериментальное изучение устойчивости бесстыкового пути // Тр. / ВНИИЖТ.— 1962.— Вып. 244.— С. 129—163. [2]. Зоткин Н. М. Определение преобладающего влияния продольных и поперечных сил взаимодействия на устойчивость бесстыкового пути: Автореф. дис. ... канд. техн. наук.— Л., 1991.— 24 с. [3]. Морозов С. И. О возможности выброса бесстыкового пути при его подъеме // Лесн. журн.— 1969.— № 6.— С. 59—61.— (Изв. высш. учеб. заведений). [4]. Морозов С. И. Аналитическое определение критической силы для температурно-напряженного железнодорожного пути на прямых участках // Лесн. журн.— 1982.— № 2.— С. 60—68.— (Изв. высш. учеб. заведений). [5]. Морозов С. И. О методике определения удерживающей силы противоугольных средств // Лесн. журн.— 1988.— № 2.— С. 28—33.— (Изв. высш. учеб. заведений). [6]. Морозов С. И., Попов М. В. Расчет температурных режимов укладки сварных рельсовых плетей на лесовозных железных дорогах узкой (750 мм) колес: Методич. указания к курсовому и дипломному проектированию.— Архангельск: РИО АЛТИ.— 1990.— 28 с. [7]. Першин С. П. Температурные воздействия на рельсовый путь и их влияние на его устройства и условия эксплуатации // Тр. / МИИТ.— 1969.— Вып. 318.— С. 3—135. [8]. Технические указания по укладке и содержанию бесстыкового пути / ВНИИЖТ.— М.: Транспорт, 1982.— 156 с.

Поступила 19 июня 1991 г.

УДК 630*323.2.001.12

АНАЛИЗ ПРОЦЕССА ПРОТЯЖКИ ДЕРЕВА

В. И. ВАРАВА, Н. А. ГУЦЕЛЮК, С. В. СПИРИДОНОВ

Лесотехническая академия (г. Санкт-Петербург)

Ранее* авторами было выполнено моделирование механизма вертикальной протяжки дерева и дан анализ его пуска и торможения. Здесь приведен анализ процесса для другого исполнения механизма. Верти-

* Варава В. И., Гуцелюк Н. А., Спиридонов С. В. Моделирование процесса вертикальной протяжки ствола и обрезки сучьев дерева // Лесн. журн.— 1989.— № 5.— С. 45—50.— (Изв. высш. учеб. заведений).

кальная протяжка с обрезкой сучьев отличается от горизонтальной движущим действием силы тяжести дерева. Работа сучкорезной машины, состоящей из двигателя, гидропривода (насос — моторы), рябук и резцов, может быть описана математической моделью

$$I_n \ddot{\varphi}_n + [V_n/(2\pi)] p = M_n; \quad I_m \ddot{\varphi}_m - [V_m/(2\pi)] p = M_n - M_c; \quad (1)$$

$$[V_n/(2\pi)] \dot{\varphi}_n - [V_m/(2\pi)] \dot{\varphi}_m = e\dot{p} + k_0 p; \quad p \leq p_m,$$

где

I_n, I_m — приведенные к валам насоса и моторов моменты инерции подвижных частей двигателя, рябук и дерева, $I_n = 2 \text{ кгм}^2 = 200 \text{ Н} \cdot \text{см} \cdot \text{с}^2$; $I_m = 1,6 \text{ кгм}^2 = 160 \text{ Н} \cdot \text{см} \cdot \text{с}^2$;

$\dot{\varphi}_n = \omega_n, \dot{\varphi}_m = \omega_m, \ddot{\varphi}_n, \ddot{\varphi}_m$ — угловые скорости и ускорения валов насоса и моторов, $\omega_n \leq 150 \text{ с}^{-1}$;

V_n, V_m, k_0 — рабочие объемы насоса и моторов и параметр суммарных объемных потерь в них, $V_m = 5V_n = 500 \text{ см}^3$; $k_0 = 0,04 \text{ см}^5/(\text{Н} \cdot \text{с})$;

p, e — давление жидкости и податливость магистрали, $e \approx 0,01 \text{ см}^5/\text{Н}$;

p_m — максимальное давление, $p_m = 17 \text{ МПа}$;
 M_n, M_n, M_c — приведенные к валам насоса и моторов моменты двигателя, протяжки дерева и срезания мутовок,

$$M_n = \text{const}; \quad M_n = M_T (1 - \text{sign } \dot{\varphi}_m); \quad M_c = M_0 + \sum_{k=1}^n M_k \cos k\varphi_m; \quad (2)$$

$$M_T = 400 \text{ Н} \cdot \text{м}; \quad M_0 = 210 \text{ Н} \cdot \text{м}; \quad M_k = \frac{540}{k} \sin 0,37k, \quad k = 1, n.$$

Связь между перемещением дерева Z и углом поворота валов моторов φ_m для передаточного числа редукторов $i = 3$ и радиуса рябук $r_p = 12 \text{ см}$ имеет вид $\varphi_m = Zi/r_p = 0,25Z$. Расстояние между тремя резцами $l_T = 12 \text{ см}$, $\varphi_T = 3 \text{ рад}$, между мутовками $l_m = 36 \text{ см}$, $\varphi_m = 9 \text{ рад}$, а длина среза сучков $l_c = 3 \text{ см}$, $\varphi_c = 0,75 \text{ рад}$. Поэтому при равномерной протяжке дерева со скоростью $Z \approx v = 0,7 \text{ м/с}$

$$Z \approx vt; \quad \omega_z = 2\pi v/l_T = 37 \text{ с}^{-1}; \quad \varphi_m = \omega_1 t, \quad (3)$$

где $\omega_z = \omega_1$ — частота прямоугольных импульсов срезания мутовок.

При существенном различии усилий M_c^0 и частот ω_1 срезания мутовок этот процесс можно представить случайным. Снижение амплитуд гармоник (2) в обратной зависимости от их порядка $k = \omega/\omega_1$ (где ω — угловая скорость валов привода) аппроксимируется функцией

$$M_k^2 = M_1^2 \omega/\omega_1 [(\omega/\omega_1 - 1)^2 + 1]^{-1} = M_1^2 \omega_1 \omega [\omega^2 - 2\omega\omega_1 + 2\omega_1^2]^{-1}, \quad (4)$$

а корреляционная функция полигармонического процесса

$$K(\tau) = \frac{1}{2} \sum_{k=1}^n M_k^2 \cos \omega_k \tau; \quad (5)$$

при $n \rightarrow \infty$ и аппроксимации (4) — интегралом

$$K(\tau) = \frac{1}{2\omega_1} \int_0^\infty M_k^2 \cos \omega_k \tau d\omega = \frac{\pi}{4} M_1^2 e^{-\omega_1 \tau} (1 - \sin \omega_1 \tau). \quad (5a)$$

Тогда спектральная плотность процесса срезания мутовок

$$S_c(\omega) = 2 \int_0^{\infty} K(\tau) \cos \omega \tau d\tau = \frac{\pi}{2} M_1^2 \left[\frac{\omega_1}{\omega_1^2 + \omega^2} + \frac{1}{16\omega_1} \right] = \\ = \frac{\pi M_1^2 (17\omega_1^2 + \omega^2)}{32\omega_1 (\omega_1^2 + \omega^2)}. \quad (6)$$

Рассмотрим стационарный процесс протяжки дерева по системе уравнений (1) при $\dot{\varphi}_M > 0$ относительно положения равновесия:

$$M_H = V_H p_0 / (2\pi); \quad V_M p_0 / (2\pi) = M_0; \quad M_H = M_0 / 5; \\ \omega_M = \omega_H / 5 - p_0 2\pi k_0 / V_M, \quad (7)$$

где $M_0 = 210 \text{ Н} \cdot \text{м}$, $M_H = 42 \text{ Н} \cdot \text{м}$, $p_0 = 260 \text{ Н/см}^2 = 2,6 \text{ МПа}$, $\omega_H = 150 \text{ с}^{-1}$, $\omega_M = 30 - 0,13 \approx 30 \text{ с}^{-1}$, $v = 4\omega_Z = 120 \text{ см/с} = 1,2 \text{ м/с}$, $\omega_1 = 2\pi v l_\tau = 63 \text{ с}^{-1}$, $M_1 = 200 \text{ Н} \cdot \text{м}$.

Относительно этого положения систему (1) можно записать в виде расширенной операторной матрицы

$$\left(\begin{array}{ccc|c} I_H S^2 & 0 & V_H / (2\pi) & 0 \\ 0 & I_M S^2 & -V_M / (2\pi) & -M_c(S) \\ -S V_H / (2\pi) & S V_M / (2\pi) & eS + k_0 & 0 \end{array} \right) \quad (8)$$

с определителем

$$\Delta = I_H I_M e S^3 (S^2 + 2hS + \nu^2), \quad (9)$$

где $S = d/dt$; $h = k_0 / (2e) = 0,2 \text{ с}^{-1}$; $\nu = v_H / \sqrt{40Ie} = 20 \text{ с}^{-1}$;

$$\frac{1}{I} = 1/I_H + 25/I_M \approx 25/I_M; \quad I \approx I_M/25;$$

ν , h — частота системы и параметр затухания.

Коэффициент демпфирования $\nu = h/\nu = 0,01$ здесь весьма мал, несмотря на низкую частоту $\nu_1 = \nu/(2\pi) = 3,2 \text{ Гц}$.

Критериями качества процесса протяжки являются ее скорость $\dot{Z} = 4\dot{\varphi}_M$, см/с, и давление p , Н/см², в гидроприводе. Интегральные их значения определяются дисперсиями реакций системы на спектр воздействия (6). Передаточные функции протяжки $\varphi_M(S)$ и давления $p(S)$ к стационарному воздействию $M_c(S)$ получим из матрицы (8) по формулам Крамера для $\dot{\varphi}_M > 0$:

$$\eta_\varphi(S) = \frac{\varphi_M(S)}{M_c(S)} = \frac{\Delta_\varphi}{\Delta M_c(S)} = \frac{I_H e S^3}{\Delta} = \frac{1}{I_M (S^2 + 2hS + \nu^2)};$$

$$\eta_p(S) = \frac{p(S)}{M_c(S)} = \frac{\Delta_p}{\Delta M_c(S)} = \frac{V_M I_H S^3}{2\pi \Delta} = \frac{V_M}{2\pi e I_M (S^2 + 2hS + \nu^2)}.$$

Тогда дисперсии скорости протяжки и давления в приводе

$$D_{\dot{\varphi}} = \frac{1}{2\pi} \int_{-\infty}^{\infty} S_\varphi(\omega) d\omega = \frac{1}{2\pi} \int_{-\infty}^{\infty} |\eta_\varphi(i\omega)|^2 \omega^2 S_c(\omega) d\omega = \\ = \left(\frac{M_1}{I_M \omega_1} \right)^2 \frac{2h\omega_1 + \nu^2 + 17\omega_1^2}{40\omega_1 h};$$

$$D_p = \frac{1}{2\pi} \int_{-\infty}^{\infty} S_p(\omega) d\omega = \frac{1}{2\pi} \int_{-\infty}^{\infty} |\eta_p(i\omega)|^2 S_c(\omega)^2 d\omega = \\ = \left(\frac{M_1 V_M}{40 I_M \omega_1} \right)^2 \frac{1 + 17(\omega_1/\nu)^2}{\omega_1 h},$$

а средние квадратичные значения

$$\sigma_{\dot{\varphi}} = \frac{M_1}{I_M \omega_1} \sqrt{\frac{2h\omega_1 + v^2 + 17\omega_1^2}{40\omega_1 h}}; \quad \sigma_p = \frac{M_1 V_M}{40I_M \omega_1} \sqrt{\frac{1 + 17(\omega_1/v)^2}{\omega_1 h}}. \quad (10)$$

В нашем случае $\sigma_p = 210 \text{ Н/см}^2 = 2,1 \text{ МПа}$; $\sigma_{\dot{\varphi}} = 13 \text{ с}^{-1}$, $\sigma_z = 4\sigma_{\dot{\varphi}} = 52 \text{ см/с} \approx 0,5 \text{ м/с}$.

Среднее динамическое давление получено близким к равновесному $p_0 = 2,6 \text{ МПа}$. Максимальное давление в приводе по закону трех сигм $p_M = p_0 + 3\sigma_p \approx 9 \text{ МПа}$. Средний разброс скорости протяжки $\sigma_z \approx 0,5 \text{ м/с}$ меньше равновесной $v = 1,2 \text{ м/с}$, а максимальный $3\sigma_z \approx 1,5 \text{ м/с}$ — на уровне исходной. Средний разброс скорости торможения дерева $v \pm \sigma_z$ равен $0,7 \dots 1,7 \text{ м/с}$, а максимальный $v \pm 3\sigma_z = 0 \dots 2,7 \text{ м/с}$. Вероятность смены знака скорости весьма мала. Более того, она сопровождается мощным релейным трением рябук и резцов, ограничивающим колебания дерева в пределах $\dot{Z} \geq 0$. Тем не менее колебаниями начальной скорости v_0 торможения обуславливаются различия в длине тормозного пути.

Из решений (10) следует, что при $h = k_0/(2e) = 0$ $\sigma_p = \sigma_{\dot{\varphi}} = \infty$. С увеличением диссипации h в n раз амплитуды давления и скорости снижаются в \sqrt{n} раз. Утечки жидкости k_0 , в том числе через дроссель, повышают диссипацию и уменьшают скорость протяжки и КПД привода. Включение гидроаккумулятора с дросселированием жидкости приводит к увеличению как гашения, так и податливости. Скорость протяжки ограничивается сверху $v \leq 1 \text{ м/с}$ по условию снижения кинетической энергии при торможении. Она ограничивается и снизу по условию исключения резонирующих явлений:

$$v \neq k\omega_1; \quad v \leq 0,5\omega_1 = \pi v/l_T; \quad v \geq v l_T/\pi = 0,7 \text{ м/с}. \quad (11)$$

Поэтому при высокой собственной частоте системы $v \gg 20 \text{ с}^{-1}$ податливость гидропривода следует увеличивать за счет податливости гидроаккумулятора.

Выводы

Сопrotивление срезанию мутовок можно аппроксимировать периодическими прямоугольными импульсами, разложением в ряд Фурье (2) или спектральной плотностью (6) случайного процесса. Дисперсии скорости протяжки и давления в гидроприводе (10) определяют качество его функционирования и рациональные параметры. Флуктуационная часть стационарного процесса протяжки (8) соизмерима с регулярной (7) и ограничивает податливость гидропривода $v \leq 20 \text{ с}^{-1}$ (11) при возможном максимуме диссипации $v = h/v = k_0 (2ev)^{-1}$.

Поступила 1 марта 1991 г.

УДК 630* 81 + 691.54

ОСОБЕННОСТИ МЕХАНИЗМА СЦЕПЛЕНИЯ КОРЫ С ЦЕМЕНТОМ

В. И. БЫЗОВ, П. В. БЫЗОВ, В. В. ЮШКОВ

Марийский политехнический институт

Исследования технологических особенностей производства коробетона показывают, что основные потребительские свойства этого строи-

тельного материала зависят от взаимодействия коры со связующим. В нашей стране и за рубежом в качестве основного связующего при производстве арболита, деревобетона и коробетона применяют портландцемент различных марок. Чем выше марка цемента, тем прочнее бетон. Однако применение цемента марок 500 и 600 приводит к значительному удорожанию строительного материала, поэтому в последние годы идут активные поиски заменителей связующего.

В Марийском политехническом институте в целях интенсификации производства строительных блоков, снижения их массы и повышения прочности ведутся работы по совершенствованию технологии изготовления коробетона. Они имеют три направления:

- 1) совершенствование конструкции блоков для облегчения монтажных работ;
- 2) изыскание заменителей цемента и песка для снижения плотности и стоимости коробетона;
- 3) улучшение механизма схватывания коры со связующим для снижения расхода цемента и сокращения времени выдержки до распалубочной прочности.

В статье рассматривается третье направление. Схватывание коры с цементом улучшается за счет применения минерализаторов. В наших опытах минерализаторами были известковое молоко (CaOH_2) и хлористый кальций (CaCl_2). Установлено, что, наряду с улучшением сцепления коры с цементом, они снижают время достижения распалубочной прочности. Например, при использовании 3...7 % (по массе) известки это время сокращается с 48 до 8 ч.

Для изучения механизма сцепления коры со связующим был применен микроанализ переходной зоны коры — цемент в образцах из коробетонного камня. Марка коробетона 20, плотность 0,70...0,75. Массовое соотношение коры и цемента, а также воды и песка 1:1. Минерализатор составлял около 5 % массы коры. Во всех опытах использовали портландцемент марки 400. Более подробно рецептура коробетона описана в работе [1].

Методика предусматривала фотографирование элементов камня с помощью электронного полного аналитического микроскопа «TEM SCAN 100 с X JEOL» при большом увеличении. Образцы брали в приграничной зоне коры — цемент с присадками и заменителями цемента. Анализ снимков микроструктуры приграничных зон, образованных цементом без присадок и минерализаторов и с минерализаторами (и другими присадками) позволяет косвенно объяснить механизм сцепления и выбрать оптимальную рецептуру.

Физико-механические и другие потребительские свойства коробетона изучали на стандартных образцах $150 \times 150 \times 150$ мм по стандартным методикам [1]. При периодическом взвешивании образцов в течение 28 сут (стандартная выдержка) до получения камнеподобной структуры выявилось значительное уменьшение массы образцов, что связано с испарением влаги и перекристаллизацией раствора. На рис. 1 приведены экспериментальные кривые, отражающие изменение массы образцов ΔM в течение периода кристаллизации τ .

Было испытано 15 образцов, изготовленных по различным рецептам. Кривая 1 соответствует рецепту: цемент — 350, песок — 250, кора — 350, вода — 200 кг/м³; кривая 2 — добавлению 35 кг/м³ известки; кривая 7 — образцам экспресс-окисленной коры при температуре 110 °С в течение 3 ч; кривая 8 — использованию известкового молока 30 %-й концентрации вместо воды; кривая 15 — замене 1 % воды жидким стеклом. Остальные зависимости даны в таблицах отчета по научно-исследовательской теме и здесь не приводятся из-за их несущественного значения по физико-механическим параметрам.

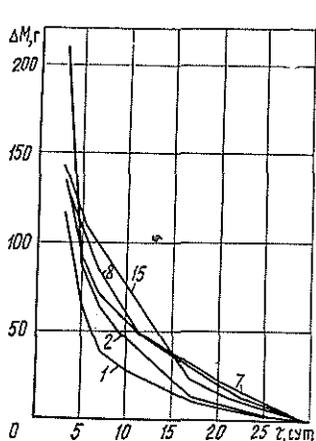


Рис. 1.

Усадка образцов достигала 0,5... 3,0 %. Характер кривых подтверждает оптимальность стандартной выдержки коробетонных изделий до транспортной прочности в течение 28 сут после заполнения форм или 25 сут после распалубки. К концу выдержки масса (и плотность) образцов практически стабилизируется.

Коробетон — композиционный материал, относящийся к группе крупнопористых легких бетонов. Основным его компонентом является

органический наполнитель — кора, минеральным вяжущим — цемент. Для исключения вредного воздействия экстрагируемых компонентов коры на механизм взаимодействия ее частиц с цементом в раствор вводят специальные химические добавки-минерализаторы, а также предварительно окисляют кору выдерживая в атмосферных условиях не менее 1 мес или нагревая сырую кору (влажностью 200 %) при температуре 130 °С в течение 3...5 ч. Обволакивая органические частицы, цементный клей обеспечивает адгезию между ними. Органический наполнитель снижает плотность, теплопроводность, повышает звукоизоляционные свойства, позволяет легко обрабатывать коробетон режущим инструментом.

Минеральное вяжущее придает материалу прочность, огне- и морозостойкость, способствует долговечности зданий и сооружений. Коробетон обладает высокими значениями прочности на сжатие, ползучести, ударной вязкости, пониженным модулем упругости.

Анализируя механизм формирования камнеподобного состояния коробетона, следует в первую очередь обратить внимание на образование жидкого рабочего раствора. Главное требование к коробетонному тесту — его однородность, текучесть (способность к заполнению всех полостей формы-опалубки), равномерная консистенция. Все эти характеристики достигаются измельчением коры, добавлением песка и относительно длительным перемешиванием. При этом особое значение приобретает требование смачиваемости всех элементов и поверхностей частиц коры цементным клеем (водоцементным раствором).

Способность к смачиванию частицы коры приобретают при обработке минерализаторами: раствором хлористого кальция или известковым молоком. На рис. 2 показано затекание раствора известки в поры коры (увеличение микроскопа 800 раз). При этом увеличивается поверхность взаимодействия минерального связующего с частицами коры, что способствует повышению прочности сцепления (адгезии) и образованию монолита-камня (в противовес ячеистой массе).

Слой проникающего взаимодействия связующего с поверхностью наполнителя (коры) играет основную роль в формировании качественных характеристик камня коробетона. На рис. 3 показан слой взаимодействия коры с цементом при жидком минерализаторе CaCl_2 , на рис. 4 — при использовании известкового молока $\text{Ca}(\text{OH})_2$ (в обоих случаях увеличение 100-кратное). Сопоставляя характер слоя взаимодействия на рис. 3 и 4, можно отметить, что при обработке известковым молоком степень проникновения цементного раствора в поры значительно больше. Однако существенного увеличения прочности коробе-



Рис. 2

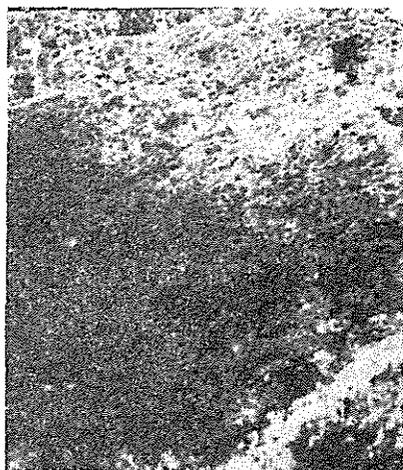


Рис. 3

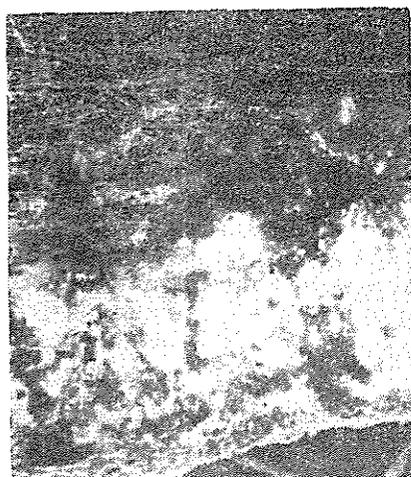


Рис. 4.

тона это не обеспечивает (что, по-видимому, сказывается на повышении долговечности и других характеристик).

Наиболее эффективным способом повышения прочности коробетонного камня является увеличение количества связующего (цемента или его заменителей). Дело в том, что процесс схватывания раствора (теста) состоит из нескольких фаз. Вначале цементные зерна под действием воды образуют пересыщенный раствор, из которого выделяется желеобразная масса кристаллов, обволакивающих частицы коры и проникающих в ее поры. В этот момент цементное тесто пластично и состоит из непрореагировавших частиц цемента, водного раствора электролита, заполняющего межзерновое пространство, песка и коры, а также единичных кристаллов извести и этрингита. На этой фазе важное значение имеет электрохимическая активность жидкой фазы — электролита. Ее можно регулировать щелочными или кислотными добавками. Появление зародышей новой фазы, их размеры и скорость роста кристаллов обусловлены величиной пересыщения жидкой фазы цементно-водной суспензии при растворении клинкерных минералов. Вероятность образования зародышей кристаллов W определяется формулой М. Фольмера [2]

$$W = g e^{-A/(KT)},$$

где g — коэффициент пропорциональности;
 K — константа Больцмана;
 T — абсолютная температура;
 A — работа образования зародыша.

Эта зависимость получена на базе глубоких экспериментальных исследований ряда авторов [2, с. 335]. Она отражает теорию схватывания цемента в цементно-водном растворе, в нашем случае помогает объяснить сущность превращений, происходящих при образовании камнеподобной фазы коробетона.

Зародыши гидратов возникают вблизи поверхности цементных зерен и других активных центров гидратации. На указанных частицах формируются оболочки. Их разрыв сопровождается образованием геля гидросиликатного состава, заполняющего межзерновое пространство. По мере гидратации оболочки утолщаются. Во внешней их части, обращенной к межзерновому пространству, растут хорошо оформленные мелкие кристаллы, в остальной продукты гидратации выделяются в субмикроструктурном состоянии. Межзерновое пространство постепенно заполняется частицами гидратов, и пластичное тесто начинает терять подвижность (наступает явление схватывания массы). При соприкосновении субмикроструктуров образуются коагуляционные и кристаллизационные контакты.

Отдельные зерна цемента через водные прослойки объединяются в рыхлую пространственную сетку с помощью ван-дер-ваальсовых сил молекулярного сцепления. Цементное тесто приобретает коагуляционную структуру, особенностью которой является тиксотропность, т. е. способность обратимо разрушаться при перемешивании и встряхивании. Из подвижного, с высокой текучестью, оно постепенно переходит в малоподвижное пастообразное, с течением времени теряет пластичность и превращается в плотное камневидное тело. Момент, когда система теряет подвижность, условно называется периодом схватывания.

При затвердевании цементного теста иногда наблюдается ложное схватывание, при котором снижаются прочностные связи. Это вызвано быстрым пересыщением раствора сульфатом кальция при наличии щелочей. Ложное схватывание связано с карбонизацией щелочей. Такой цемент содержит негидратированные зерна. Если его вновь подвергнуть размолу и смешать с водой, он вновь схватывается и твердеет, но при этом прочность снижается.

Схватывание и твердение цементов определяется совокупностью процессов гидратации и кристаллизационной структурой гидратных новообразований.

П. А. Ребиндер [2] упрочение структуры объясняет развитием кристаллизационных контактов, при возникновении которых срастание кристаллических фаз приводит к увеличению прочности. Необходимым условием является обязательное обрастание контактов достаточно толстым слоем новообразований. Однако при этом развиваются внутренние напряжения и снижается прочность структуры.

Дефекты кристалла (трещины, поры, включения) являются местом концентрации напряжений и зоной начала его разрушения при нагрузках.

Прочность цементного камня связана с концентрацией гидратированной твердой фазы и пористостью. Связь прочности с пористостью может быть выражена формулой [2, с. 343]

$$F = Ax^n,$$

где F — прочность при сжатии;
 A — коэффициент, характеризующий прочность цементного геля;
 x — отношение объема геля к сумме его объема и капиллярного пространства;
 n — коэффициент, равный 2,6... 3,0 в зависимости от вида цемента.

Прочностные свойства цемента существенно зависят от характера порового пространства. Наибольшее отрицательное влияние оказывают микропоры крупнее 100 мкм и сквозные капилляры, меньшее — замкнутые поры. При одинаковой пористости прочность снижается с увеличением числа пор. Большое значение имеет также расположение частиц коры в объеме блока. При плоском расположении частиц, особенно крупных (более $10 \times 10 \times 10$ мм), площадь, занимаемая цементно-песочной смесью, возрастает и увеличивается общая прочность. Это свидетельствует об эффективности вибротрамбовки при формовке изделий из коробетона.

Анализ рассмотренных фазовых превращений рабочего раствора свидетельствует о существенной активности водной среды (кристаллической и ионной) при превращении теста в камень. Часть влаги, находящейся в порах коры, также вступает во взаимодействие с активными элементами, что способствует саморегуляции гидроксильной и водородной среды, а также вызывает высыхание частиц, их уплотнение и усадку коробетона до 3 %.

Процесс фазовых превращений коробетона в комнатных условиях (при температуре воздуха 20 ± 2 °С и влажности 60 %) завершается через 25...28 сут. К этому времени стабилизируется плотность и влажность коробетона, а прочность на сжатие достигает 75...100 % конечного значения.

На основе выполненных исследований разработаны оптимальные режимы подготовки коробетонного теста и формирования блоков с применением механической вибротрамбовки, а также подтверждены основные положения теории схватывания цемента при использовании пористого заполнителя и обоснованы пути управления процессом с помощью химических присадок.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- [1]. Бызов В. И. Коробетон как строительный материал // Деревообраб. пром-сть.— 1990.— № 12.— С. 33—34. [2]. Кудрявцева Т. В., Кудряшов И. В., Тимашов В. В. Физическая химия вяжущих материалов.— М.: Высш. школа, 1989.— 384 с.

Поступила 2 августа 1991 г.

УДК 629.114.3.001.2

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПОЛОЖЕНИЯ ПРИЦЕПА-РОСПУСКА ЛЕСОВОЗНОГО АВТОПОЕЗДА НА ТРАЕКТОРИИ ПОВОРОТА

А. В. ЖУКОВ, О. В. ПЕТРОВИЧ

Белорусский технологический институт

Лесовозные автопоезда относятся к длиннобазным транспортным средствам с колесами прицепа-ропуски, управляемыми под воздействием тросов крестообразной сцепки на поворотную тележку. Исследования работы системы управления лесовозного автопоезда [2, 5] позволили установить кинематические зависимости, определяющие передаточное отношение тросового привода прицепа-ропуски и использованные при моделировании криволинейного движения последнего.

Подробный анализ кинематики криволинейного движения длиннобазного автопоезда дан в работе [3]. Траектория середины ведущего моста тягача принята за основную. С помощью сложных параметрических интегральных уравнений показана связь между координатами ее точек и поступательной скоростью тягача с учетом угловой скорости поворота управляемых колес. Траектории всех других точек звеньев

автопоезда, в том числе их центры тяжести, определяются относительно основной.

Практическое использование подобных параметрических уравнений затруднительно, так как они интегрируются только в рядах [3]. Кроме того, расчет ведется с определенными допущениями, влияющими на достоверность результатов. Поэтому для практического использования рекомендуется графоаналитический метод исследования кинематики криволинейного движения автопоезда, в основе которого лежит теорема Шаля о перемещении плоской фигуры. Однако предложенный способ очень трудоемок.

В нашей работе выводятся кинематические уравнения криволинейного движения прицепа-ропуска лесовозного автопоезда в форме, удобной для расчетов на ЭВМ, являющиеся дальнейшим развитием кинематического анализа маневренных свойств лесовозных автопоездов [2, 5].

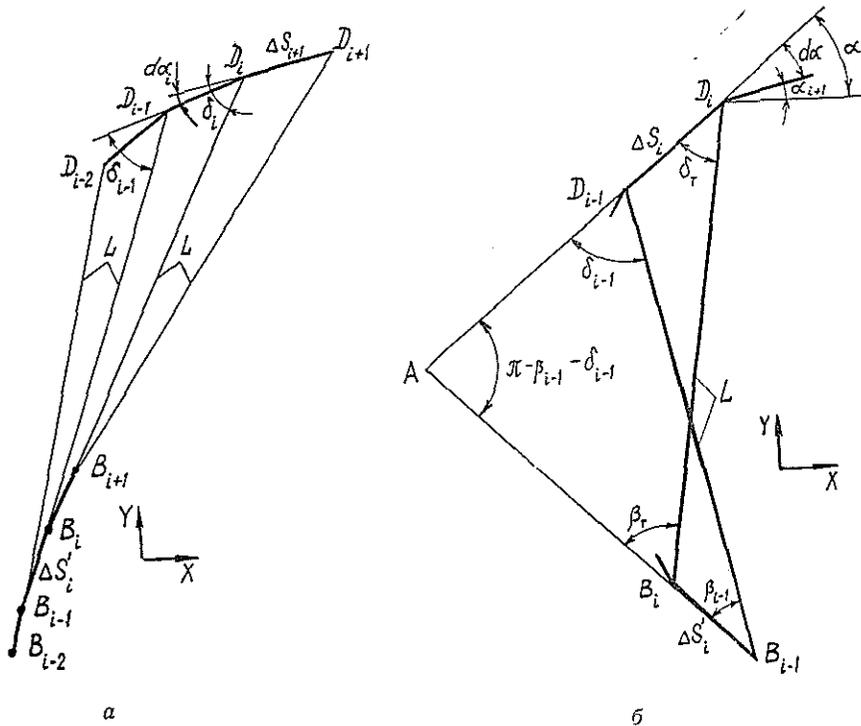


Рис. 1. Кинематическая схема движения прицепа-ропуска с неуправляемыми (а) и управляемыми (б) колесами

Первоначально рассмотрим криволинейное движение автопоезда с прямой сцепкой, т. е. случай неуправляемых колес прицепа-ропуски (рис. 1, а). Буксирное устройство в горизонтальной плоскости расположено посередине заднего моста тягача. Длина базы прицепного звена автопоезда L_n совпадает с расстоянием L между серединой заднего моста тягача и коником прицепа-ропуски. Функция основной траектории $Y = f(X)$ и начальное значение угла складывания автопоезда известны. Разделим основную траекторию S автопоезда на элементарные участки ΔS_i . Каждому участку ΔS_i соответствует участок $\Delta S'_i$ траектории прицепа-ропуски, расположенный вдоль продольной оси прицепного звена автопоезда. За линию движения S' прицепа-ропуски

принимая траекторию вертикального шкворня коника. Определяем угол складывания автопоезда на участке ΔS_i :

$$\delta_i = \widehat{D_{i-1}D_iB_i} - d\alpha_i,$$

где $d\alpha_i$ — приращение угла наклона касательной к основной траектории S в точке D_i ,

$$d\alpha_i = \frac{Y''}{1 + Y'^2} dX.$$

По теореме синусов находим угол $D_{i-1}D_iB_i$:

$$\widehat{D_{i-1}D_iB_i} = \delta_{i-1} - \arcsin\left(\frac{\Delta S_i}{L} \sin(\pi - \delta_{i-1})\right).$$

Таким образом, угол складывания автопоезда с прямой сцепкой при движении по заданной траектории определяем по формуле

$$\delta_i = \delta_{i-1} - \arcsin\left(\frac{\Delta S_i}{L} \sin(\pi - \delta_{i-1})\right) - d\alpha_i.$$

Уравнение кинематической связи между S и S' имеет вид

$$\Delta S'_i = L - \sqrt{\Delta S_i^2 + L^2 - 2\Delta S_i L \cos \delta_{i-1}}.$$

Усложним задачу и рассмотрим кинематику криволинейного движения автопоезда с управляемыми колесами прицепного звена (рис. 1, б). За малый промежуток времени Δt звенья автопоезда совершают перемещения ΔS и $\Delta S'$. Значение угла β поворота управляемых колес прицепа-ропуски зависит от угла δ складывания автопоезда [2, 5]. Точка A пересечения направлений движений тягача и прицепа-ропуски является мгновенным центром вращений ведущего и ведомого звеньев автопоезда. Перемещения ΔS_i и $\Delta S'_i$ характеризуют поступательное, а угол D_iAB_i — вращательное движение звеньев автопоезда относительно точки A . Угол мгновенного поворота определяем по формуле

$$\widehat{D_iAB_i} = \pi - \beta_{i-1} - \delta_{i-1}.$$

На основании кинематической схемы (рис. 1, б), используя тригонометрические зависимости, устанавливаем основные закономерности движения звеньев автопоезда при $\Delta t \rightarrow 0$. Координаты и угол мгновенного центра A перемещения звеньев автопоезда остаются неизменными.

Находим значения углов β_τ и δ_τ , определяющих положение прицепа-ропуски относительно участка ΔS_i основной траектории:

$$\beta_\tau = \arcsin\left(\sin \beta_{i-1} + \frac{\Delta S_i}{L} \sin(\beta_{i-1} + \delta_{i-1})\right);$$

$$\delta_\tau = \pi + \beta_{i-1} + \delta_{i-1} + \arcsin\left(\sin \beta_{i-1} + \frac{\Delta S_i}{L} \sin(\beta_{i-1} + \delta_{i-1})\right).$$

Определяем перемещение $\Delta S'_i$ прицепа-ропуски и угол складывания автопоезда при движении тягача по основной траектории на участке ΔS_i :

$$\Delta S'_i = \frac{L}{\sin(\pi - \beta_{i-1} - \delta_{i-1})} (\sin \delta_{i-1} - \sin \delta_\tau);$$

$$\delta_i = \delta_\tau + d\alpha.$$

Приращение угла складывания автопоезда в случае $\Delta t \rightarrow 0$ составляет

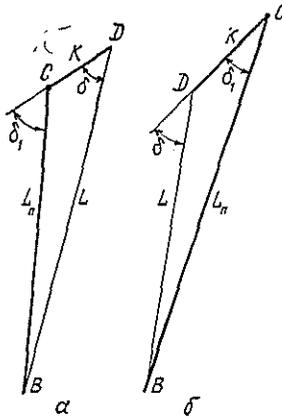


Рис. 2. Кинематическая схема взаимодействия звеньев лесовозных автопоездов: а — МАЗ-509А + ТМЗ-803; б — МАЗ-5434 + ГКБ-9362

$$d\delta = \delta_i - \delta_{i-1} = \pi + \beta_{i-1} + \arcsin \left(\sin \beta_{i-1} + \frac{\Delta S}{L} \sin (\beta_{i-1} + \delta_{i-1}) \right) + da.$$

При исследовании кинематики криволинейного движения лесовозного автопоезда следует учитывать, что местоположение буксирного устройства C не совпадает с серединой заднего моста (рис. 2). Используют два варианта установки и работы буксирного устройства. В первом его роль выполняет тяговая вилка, расположенная позади переднего коника и ведущего моста тягача и соединяющая тягач с дышлом прицепа-ропуска. Кинематическая схема этого способа соединения звеньев автопоезда представлена на рис. 2, а. По такому принципу работает автопоезд в составе МАЗ-509А+ТМЗ-803. База прицепного звена L_n представляет собой расстояние от тяговой вилки до вертикального шкворня прицепа-ропуска. Тогда, согласно рис. 1, б и 2, а, для каждого мгновенного центра A вращения звеньев автопоезда

$$L = \frac{L_n \sin \widehat{BCD}}{\sin \delta};$$

$$\sin \widehat{BCD} = \pi - \left(\arcsin \frac{k \sin \delta}{L_n} + \delta \right),$$

где k — расстояние между буксирным устройством и серединой заднего моста тягача.

Скорректированные значения углов δ_1 складывания автопоезда и β_1 поворота управляемых колес прицепа-ропуска с учетом параметра k принимают вид

$$\delta_1 = \delta + \arcsin \frac{k \sin \delta}{L_n};$$

$$\beta_1 = \beta - \arcsin \frac{k \sin \delta}{L_n}.$$

В настоящее время все большее распространение получает второй вариант соединения звеньев автопоезда с помощью телескопического дышла. В этом случае дышло утрачивает функции тягового органа и работает как направляющая, а роль буксирного устройства выполняет передний коник. Специальные ножи фиксируют положение пачки хлыстов относительно коника. Расстояние между кониками автопоезда является базой прицепного звена L_n . Кинематическая схема такого способа взаимодействия тягача и прицепа-ропуска изображена на рис. 2, б. По такому принципу работает автопоезд МАЗ-5434+ГКБ-9362.

Выражения, определяющие углы δ_1 и β_1 и расстояние L , во втором варианте, согласно рис. 2, б, имеют вид

$$L = \sqrt{k^2 + L_n^2 - 2kL_n \cos \delta_1};$$

$$\delta_1 = \delta - \arcsin \frac{k \sin(\pi - \delta)}{L_n};$$

$$\beta_1 = \beta + \arcsin \frac{k \sin(\pi - \delta)}{L_n}.$$

Предложенный алгоритм расчета траектории прицепа-ропуски позволяет с высокой степенью точности определять кинематические характеристики взаимодействия звеньев автопоезда на повороте. Анализ показал, что максимальное отклонение траектории S' прицепа-ропуски от основной траектории S при радиусе поворота 11 м для автопоездов МАЗ-5434+ГКБ-9362 и МАЗ-509А+ТМЗ-803 достигает 1,9 и 2,0 м, при радиусе 20 м соответственно 0,9 и 1,0 м. Расхождения между расчетными данными и результатами приемочных испытаний названных лесовозных автопоездов не превышают 5%. Изложенная методика была использована при проектировании систем управления [4], позволяющих регулировать передаточное отношение привода прицепа-ропуски на повороте. Разработан способ управления прицепным звеном длиннобазного автопоезда [1], обеспечивающий следование колес прицепа-ропуски по колею ведущих колес тягача.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- [1]. А. с. 1592209 СССР, МКИ⁵ В 62 D 13/02. Способ управления движением транспортного средства / А. В. Жуков, О. В. Петрович, А. И. Кирильчик, М. К. Асмоловский.— № 4442441 / 31-11; Заявлено 14.06.88; Оpubл. 15.09.90 // Открытия. Изобретения.— 1990.— № 34.— С. 85. [2]. Жуков А. В., Петрович О. В., Кирильчик А. И. Методика оценки кинематических параметров тросовой системы управления лесовозного автопоезда // Лесн. журн.— 1990.— № 1.— С. 29—33. [3]. Закин Я. Х. Маневренность автомобиля и автопоезда.— М., 1986.— 135 с. [4]. Петрович О. В. Устройства копирного типа для управления прицепом-ропуском лесовозного автопоезда // Технология и оборудование заготовки и переработки древесины.— Минск, 1989.— Вып. 4.— С. 51—56. [5]. Петрович О. В., Кирильчик А. И. Кинематический анализ работы системы управления лесовозного автопоезда с применением ЭВМ // Технология и оборудование заготовки и переработки древесины.— Минск, 1988.— Вып. 3.— С. 45—49.

Поступила 7 июня 1991 г.

УДК 630*31.003

СРАВНЕНИЕ ВАРИАНТОВ ТРЕЛЕВКИ К УСАМ И ВЕТКАМ И ВЫБОР ОПТИМАЛЬНОГО

Ю. А. ШИРНИН, Г. П. ЗАХАРЕНКО

Марийский политехнический институт

Схемы вариантов трелевки, принятые для сравнения, представлены на рис. 1. В лесосырьевой базе 1 с магистралью 2 и ветками 3 лесовозные усы 4 могут прокладываться (вариант 1, рис. 1, а) или не прокладываться (вариант 2, рис. 1, б). В первом случае погрузочные пункты 5 расположены у уса, во втором — у ветки. Лесосеку 6 разбирают на делянки с магистральными волоками 7. В варианте 1 лесоматериалы вывозят по усу, ветке, магистрали, в варианте 2 — по ветке и магистрали.

Таким образом, в первом варианте значительно короче расстояние трелевки и выше производительность трелевочных машин, во втором

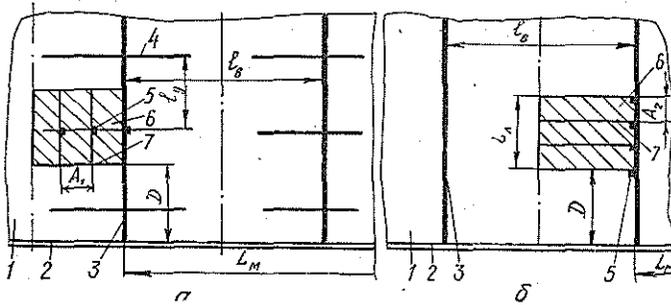


Рис. 1. Схемы к расчету расстояний трелевки и вывозки древесины

короче расстояние вывозки и выше производительность лесовозного транспорта, к тому же отпадает необходимость в затратах на строительство и содержание усов.

Средние значения расстояний трелевки и вывозки по вариантам 1 и 2 определяем соответственно по формулам:

расстояния трелевки l_{T1} и l_{T2}

$$l_{T1} = k_0 \left(k_0 \frac{l_y}{2} + k_2 A_1 \right); \quad (1)$$

$$l_{T2} = k_0 \left(k_1 \frac{l_b}{2} + k_2 A_2 \right); \quad (2)$$

расстояния вывозки l_{B1} и l_{B2}

$$l_{B1} = \frac{l_b}{2} + \frac{l_y}{2} + D + L_m; \quad (3)$$

$$l_{B2} = \frac{l_l}{2} + D + L_m, \quad (4)$$

где k_0 — коэффициент развития трассы волока;
 k_1, k_2 — коэффициенты, зависящие от схемы расположения трелевочных волоков на лесосеке;
 l_y, l_b — расстояние соответственно между усами и ветками, м;
 A_1, A_2 — расстояния между погрузочными пунктами при их расположении соответственно у усов и веток, м;
 D — длина ветки от лесосеки до магистрали, м;
 L_m — расстояние вывозки по магистрали, м;
 L_l — длина лесосеки, м.

В качестве критерия оптимальности принимаем удельные приведенные затраты U , р./м³, которые для сравниваемых вариантов находим по следующим формулам:

$$U_1 = U_{1,1} + U_{1,2} + U_{1,3} + U_{1,4} + U_{1,5} + U_{1,6}; \quad (5)$$

$$U_2 = U_{2,1} + U_{2,2} + U_{2,3} + U_{2,4} + U_{2,6}, \quad (6)$$

где U_1, U_2 — удельные суммарные затраты соответственно по первому и второму вариантам на валку и пакетирование лесоматериалов ($U_{1,1}, U_{2,1}$), трелевку ($U_{1,2}, U_{2,2}$), обустройство погрузочных пунктов ($U_{1,3}, U_{2,3}$), вывозку древесины ($U_{1,4}, U_{2,4}$), строительство и содержание усов ($U_{1,5}$), веток ($U_{1,6}, U_{2,6}$).

Если в сравниваемых вариантах валку и пакетирование выполняет одна и та же машина по одной технологической схеме, то затраты

$U_{1,1}$ и $U_{2,1}$ равны и их можно не учитывать в выражениях (5) и (6). Значения $U_{1,2}$, $U_{2,2}$, $U_{1,4}$, $U_{2,4}$ находят как частное от деления себестоимости 1 маш.-см., р., на трелевке (U_T) и вывозке (U_B) на сменную производительность той же машины, м³. Значения $U_{1,3}$ и $U_{2,3}$ определяют делением стоимости обустройства одного лесопогрузочного пункта (C_n , р.) на объем древесины площади, тяготеющей к одному лесопогрузочному пункту. Значения $U_{1,5}$, $U_{1,6}$, $U_{2,6}$ находят как частное от деления затрат на строительство и обслуживание 1 м уса (C_y , р.) и ветки (C_b , р.) на объем древесины с площади, тяготеющей к 1 м уса или ветки.

Используя формулы (1) — (4), получаем

$$U_1 = \frac{U_T \left(\Sigma t_T + \frac{k_0(k_1 l_y + 2k_2 A_1)}{v_{cp}} \right)}{3600 M_T \varphi_1 m} + \frac{10^4 C_n}{q l_y A_1} + \frac{10^4 C_y f \rho_y}{q l_y} +$$

$$+ \frac{U_B \left(\Sigma t_B + \frac{l_b}{v_y} + \frac{l_y + 2D}{v_b} + \frac{2L_m}{v_m} \right)}{3600 M_B \varphi_1 m} + \frac{10^4 C_b f \rho_b}{q l_b}; \quad (7)$$

$$U_2 = \frac{U_T \left(\Sigma t_T + \frac{k_0(k_1 l_{b2} + 2k_2 A_2)}{v_{cp}} \right)}{3600 M_T \varphi_1 m} + \frac{10^4 C_n}{q l_{b2} A_2} +$$

$$+ \frac{U_B \left(\Sigma t_B + \frac{L_n + 2D}{v_b} + \frac{2L_m}{v_m} \right)}{3600 M_B \varphi_1 m} + \frac{10^4 C_b f \rho_b}{q l_{b2}}, \quad (8)$$

где Σt_T , Σt_B — суммарное время на погрузку и разгрузку пачки при трелевке и вывозке древесины, с;
 v_{cp} — средняя скорость трелевочной машины при движении в грузовом и холостом направлениях, м/с;
 M_T , M_B — объем пачки соответственно на трелевке и вывозке древесины, м³;
 φ_1 — коэффициент использования рабочего времени смены;
 m — продолжительность смены, ч;
 q — запас древесины на 1 га, м³;
 f — коэффициент, учитывающий наличие неэксплуатационных площадок в тяготеющей к усу или ветке площади;
 ρ_y , ρ_b — коэффициент развития трассы соответственно уса и ветки (отношение их фактической длины к длине по прямой);
 v_y , v_b , v_m — средняя скорость лесовоза при движении соответственно по усу, ветке и магистрали, м/с.

Для определения оптимальных значений A_1 и A_2 производные $\frac{\partial U_1}{\partial l_y}$, $\frac{\partial U_1}{\partial A_1}$, $\frac{\partial U_1}{\partial l_{b1}}$ и $\frac{\partial U_2}{\partial l_{b2}}$, $\frac{\partial U_2}{\partial A_2}$ приравниваем нулю. Отсюда находим

$$A_1 = \sqrt{\frac{18 \cdot 10^6 M_T \varphi_1 m v_{cp} C_n}{U_T k_2 k_0 q l_y}}; \quad (9)$$

$$A_2 = \sqrt{\frac{18 \cdot 10^6 M_T \varphi_1 m v_{cp} C_n}{U_T k_2 k_0 q l_{b2}}}. \quad (10)$$

Подставляя в производные $\frac{\partial U_1}{\partial l_y} = 0$ и $\frac{\partial U_2}{\partial l_{b2}} = 0$ выражения для A_1 и A_2 , получаем

$$-\frac{10^4 C_y f \rho_y}{q} + \left(\frac{L_T k_0 k_1 v_B M_B + L_B M_T v_{cp}}{3600 M_T m \varphi_1 v_{cp} v_B} \right) l_y^2 - 10 \sqrt{\frac{L_T k_2 C_n k_0}{18 M_T \varphi_1 m v_{cp} q}} l_y^{0,5} = 0; \quad (11)$$

$$l_{B1} = \sqrt{\frac{36 \cdot 10^5 M_B m \varphi_1 v_y C_B f \rho_B}{L_B q}}; \quad (12)$$

$$-\frac{10^4 C_B f \rho_B}{q} + \frac{L_T k_0 k_1}{3600 M_T \varphi_1 m v_{cp}} l_{B2}^2 - 10 \sqrt{\frac{L_T k_2 k_0 C_n}{18 M_T \varphi_1 m v_{cp} q}} l_{B2}^{0,5} = 0. \quad (13)$$

При разработке лесосеки определенными системами трелевочных машин может быть исключен их сход с магистрального волока (пачки лежат у волока), тогда $k_2 = 0$. В этом случае в выражения (7) и (8) вносят коррективы. Берут частные производные $\frac{\partial L_1}{\partial l_y}$, $\frac{\partial L_2}{\partial l_{B2}}$ (производная $\frac{\partial L_1}{\partial l_{B1}}$ не отличается от формулы (12)) и после преобразования получают

$$l_y = \sqrt{\frac{10^4 (C_y f \rho_y A_1 q + C_n)}{\frac{L_T k_0 k_1 A_1 q}{3600 M_T m \varphi_1 v_{cp}} + \frac{L_B q A_1}{3600 M_B m \varphi_1 v_B}}}; \quad (14)$$

$$l_{B2} = \sqrt{\frac{36 \cdot 10^5 (C_B f \rho_B A_2 + C_n) m \varphi_1 M_T v_{cp}}{L_T k_0 k_1 A_2 q}}. \quad (15)$$

Для решения задачи составлена программа на ЕС ЭВМ. Алгоритм предусматривает следующий порядок определения параметров. При $k_2 = 0$ сначала находят A_1 и A_2 по формуле $A = \frac{10^4 M_T}{\Delta q}$ (где Δ — ширина разрабатываемой ленты), затем l_y , l_{B1} , l_{B2} соответственно по формулам (14), (12), (15). При $k_2 \neq 0$ вначале определяют l_y , l_{B1} , l_{B2} из уравнений (11) — (13), а затем A_1 и A_2 по выражениям (9), (10). Полученные значения l_y , l_{B1} , l_{B2} , A_1 , A_2 подставляют в уравнения (7) и (8).

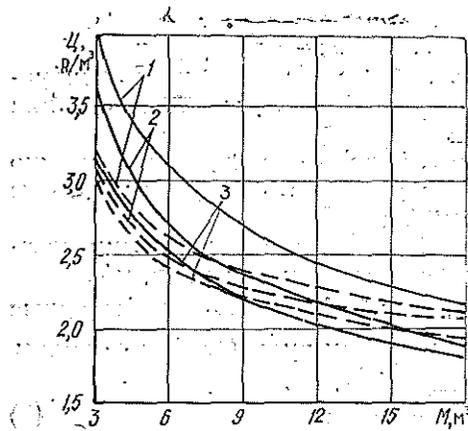


Рис. 2. График зависимости себестоимости заготовки и вывозки древесины C от нагрузки на рейс M при средней скорости трелевочной машины 1 (1), 2 (2) и 3 м/с (3); сплошные линии — трелевка к веткам, штриховые — к усам

На рис. 2 представлены результаты расчета затрат по уравнениям (7) и (8) при следующих исходных данных, принятых по ценам 1990 г.: $C_y = 3,7$ р.; $C_B = 30$ р.; $C_T = 50,5$ р.; $C_B = 70$ р.; $C_n = 50$ р.; $v_y = 6$ м/с; $v_B = 8$ м/с; $v_M = 10$ м/с; $f = 1,2$; $\rho_y = 1,2$; $\rho_B = 1,3$;

$\varphi_1 = 0,85$; $k_0 = 1,1$; $k_1 = 0,5$; $k_2 = 0,25$; $m = 7$ ч; $M_B = 28$ м³; $q = 200$ м³/га; $\Sigma t_T = 1200$ с; $\Sigma t_B = 1800$ с; $L_n = 1000$ м; $D = 2000$ м; $L_K = 40\,000$ м.

Из графиков видно, что при $v_{cp} = 1$ м/с выгоднее трелевка к усам. Трелевка к веткам целесообразнее при нагрузке на рейс $M > 12$ м³ и $v_{cp} = 2$ м/с, а также при $M > 9$ м³ и $v_{cp} = 3$ м/с.

Предложенный метод позволяет определить оптимальные расстояния между усами и ветками, выбрать способ трелевки, обосновать оптимальные параметры трелевочных машин при трелевке к веткам лесовозных дорог.

Поступила 3 января 1990 г.

УДК 630*367.4+630*363

МЕТОДИКА ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПАРАМЕТРОВ КОРЧЕВАЛЬНО-РАЗДЕЛОЧНОГО УСТРОЙСТВА МАШИН ДЛЯ ЗАГОТОВКИ ПНЕВОГО ОСМОЛА

А. А. АНДРЕЕВ, А. И. АНДРЕЕВ-ТВЕРДОВ

Московский лесотехнический институт

Низкий уровень механизации основных работ и невысокая производительность на осмолозаготовках объясняются несовершенством применяемых машин и технологических процессов. Решение проблемы нужно искать в создании машины, выполняющей одновременно корчевку, разделку и очистку сосновых пней.

В МЛТИ предложено принципиально новое корчевально-разделочное устройство с импульсным приводом [1], которое совмещает эти операции. Устройство состоит из ножевой головки, предназначенной для разделки пней на куски и обрезки боковых корней, несущего корпуса с домкратами для извлечения кусков пня из земли, импульсного гидропривода и молота. Принцип работы заключается в следующем. На пень сверху устанавливают ножевую головку, включают гидропривод, обеспечивающий возвратно-поступательное движение молота. Последний наносит серию ударов по ножевой головке, которая разрушает пень и разрезает корни, далее включают гидроцилиндры домкратов и извлекают головку вместе с пнем из земли. Затем устанавливают ножевую головку на второй пень, при его разрушении первый выталкивается из ножевой головки. Импульсное приложение силы способствует очистке пня от грунта.

Основные параметры устройства: диаметр контурного ножа, ход ножевой головки и ее масса, масса молота, энергия импульса и скорость молота в момент удара по ножевой головке.

С увеличением диаметра контурного ножа, с одной стороны, повышается выход осмола, с другой — возрастает масса устройства и всей машины. Очевидно, что диаметр контурного ножа необходимо выбирать для каждого региона страны в зависимости от законов распределения диаметров пней и с учетом допустимых потерь канифоли. В работе [4] показано, что масса древесины собственно пня составляет около 81 %, корней первого порядка приблизительно 19 %. Содержание канифоли в корневой шейке и надземной части равно 25,2 %, в корнях 9,4 %. Принимая общий процент канифоли в пне за 100, после несложных вычислений получаем, что в корнях ее содержится около 8 %. Так как при заготовке осмола извлекается только часть корней, находящихся внутри контурного ножа, и на расстоянии 30 см

от шейки доля смолистых веществ невелика, общие потери вследствие обрубки корней можно оценить в 4 %.

Потери канифоли при использовании корчевально-разделочной машины обусловлены также невозможностью заготавливать пни, диаметр которых больше диаметра контурного ножа. На рис. 1 приведены зависимости потерь осмола (канифоли) от диаметра контурного ножа для трех основных регионов страны. Графики построены с использованием данных, полученных авторами экспериментально в Иркутской области, а также материалы работы [2]. При этом принято, что максимальный диаметр среза вырубаемого пня на 100 мм меньше диаметра контурного ножа. Задаваясь уровнем потерь осмола вследствие оставления части пней на участке, можно определить диаметр контурного ножа.

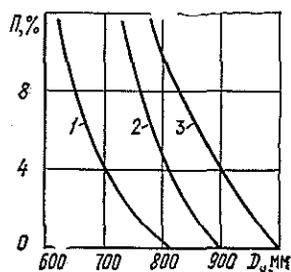


Рис. 1. Зависимость потерь осмола P от диаметра контурного ножа D_n : 1 — Север европейской части СССР; 2 — Красноярский край, 3 — Восточная Сибирь (Иркутская область)

Высота ножевой головки определяет максимальный ход, необходимый для разрубки надземной части пня, стержневого корня и обрезки боковых корней. В общем виде высота ножевой головки H равна сумме высот надземной части h_n , глубины расположения боковых корней h_k и длины стержневого корня h_c :

$$H = h_n + h_k + h_c. \quad (1)$$

По данным работы [3], высота надземной части пня не зависит от его диаметра и составляет 22...27 см для лесонасаждений Кировской и 17...25 см для Свердловской области. В последние годы наметилась тенденция к уменьшению этого показателя.

Боковые корни расположены под углом к горизонту, поэтому чем меньше диаметр пня относительно диаметра контурного ножа, тем глубже необходимо внедрить его режущие кромки:

$$h_k = \operatorname{tg} \alpha (D_n - d_{n \min}) / 2, \quad (2)$$

где D_n — диаметр контурного ножа;
 $d_{n \min}$ — минимальный диаметр пня, заготавливаемого на участке;
 α — угол наклона боковых корней.

Промышленная заготовка осмола ведется при диаметре пня не менее 26 см. За период достижения спелости пни меньшего диаметра, как правило, сгнивают, а в сохранившихся содержание смолистых веществ незначительно и их заготовка экономически невыгодна. Поэтому в расчетах можно принять $d_{n \min} = 26$ см.

Угол наклона 95 % боковых корней находится в пределах от 8 до 50° [3]. Принимая максимальное значение угла наклона 50°, получаем $\operatorname{tg} \alpha = 1,2$.

Как показали испытания экспериментального образца корчевально-разделочной машины, для гарантированной разрубки стержневого корня кромки радиальных ножей должны быть вынесены вниз относительно режущих кромок контурного ножа на 200...300 мм.

После расшифровки составляющих и подстановки их численных значений формула (1) принимает вид ($H, м$)

$$H = h_n + 0,6(D_n - 0,26) + 0,25. \quad (3)$$

Важнейшим параметром корчевально-разделочного устройства, определяющим производительность машины, является энергия импульса

$$E_n = A_y / (\eta n), \quad (4)$$

где A_y — суммарная работа разрубки пня;

η — коэффициент передачи энергии;

n — число импульсов (ударов), необходимое для разрубки пня.

Суммарная работа импульсной разрубки пня в грунте A_y , кДж, в зависимости от его диаметра d_n , см, найдена экспериментально и с достаточной точностью может быть рассчитана по формуле

$$A_y = 9,9d_n - 119, \quad (5)$$

При определении энергии импульса проектируемой машины в формулу (4) подставляют значение суммарной энергии, рассчитанное для среднего статистического диаметра пня (31, 32 и 39 см соответственно для Севера европейской части, Урала и Восточной Сибири).

Коэффициент передачи равен частному от деления значений кинетической энергии, оставшейся после взаимодействия двух твердых тел и до него. Этот показатель зависит от соотношения масс соударяющихся тел (в нашем случае ножа и молота) и коэффициента восстановления скорости. Согласно опытным данным, $\eta = 0,8 \dots 0,9$. При меньших значениях снижается эффективность удара, при больших существенно возрастает масса молота и всего устройства, что приводит к утяжелению манипулятора.

Число импульсов на разрубку одного пня находят по формуле

$$n = t_p / \Delta t, \quad (6)$$

где t_p — время, отводимое на разрубку одного пня;

Δt — промежуток времени между ударами молота.

Для достижения приемлемой производительности (на уровне машин АКП-1 и ЛП-52) t_p не должно превышать 60 с. Промежуток времени между ударами зависит от конструктивных особенностей импульсного устройства. По опытным данным авторов, для гравитационного молота $\Delta t \approx 5$ с.

Конструкторская проработка вариантов показала возможность изготовления ножевой головки массой $m_r = 130 \dots 140$ кг.

Для определения массы молота m_m используют график на рис. 2, составленный по зависимости (92) из работы [5]. Конкретное конструктивное исполнение ножевой головки и импульсного устройства предполагает, что $\eta \leq 0,8 \dots 0,9$.

Скорость молота к моменту удара V находят по формуле

$$E_n = m_m V^2 / 2. \quad (7)$$

Таким образом, корчевально-разделочные устройства для заготовки осмола на Севере европейской части страны должны иметь следующие параметры:

Диаметр контурного ножа	720 мм
Высота (полный ход) ножевой головки	780 мм
Масса ножевой головки	135 кг
Масса молота	600 кг
Энергия импульса	18 кДж
Скорость молота	7,7 м/с

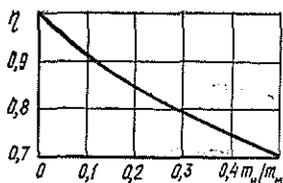


Рис. 2. Зависимость коэффициента передачи энергии η от относительной массы ножевой головки m/m_M

Аналогично могут быть определены параметры устройств для других регионов страны и различных конструктивных особенностей импульсного привода.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- [1]. А. с. 1183026 СССР, МКИ⁴ А 01 J 23/06. Устройство для корчевания и разделки пней / А. А. Андреев, А. И. Андреев-Твердов, М. И. Андрушков и др.— № 3591487/29—15; Заявлено 11.03.83; Оpubл. 07.10.85 // Открытия. Изобретения.— 1985.— № 37.— С. 6. [2]. Домин К. А., Шегельман И. Р., Карасев Е. П. Техника и технология механизированной заготовки пневого осмола.— М.: Лесн. пром-сть, 1983.— 119 с. [3]. Новоселов Ю. М. Механизация осмолазаготовок.— М.: Лесн. пром-сть, 1984.— 231 с. [4]. Санников Ю. Г., Горев Г. И., Смеленков А. А. Определение запасов пневой древесины по расчетной лесосеке соснового хозяйства // Лесохимия и подсочка: Экспресс-информация.— 1979.— Вып. 9.— С. 6—11. [5]. Тарг С. М. Краткий курс теоретической механики.— М.: Наука, 1974.— 478 с.

Поступила 19 сентября 1991 г.

МЕХАНИЧЕСКАЯ ОБРАБОТКА ДРЕВЕСИНЫ
И ДРЕВЕСИНОВЕДЕНИЕ

УДК 674.049.3

ОГНЕСТОЙКОСТЬ ДРЕВЕСНЫХ МАТЕРИАЛОВ,
ОБРАБОТАННЫХ ДИМЕТИЛФОСФИТОМЕ. Н. ПОКРОВСКАЯ, Ю. Л. МАКОВСКИЙ, В. И. СИДОРОВ,
И. М. ОСАДЧЕНКО

Московский инженерно-строительный институт

Проблема защиты древесных материалов от огня актуальна во всем мире. Известно множество веществ, способных увеличивать огнестойкость древесных материалов. Наиболее эффективными являются фосфорсодержащие соединения [5]. В СССР широко используются соли фосфорной кислоты, реже — ее эфиры. Составы на их основе, например антципирен I, вошли во все справочники по огнезащите древесных материалов.

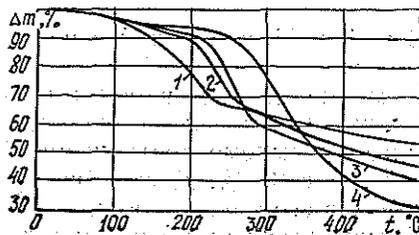
Производные фосфористой кислоты практически для этих целей не применяли. В настоящее время освоена технология производства эфиров фосфористой кислоты, в частности, простейшего из них, диметилфосфита ДМФ. Представляет интерес изучение их огнезащитных свойств.

ДМФ — бесцветная жидкость ($t_{\text{кип}} = 175^\circ\text{C}$, $t_{\text{всп}} = 102^\circ\text{C}$, $d^{20} = 1,19 \text{ г/см}^3$); растворима в воде, спирте и хлорированных углеводородах [3].

При термораспаде компонентов древесины в присутствии ДМФ усиливается дегидратация целлюлозы и лигнина, что способствует образованию промежуточных структур при карбонизации [4]. Установлено, что при термическом разложении древесины ДМФ выступает как активный замедлитель горения [1].

Изучение процесса пиролиза в присутствии ДМФ показало, что температура активного разложения уменьшается более чем на 50 % (рис. 1), а также снижается выход летучих и возрастает выход кокса (табл. 1). Обработка древесины растворами ДМФ приводит к гидролизу ее компонентов, понижающему долговечность древесных материалов.

Рис. 1. Зависимость массы древесины Δm от температуры t при термообработке продолжительностью 3 ч в присутствии различного количества ДМФ: 1—40,0; 2—10,0; 3—2,5; 4—0,0 %



В настоящее время наиболее эффективными считаются комплексные составы на основе одновременно кислых и основных агентов [2]. Для усиления огнезащитного действия фосфорсодержащих соединений

Таблица 1

Исследуемый образец	Температура, пиролиза, °С	Продолжительность, пиролиза, мин	Выход продуктов пиролиза, %			
			Легучие		Кокс	
			СН ₄	СО		
Древесина + 2,5 % ДМФ	400	5	5,22	17,00	27,10	
		15	9,60	23,21	26,00	
		30	10,11	24,20	24,10	
Древесина + 5,0 % ДМФ	500	15	13,14	24,80	16,92	
		400	15	7,92	21,80	29,70
		500	15	11,45	23,75	23,80
Древесина + 10,0 % ДМФ	400	30	15,18	28,91	20,10	
		5	3,51	14,00	32,10	
		15	7,04	18,68	31,10	
Древесина (исходная)	500	30	7,21	19,50	27,90	
		5	9,69	19,95	26,00	
		15	12,33	20,05	24,90	
Древесина (исходная)	400	30	14,90	26,84	23,70	
		5	13,00	36,24	17,10	
		15	17,10	40,85	15,80	
Древесина (исходная)	500	5	17,50	42,12	14,20	
		15	21,10	46,77	11,60	

используют азотсодержащие вещества [2, 6]. Возникающий при этом синергический эффект объясняется образованием полифосфорной кислоты и усилением процесса дегидратации при термическом разложении, усиливающее коксообразование [6]. Работы в этом направлении показали, что наибольшим дегидратирующим, а следовательно и коксообразующим свойством, обладают неорганические соединения фосфора [4]. Доступным фосфор-азотсодержащим реактивом является фосфат мочевины (ФМ) — фосфорнокислая соль диамида угольной кислоты. Введение ФМ в водный раствор ДМФ показало, что при пиролизе древесины в присутствии системы ДМФ : ФМ уменьшается выделение СО на 22 %, выход коксового остатка возрастает на 15 %.

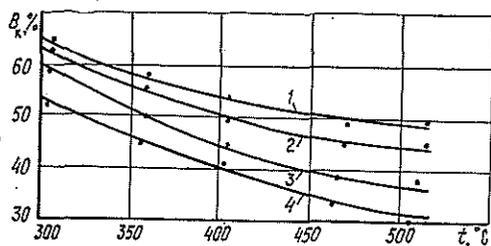


Рис. 2. Зависимость выхода кокса V_k от температуры при термообработке продолжительностью 3 ч в присутствии огнезащитного состава с соотношением ДМФ:ФМ: 1 — 1 : 0,65; 2 — 1 : 0,50; 3 — 1 : 0,30; 4 — 1 : 0,20

В работе [2] предпринята попытка вывести уравнение, включающее соотношение азота и фосфора в огнезащитном составе.

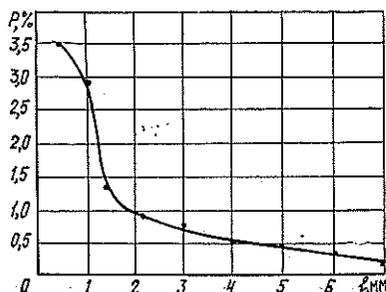
Нами по данным пиролитической газожидкостной хроматографии подобраны оптимальные соотношения ДМФ : ФМ. Как видно из рис. 2, наиболее приемлемо соотношение 1 : 0,65, при котором выход кокса возрастает на 20 %. Дальнейшее увеличение концентрации ФМ невозможно из-за его высаливания.

Полученные данные послужили основанием для разработки оригинального огнезащитного состава на основе ДМФ. Изучались физико-механические свойства древесины, обработанной этим составом.

Проникновение огнезащитного состава на основе ДМФ определяли по послойной концентрации фосфора Р методом фотоэлектрокало-

риметрии. Как показали исследования, состав проникает в древесину на глубину l до 7 мм (рис. 3).

Рис. 3. Зависимость содержания фосфора Р в древесине при термообработке от глубины проникновения l



Результаты испытаний обработанной древесины при некоторых видах напряженного состояния указывают на улучшение ее механических свойств. Например, предел прочности на сжатие вдоль волокон и предельное напряжение статического изгиба возрастают на 7,5 и 10,0 %.

Изучено влияние количества состава на огнестойкость древесины при поверхностном нанесении. Как видно из табл. 2, для перевода древесины в разряд трудногораемых материалов необходимо нанести 500...600 г состава на 1 м² поверхности.

По заключениям УПО МВД СССР и ЦНИИСК, огнезащитный состав на основе ДМФ переводит древесину в категорию трудногораемых материалов.

Таблица 2

Расход огнезащитного состава, г/м ²	Потеря массы при горении, %
100	21,2
200	14,4
300	10,5
500	8,6
600	8,4

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- [1]. Асеева Р. М., Заиков Г. Е. Горение полимерных материалов.—М.: Наука, 1981.—С. 166—188. [2]. Булгаков В. К., Кодолов В. И., Липанов А. М. Моделирование горения полимерных материалов.—М.: Химия, 1990.—С. 199. [3]. ГОСТ 12.1.007—76 (СТ СЭВ 2415—80). Вредные вещества. Классификация и общие требования безопасности. Введ. 01.01.77 до 01.01.96 // ССБТ.—М.: Изд-во стандартов, 1991.—С. 23. [4]. Домбург Т. Э., Добеле Г. В. Термокатализитические превращения целлюлозы и лигнина в присутствии фосфорной кислоты // Химия древесины.— 1988.—№ 3.—С. 97. [5]. Полимерные материалы повышенной горючести / Под ред. А. Н. Праведникова.—М.: Химия, 1986.—С. 67—69. [6]. Решетников С. М. Применение пластмасс в строительстве и городском хозяйстве: Тез. докл. 2-й респ. науч.-техн. конф. Ч. 2.—Харьков, 1987.—С. 83.

Поступила 11 марта 1991 г.

УДК 624.02 : [674.028.9 + 691.116]

РЕЗЕРВЫ ФОРМООБРАЗОВАНИЯ ДЕРЕВЯННЫХ КЛЕЕНЫХ КОНСТРУКЦИЙ В ПРОЦЕССЕ ИЗГОТОВЛЕНИЯ

Б. В. ЛАБУДИН, Е. Н. СЕРОВ, В. В. ЯКОВЛЕВ

Архангельский лесотехнический институт
Инженерно-строительный институт (г. Санкт-Петербург)
ДОЗ «Вельский»

Опыт массового изготовления деревянных клееных конструкций (ДКК) показал, что созданные мощности индустриальной базы исполь-

зуются далеко не полностью [5, 6]. Это обусловлено многими взаимосвязанными причинами. К ним относятся высокая стоимость ДКК, наличие «узких мест» в цепочках технологического потока специализированных предприятий, сравнительно ограниченная номенклатура несущих конструкций и др. [6, 9].

В последние годы появились такие типы ДКК, в которых не учтены принципы рационального использования прочностных и упругих свойств анизотропного материала — древесины. Примером могут служить конструкции с сопряжением клееных блоков на зубчатый шип под углом, нарезанный через все сечение. Анализ напряженного состояния таких соединений показал, что при возникновении в них запредельного состояния ресурс прочности древесины вдоль волокон используется на 15... 20 % [9]. В то время как при стыковке на зубчатый шип вдоль волокон прочность пиломатериалов, например 2-го сорта, может быть использована практически полностью. В последние пять лет номенклатура ДКК массового производства несколько сократилась из-за слабых темпов ее расширения, с одной стороны, и отмены конструкций с неудачными инженерными решениями, приводящими к несбалансированной прочности элементов, с другой.

Вместе с тем, потребность и целесообразность применения ДКК в народном хозяйстве с каждым годом увеличивается благодаря целому ряду их достоинств [1, 2, 9, 12], а также возрастающему дефициту стали, цемента, энергии, трудовых ресурсов и др. По зарубежным источникам расход энергии на единицу пилопродукции меньше, чем для получения цемента, пластмасс, стали и алюминия соответственно в 4, 6, 16 и 126 раз [13]. Это обязывает искать пути расширения номенклатуры ДКК, разрабатывая их на основе принципов рационального использования конструктивных свойств древесины, в частности анизотропии прочности. Естественно, новые типы клееных конструкций, наряду с соблюдением согласования полей действующих напряжений с полями сопротвления материала, должны в наибольшей степени использовать возможности имеющегося в цехах ДКК оборудования [9].

В настоящее время существующее оборудование позволяет выпускать конструкции практически любых форм и размеров, включая склеивание крупных блоков на зубчатый шип, нарезанный через все сечение ДКК [2, 8, 12]. К наиболее технологичным и недорогим относятся прямолинейные элементы, которые вытесняют многие гнуто-клееные конструкции и преобладают в общей номенклатуре изделий.

Самостоятельным направлением расширения компоновочных и объемно-планировочных решений зданий и сооружений считается получение исходных элементов основных несущих конструкций путем раскрытия заготовочных укрупненных прямолинейных и криволинейных блоков. В основу данного направления должны быть заложены принципы рациональной работы элементов ДКК в процессе эксплуатации с максимальным использованием ресурса прочности, а также снижения отходов при изготовлении.

При традиционном изготовлении двускатных балок в процессе формирования пакета и верхних наклонных граней образуется не только большое количество отходов, но и снижается качество запрессовки и, следовательно, уменьшается прочность и надежность ДКК. Поэтому вполне приемлемым является ранее предложенный нами способ изготовления таких элементов путем продольных наклонных и поперечных разрезов пакета [8].

Полученные готовые элементы несущих ДКК, позволяют компоновать поперечники одно-, двух- и многопролетных зданий, рациональным образом учитывая геометрию полученных элементов. При этом вертикальные зубчатошиповые соединения (ЗШС) необходимо располагать

согласно эпюрам внутренних усилий в зонах наименьших или нулевых значений изгибающих моментов (рис. 1).

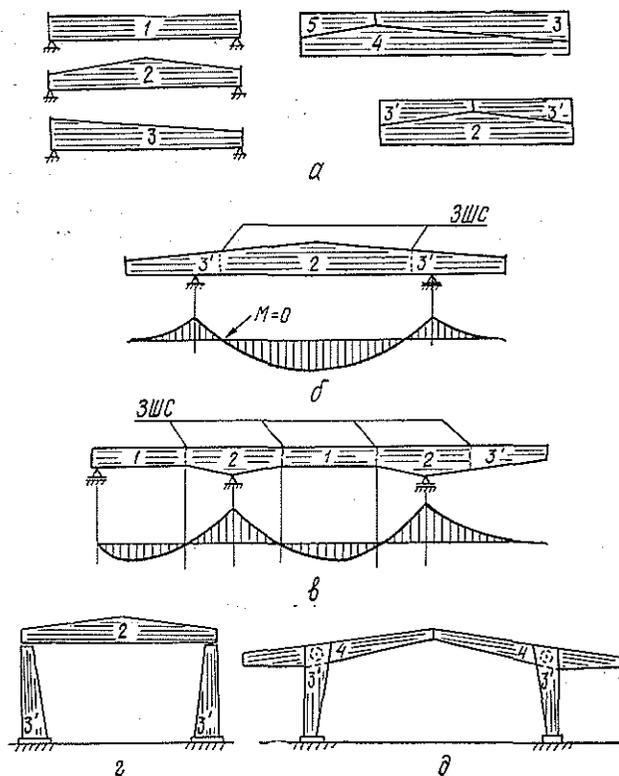


Рис. 1. Примеры формообразования плоскостных конструкций из унифицированных заготовочных блоков и прямолинейных элементов с помощью ЗШС: а — варианты раскрой; б, в — двухпролетная и двухпролетная клеодощатые балки (ригеля); г — поперечник стоечно-балочного каркаса; д — поперечник рамно-консольного каркаса

Предлагаемые методы раскрой дают возможность более полно загружать и использовать прессовое оборудование, имеющее ограничение по длине заготовочных блоков до 15 м (цеха ДКК второй очереди), так как после стыковки линейных элементов габариты изделия возрастут до 30 м. Для реализации нашего предложения нет необходимости увеличивать длину гидропрессов в 2 раза.

Вместе с тем возможности формообразования ДКК только из прямолинейных элементов пока невелики. Ряд конструкций неизбежно выходит за рамки соблюдения основного принципа конструирования. Несмотря на высокую материалоемкость, такие ДКК имеют низкие прочностные показатели. К ним относятся прежде всего конструкции ломаного очертания с сопряжением элементов под углом. Соблюдение же принципа согласования предполагает обеспечение ориентации основных усилий вдоль волокон древесины, т. е. при сопряжении элементов под углом целесообразно использовать гнуто-клееные детали или крупные блоки [8, 9]. Тогда не только в любом поперечном сечении, но и в ЗШС напряжения будут передаваться вдоль волокон. Следовательно, одним из резервов формообразования различных ДКК в процессе изготовления является сочетание прямолинейных элементов с

криволинейными участками, что позволяет наиболее рационально использовать анизотропию механических свойств древесины. При этом гнуто-клееные детали или блоки, вставляемые в наиболее напряженные зоны ДКК, склеивают из слоев древесины повышенного качества. Кроме того, при малой длине заготовки пакет набирают из цельных слоев (без ослабления зубчатыми стыками).

Метод сопряжения унифицированных прямолинейных блоков с гнуто-клееными существенно расширяет возможности формообразования ДКК. Это могут быть балки различной конфигурации, рамные, арочные конструкции и др. (рис. 2). Таким образом, сочетание прямолинейных элементов с помощью гнуто-клееных деталей или блоков расширяет границы компоновочных решений поперечников зданий и сооружений, а также делает разнообразными как интерьер, так и экстерьер проектируемых объектов.

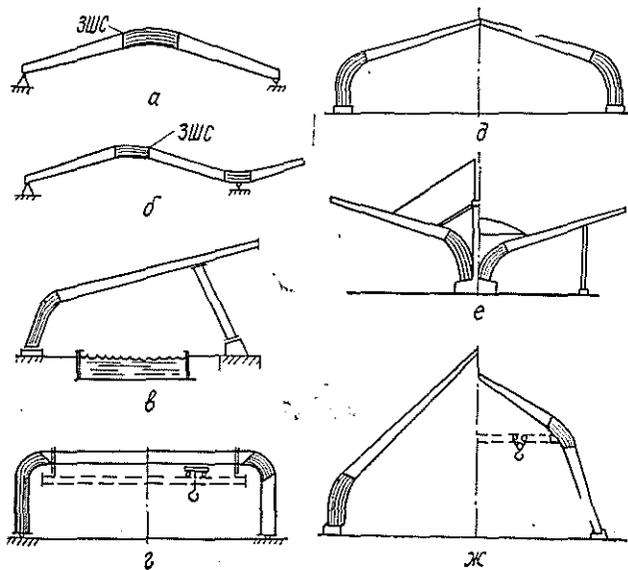


Рис. 2. Примеры формообразования плоскостных клеодошчатых конструкций с использованием гнуто-клееных деталей и блоков при стыковании на зубчатый шип вдоль волокон по всей высоте поперечного сечения: а, б — балки; в, г, д, е — рамы; ж — арки.

Обсуждение использования современных типовых элементов ДКК в пространственных системах содержится в работе [3]. Реализация этих идей в ряде объектов [3, 10, 11] выявила не только положительные, но и отрицательные стороны, обусловленные прежде всего недооценкой формообразующих факторов материала, а также конструктивных решений. При этом допускалось резкое ослабление поперечных сечений элементов ДКК или непосредственное стыкование прямолинейных элементов под углом на зубчатый шип, нарезанный через все сечение. Указанные тенденции стимулировали активное развитие и внедрение наклонных клеештыревых металлических связей [11].

Одновременно, при использовании типовых ДКК не всегда учитывали пространственную работу сооружений и действительный характер работы узлов и соединений. Вследствие этого конструкции некоторых возведенных зданий имеют значительные запасы прочности, что ведет к перерасходу дефицитных пиломатериалов и клея. Так, по нашим данным и результатам других исследований [7, 10], учет только про-

странственной работы в ребристо-кольцевых куполах позволяет уменьшить материалоемкость основных несущих ребер на 25...40 %.

Особо следует сказать о некотором терминологическом соответствии при описании рассматриваемых конструкций. Так, в отдельных работах к классу оболочечных конструкций отнесены не совсем правильно, на наш взгляд, ребристые системы, в которых несущую функцию выполняют типовые арочные элементы, работающие на сжатие с изгибом и воспринимающие в основном нагрузки от внешних воздействий (высота ребер составляет $1/40 \dots 1/60$ пролета). Однако при этом отмечается весьма серьезное их преимущество за счет включения в работу ограждающего настила из досок или панелей [10]. Таким образом, преодоление статического и конструктивного противоречий между ребристой и тонкостенной пространственной системой определяет правильность выбора расчетной схемы, а также ее соответствие конструктивному решению, когда учитываются свойства материала с резко выраженными анизотропными характеристиками, в том числе и упругая податливость соединений.

На наш взгляд, совсем неудачны конструктивные решения, в которых осуществляется сопряжение пространственно расположенных элементов с ослаблением на половину высоты поперечного сечения. Это приводит к существенной концентрации напряжений в зоне стыков, перерасходу материала, снижению надежности из-за грубой формализации расчетных схем и неопределенности работы конструкций под нагрузкой.

Предлагаемые выше принципы раскроя клеодощатых блоков на требуемые элементы позволяют расширить формообразующие возможности не только плоскостных, но и пространственных конструкций типа шатров и куполов ребристо-кольцевой структуры, а также кружально-сетчатых сводов с учетом их напряженно-деформированного состояния (рис. 3). Например, меридиональные элементы (ребра) переменного

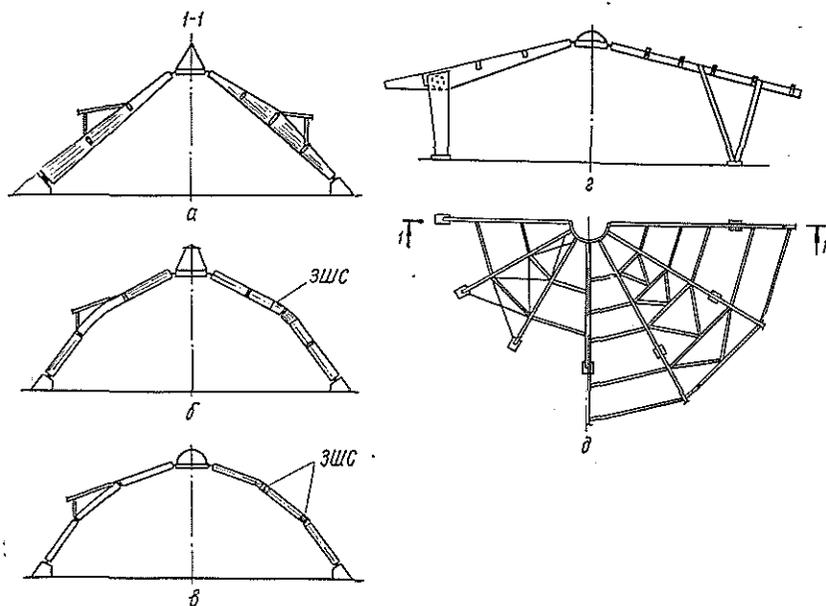


Рис. 3. Примеры формообразования пространственных систем из ДКК с использованием прямолинейных и гнуто-клееных блоков, а также сопряжения посредством ЗШС: а — шатер, б, в — купола; г — рамно-шатровая система; д — план покрытий а, б, в г

сечения с наклонными гранями в виде одно- и двускатных элементов устанавливаются так, чтобы наибольшие поперечные сечения находились в зонах максимальных значений изгибающих моментов вблизи опор на контуре. Гнуто-клееные и прямолинейные с криволинейными вставками меридиональные элементы имеют определенные преимущества перед приведенными выше за счет изломов и «вспарушности»: увеличивается объем внутреннего пространства, снижаются расчетные усилия и др. Кроме того, на продолжении граней целесообразно устраивать не только зенитные, но и боковые фонари естественного освещения без дополнительных изломов кровли, что следует учитывать при эксплуатации деревянных сооружений в условиях Севера и Северо-Запада.

Переломы осей в меридиональных элементах ДКК на участках с криволинейными вставками можно использовать и для сопряжений с кольцевыми элементами, т. к. материал вставок из тонких или шпола является более прочным, чем на прямолинейных участках [9]. Одновременно в зонах присоединения колец к ребрам узловое соединение можно выполнить таким образом, чтобы с помощью связей воспринимались бы и растягивающие поперечные напряжения, весьма опасные для клееной древесины. Это замечание справедливо также и для плоскостных конструкций из клееной древесины.

На основании сказанного можно рекомендовать следующее:

1. В целях повышения надежности и долговечности зданий и сооружений, а также применения рациональных технических решений с наименьшей материалоемкостью основных несущих и ограждающих конструкций необходимо на стадии проектирования как плоскостных, так и пространственных систем из ДКК учитывать взаимосвязь конструктивно-технологических принципов изготовления со статико-геометрическими параметрами инженерного расчета, исходя из условий их эксплуатации.

2. Для организации поточного производства ДКК по расширенной номенклатуре с применением гнуто-клееных деталей рекомендуется использовать простаивающее технологическое оборудование (шипорезные станки и др.), а также дооснастить производство модернизированными прессами угловой вязки для сопряжения прямолинейных и криволинейных элементов.

3. Необходимо расширить теоретические и экспериментальные исследования пространственных систем на основе ДКК с учетом реальных физико-механических свойств материала, статико-геометрических параметров конструкций и узловых соединений, а также нагрузок.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- [1]. Карлсен Г. Г. Пути повышения эффективности конструкционного использования древесины в строительстве и основные задачи совещания // Всесоюз. совещ. «Повышение эффективности конструкционного использования древесины в строительстве». — М.: Стройиздат, 1968. — С. 5—13. [2]. Ковальчук Л. М. Производство деревянных клееных конструкций. — М.: Лесн. пром-сть, 1979. — 216 с. [3]. Ковальчук Л. М., Турковский С. Б. Деревянные конструкции из стандартных элементов / Расширение применения деревянных клееных конструкций // Матер. Всесоюз. науч.-практ. конф. — М.: ЦНИИСК, 1983. — С. 103—110. [4]. Лабудин Б. В. Конструирование и расчет современных пространственных ДКК // Перекрестные балки и купола: Учеб. пособие. — Л.: ЛТА, 1984. — 64 с. [5]. Промышленность СССР. Статистический сборник / Госкомстат СССР. — М.: Финансы и статистика, 1988. — 286 с. [6]. Разработка путей повышения эффективности производства и применения деревянных клееных конструкций: Отчет о НИР / ЛИСИ; Руководитель Н. И. Барановская. — № ГР 01880011123. — Л., 1988. — 180 с. [7]. Светозарова Е. И., Орлович Р. Б., Турков А. В. Особенности работы ребристо-кольцевых куполов из деревянных клееных элементов // Стр-во и архит. — 1990. — № 4. С. 20—25. (Изв. высш. учеб. заведений). [8]. Светозарова Е. И., Серов Е. Н., Лабудин Б. В. Некоторые вопросы совершенствования клееных деревянных конструкций в процессе изготовления // Лесн. журн. — 1985. — № 2. — С. 65—68. (Изв. высш. учеб. заведений). [9]. Серов Е. Н. Рациональное использование анизотропии прочности

материалов в клееных деревянных конструкциях массового изготовления: Дис. ... докт. техн. наук.—Л., 1988.—521 с. [10]. Слицкоухов Ю. В., Пятикрестовский К. П. Исследование пространственных деревянных конструкций с целью снижения материалоемкости // Исследование прочности и эффективности современных конструкций из древесины и пластмасс: Сб. тр. / МИСИ.—1987.—С. 150—164. [11]. Турковский С. Б., Курганский В. Г., Почерняев Б. Г. Опыт применения клееных деревянных конструкций в Московской области // НТО Стройиндустрии СССР.—М.: Стройиздат, 1987.—Вып. 1.—48 с.; Вып. 2.—56 с. [12]. Хрулев В. М. Производство конструкций из дерева и пластмасс.—М.: Высш. шк., 1989.—239 с. [13]. La construction moderne en bois: evolution des forms, des produits et des techniques // Journal de la construction de la suisse romande.—1980.—N 15.—P. 16—18.

Поступила 19 августа 1991 г.

УДК 674.093.26.06.001.4

ВЛИЯНИЕ СХЕМЫ НАГРУЖЕНИЯ НА ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ПРОЧНОСТИ ФАНЕРНЫХ ОБРАЗЦОВ

Л. М. КОВАЛЬЧУК, О. В. ГУРИН

ЦНИИСК

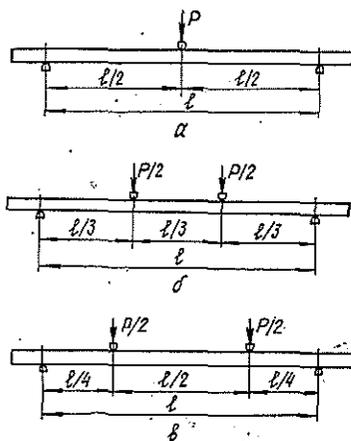
Ранее [2] нами была установлена принципиальная возможность оценки и прогнозирования прочности древесины и древесных плит по данным суммарного счета акустической эмиссии (АЭ) при нагружении образцов до определенной контрольной величины, при которой не наблюдается каких-либо существенных изменений в структуре материала. Исследования выявили, что в каждом конкретном случае требуется применение определенной схемы испытаний и назначение величины контрольной нагрузки.

В данной статье рассмотрен вопрос о выборе схемы испытаний для прогнозирования прочности образцов фанеры.

Исследования проводили на образцах фанеры ФСФ по ГОСТ 3916.1—89. Размер образцов 75×250 мм, их толщина 8 мм. Образцы испытывали в рычажном прессе на поперечный изгиб с приложением ступенчатой нагрузки по 0,12 кН и выдержкой на каждой ступени в течение 1...2 мин для снятия показаний приборов. Суммарный счет АЭ измеряли акустико-эмиссионным прибором АФ-15 с помощью пьезодатчика, установленного на верхней плоскости образца. Кратность испытаний—10 образцов на одну точку*.

Для проведения опытов приняты три схемы приложения нагрузки, представленные на рис. 1.

Рис. 1. Схемы приложения нагрузки: а—одноточечная в середине пролета (I); б—двухточечная в третях пролета (II); в—двухточечная в четвертях пролета (III)



* Испытания проводили Л. А. Кайма и Н. В. Носова.

Нами установлено, что прочность испытываемых образцов зависит от схемы приложения нагрузки [1]. Это подтверждается опытными результатами, приведенными в таблице.

Схема нагружения	Разрушающая нагрузка, кН	Среднее квадратичное отклонение, кН	Коэффициент вариации, %	Средняя ошибка средней разрушающей нагрузки, кН	Относительная точность средней ошибки при доверительной вероятности 0,95, %
I	$\frac{1,77}{1,60 \dots 1,96}$	0,10	5,7	0,03	4,1
II	$\frac{2,42}{1,72 \dots 3,54}$	0,50	20,7	0,16	14,7
III	$\frac{2,84}{1,72 \dots 3,92}$	0,58	20,4	0,18	14,5

Среднее квадратичное отклонение, характеризующее среднюю изменчивость прочности, увеличивается от 0,10 кН (I схема) до 0,58 кН (III схема), а коэффициент вариации — от 5,7 до 20,4 %. Предельные значения прогибов при разных схемах нагружения существенно не отличаются и составляют около 12 мм.

Таким образом, двухточечная схема нагружения в третях и четвертях пролета позволяет включать в активную работу значительно больший объем материала и тем самым полнее выявлять его физические возможности.

На рис. 2 показано изменение суммарного счета АЭ при испытании наиболее слабого (первого) и наиболее прочного (второго) образцов. Из графиков следует, что для II и III схем разница в величине суммарного счета АЭ при одних и тех же относительных нагрузках для первого и второго образцов значительно больше, чем в I схеме. Это дает возможность по величине суммарного счета АЭ при некоторой контрольной нагрузке P_k более точно дифференцировать образцы по прочности.

Если принять $P_k = 0,4 P_{р.ср}$, то при нагружении по I схеме разница между суммарным счетом АЭ для первого и второго образцов невелика, поэтому разделить образцы разной прочности по данному показателю затруднительно. Дальнейшее увеличение P_k усложняет контроль и может привести к появлению процессов активного разрушения в исследуемом материале. В то же время при II и, особенно, III схемах нагружения разница в суммарном счете АЭ у первого и второго

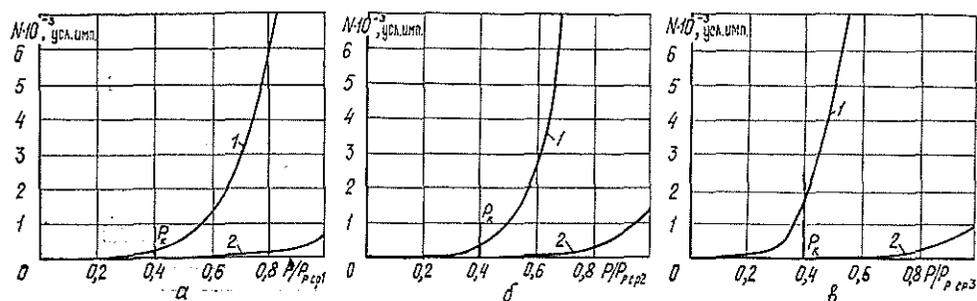


Рис. 2. Зависимость между суммарным счетом АЭ N и относительной нагрузкой $P/P_{р.ср}$ при испытании первого (кривая 1) и второго (кривая 2) образцов по I (а), II (б) и III (в) схемам нагружения

образцов достаточно велика, что позволяет легко разделить их по прочности.

Полученные результаты можно объяснить следующим образом. При одноточечном нагружении (I схема) наибольшие напряжения возникают в месте приложения нагрузки в узком локализованном объеме материала. Наличие в этой зоне дефектов сразу же проявляется повышением уровня АЭ и снижением прочности образца. Если же дефекты находятся вне этой зоны, то они не «имеют возможности» в должной мере проявить себя и не оказывают определяющего влияния на прочность образца, оставаясь в стороне от процесса разрушения. Не проявляется при этом в необходимой степени и АЭ, а выявленная прочность материала является условной, полностью не раскрытой.

При двухточечном нагружении (II и III схемы) в соответствии с известной эпюрой изгибающих моментов значительно большая часть материала испытывает максимальные напряжения, область активной работы материала существенно расширяется. Соответственно все дефекты, оказывающиеся в этой области, стимулируют образование зон повышенных концентраций напряжений и по достижении ими критических для данного материала значений происходит интенсивное образование повреждений (трещин, разрывов и т. п.), что и фиксируется АЭ. В этом случае полнее выявляются свойства испытываемого материала, в частности его прочность.

Исходя из сказанного, для более объективной оценки прочности при испытании образцов из листов фанеры следует производить нагружение ближе к опорам двумя силами до контрольной нагрузки $0,3 \dots 0,4 P_{p_{сн}}$, при которой по величине суммарного счета АЭ могут быть выявлены прочностные свойства фанеры.

Как следует из результатов экспериментов, разница в прочности образцов, вырезанных из одного листа фанеры, довольно значительна. Таким образом, метод АЭ позволяет прогнозировать качество фанеры более полно и объективно по сравнению с выборочными разрушающими методами контроля, которые дают весьма условное представление о физико-механических свойствах материала.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- [1]. Ковальчук Л. М. и др. Прочность ДКК при серийном их изготовлении // Стр-во и архит.—1978.—№ 12.—С. 8—12.—(Изв. высш. учеб. заведений). [2]. Ковальчук С. Л. Использование метода акустической эмиссии в деревообработке // Новые исследования в области технологии изготовления деревянных конструкций: Сб. науч. тр. / ЦНИИСК.—М., 1988.—С. 162—170.

Поступила 14 марта 1991 г.

УДК 674.093.26.65.11.56

СРАВНИТЕЛЬНАЯ ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ МНОГОПАРАМЕТРИЧЕСКИХ СИСТЕМ В ДЕРЕВООБРАБАТЫВАЮЩЕЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

Ю. Н. СТРИЖЕВ, В. С. СОЛОВЬЕВ

Институт текстильной и легкой промышленности (г. Санкт-Петербург)
МПК «Атлант»

При исследовании и проектировании деревообрабатывающего оборудования возникают проблемы из-за отсутствия достоверной информации об объекте. Разрешают их различными способами. Рассмотрим один из способов решения задачи сравнительной оценки эффективности

многопараметрических систем. Например, с применением дополнительного экстремального условия получения априорного распределения вероятностей состояния среды в подобной информационной ситуации. В качестве критерия может быть выбран принцип максимума неопределенности, основанный на рассмотрении энтропии Шеннона [4].

Предположим, что существует n сравниваемых образцов оборудования одного типа. Каждому образцу A_i поставлено в соответствие множество характеризующих его показателей $\{X\}$. Выделим гипотетический эталонный образец, которому отвечает оптимальная совокупность показателей $\{X_0\}$.

Допустим, имеется объективный обобщенный критерий оценки эффективности образца. Значимость j -го показателя при формировании обобщенного критерия в общем случае неизвестна, так как превалирующее значение может иметь любой из показателей.

С учетом объективно существующей неопределенности в оценке влияния каждого конкретного показателя на величину обобщенного критерия требуется определить его вид и численное значение.

Введем относительные показатели

$$\text{или} \quad \begin{aligned} r_{ij} &= X_{ij}/X_{0j} \text{ при } X_{0j} > X_{ij} \\ r_{ij} &= X_{0j}/X_{ij} \text{ при } X_{0j} < X_{ij}, \end{aligned} \quad (1)$$

отражающие относительный уровень j -го показателя i -го образца X_{ij} по сравнению с эталонным. Рассчитаем их, исходя из условия

$$\forall r_{ij} = \frac{X_{ij}}{X_{0j}} \vee \frac{X_{0j}}{X_{ij}} \Rightarrow r_{ij} \leq 1; \quad i = \overline{1, n}; \quad j = \overline{1, m}. \quad (2)$$

Очевидно, что обобщенный критерий должен представлять монотонно возрастающую функцию безразмерных относительных показателей.

Допустим, что существует объективная система оценки каждого показателя p_j . Так как $\sum_{j=1}^m p_j = 1$, то в этом случае допустима вероятностная интерпретация.

Одним из обобщенных показателей эффективности является коэффициент соизмеренности образца, для нахождения которого применим принцип потенциального распределения вероятностей, постулирующий использование критерия Байеса [3]:

$$k_i = \sum_{j=1}^m \overset{*}{p}_j r_{ij}, \quad (3)$$

где $\overset{*}{p}_j$ — оценка объективно существующей вероятности p_j состояния среды (потенциальный вектор вероятности).

В соответствии с известным принципом максимума неопределенности наименее смещенную оценку вероятностей (энтропию) можно получить в результате решения задачи на условный экстремум [1] с дополнительным ограничением

$$\max_{\overset{*}{p}_j \in D} f(\overset{*}{p}_j) = - \sum_{j=1}^m \overset{*}{p}_j \ln \overset{*}{p}_j, \quad (4)$$

где $f(\overset{*}{p}_j)$ — непрерывная действительная функция m действительных переменных;

D — множество допустимых планов, удовлетворяющих со-

вокупности условий $g_k(\overset{*}{p}_j)$, $k = \overline{1, l}$, $l = 2$,

$$D = \left\{ \overset{*}{p}_j \in E^m \mid g_1(\overset{*}{p}_j) = \sum_{j=1}^m \overset{*}{p}_j - 1 = 0, \quad g_2(\overset{*}{p}_j) = \overset{*}{p}_j \sum_{i=1}^n r_{ij} - C = 0 \right\};$$

E^m — m -мерное евклидово пространство;
 C — неизвестная постоянная.

Сведем условно-экстремальную задачу (4) к задаче поиска безусловного экстремума:

$$\begin{aligned} \max_{\overset{*}{p}_j \in E^{m+k}} \varphi(\overset{*}{p}_j) &= f(\overset{*}{p}_j) + \sum_{k=1}^l \lambda_k g_k(\overset{*}{p}_j) = \\ &= - \sum_{j=1}^m \overset{*}{p}_j \ln \overset{*}{p}_j + \lambda_1 \left(\sum_{j=1}^m \overset{*}{p}_j - 1 \right) + \lambda_2 \left(\overset{*}{p}_j \sum_{i=1}^n r_{ij} - C \right), \end{aligned}$$

где λ_k — множители Лагранжа [2].

Возьмем частные производные функции $\varphi(\overset{*}{p}_j)$ по $\overset{*}{p}_j$ и λ_k и приравняем их к нулю:

$$\frac{\partial \varphi(\overset{*}{p}_j)}{\partial \overset{*}{p}_j} = - \ln \overset{*}{p}_j - 1 + \lambda_1 + \lambda_2 \sum_{i=1}^n r_{ij} = 0; \quad (5)$$

$$\frac{\partial \varphi(\overset{*}{p}_j)}{\partial \lambda_1} = \sum_{j=1}^m \overset{*}{p}_j - 1 = 0; \quad (6)$$

$$\frac{\partial \varphi(\overset{*}{p}_j)}{\partial \lambda_2} = \overset{*}{p}_j \sum_{i=1}^n r_{ij} - C = 0. \quad (7)$$

Итак, имеем систему $m+k$ уравнений с $m+k$ неизвестными. Из выражения (5) следует

$$\overset{*}{p}_j = \exp \left(\lambda_1 + \lambda_2 \sum_{i=1}^n r_{ij} - 1 \right). \quad (8)$$

Подставляя (8) в уравнение (7), получаем

$$\begin{aligned} \sum_{i=1}^n r_{ij} \exp \left(\lambda_1 + \lambda_2 \sum_{i=1}^n r_{ij} - 1 \right) &= r_{i,j+1} \exp \left(\lambda_1 + \right. \\ &\left. + \lambda_2 \sum_{i=1}^n r_{i,j+1} - 1 \right) = C, \end{aligned} \quad (9)$$

откуда после логарифмирования и преобразований находим

$$\lambda_1 = \ln C - \ln \sum_{i=1}^n r_{ij} - \frac{\sum_{i=1}^n r_{ij} \left(\ln \sum_{i=1}^n r_{i,j+1} - \ln \sum_{i=1}^n r_{ij} \right)}{\sum_{i=1}^n r_{ij} - \sum_{i=1}^n r_{i,j+1}}; \quad (10)$$

$$\lambda_2 = \left(\ln \sum_{i=1}^n r_{i,j+1} - \ln \sum_{i=1}^n r_{ij} \right) / \left(\sum_{i=1}^n r_{ij} - \sum_{i=1}^n r_{i,j+1} \right). \quad (11)$$

Имея значения множителей Лагранжа (10), (11) и выражение (8), определяем промежуточное значение потенциального вектора вероятности:

$$\overset{*}{p}_j = C / \sum_{i=1}^n r_{ij}.$$

Подставляя значение P_j^* в уравнение (6), находим неизвестную постоянную C , позволяющую вывести окончательную формулу для расчета оценки P_j :

$$P_j = \frac{\left[\sum_{i=1}^n \frac{1}{r_{ij}} \right]}{\left[\sum_{j=1}^m \frac{1}{\sum_{i=1}^n r_{ij}} \right]} \quad (12)$$

Модель поведения среды получаем путем дифференцирования уравнения (7):

Таблица 1

Показатели	A ₁	A ₂	A ₃	A ₄	A ₅	A ₆
Наибольшие размеры чурака, мм:						
длина	1 700	1 650	1 650	1 650	1 680	1 600
диаметр	700	700	750	750	800	850
Длина ножа, мм	1 750	1 700	1 700	1 680	1 680	1 660
Диаметры кулачка, мм:						
наружный	110	110	110	110	125	125
внутренний	65	65	65	65	75	65
Частота вращения шпинделей, с ⁻¹	3,7	3,9	3,7	5,0	4,3	5,0
Установленная мощность, кВт	35,2	57,7	39,5	39,5	42,8	32,5
Габарит станка, мм:						
длина	6 250	5 900	6 400	6 400	6 750	6 200
ширина	3 060	3 400	1 850	1 850	2 780	2 950
высота	2 750	2 150	1 810	1 810	2 215	2 100
Масса станка, кг	11 150	12 150	11 200	11 200	12 670	10 570
Производительность станка, м ³ /ч	3,8	4,2	4,2	4,4	4,6	4,3
Расход электроэнергии, кВт · ч/м ³	10,0	12,3	8,5	8,2	11,2	9,8
» сжатого воздуха, м ³ /м ³	0,52	0,46	0,39	0,39	0,44	0,50
Трудозатраты, чел. · ч/м ³	0,26	0,24	0,24	0,23	0,20	0,23

$$\begin{aligned}
 p_j^* \sum_{i=1}^n r_{ij} &= \text{const}; \\
 dp_j^* \sum_{i=1}^n r_{ij} + p_j^* d \sum_{i=1}^n r_{ij} &= 0; \\
 \frac{dp_j^*}{p_j^*} &= - \frac{d \sum_{i=1}^n r_{ij}}{\sum_{i=1}^n r_{ij}}.
 \end{aligned}$$

Из этого выражения следует, что относительное приращение значимости j -го показателя образца p_j^* пропорционально относительному приращению r_{ij} самого этого показателя X_{ij} по всей совокупности рассматриваемых образцов.

Благодаря введению экстремальной задачи (4) функционального ограничения, появляется возможность перехода от заданных характеристик сравниваемых систем к обобщенному показателю — критерию Байеса, однозначно характеризующему каждый из образцов на основе разработанного нами алгоритма (1), (12) и (3).

В качестве примера реализации предлагаемого способа сравнительной оценки эффективности многопараметрических систем рассмотрен выбор наилучшего лущильного станка из шести представленных моделей: ЛУ 17-4 (A_1); ЛУ 17-10 (A_2); 2HV-66 (A_3); 3VKKT 66/L65 (A_4); 4VKKT 66 (A_5); S2P1650 (A_6).

В табл. 1 приведены технико-экономические характеристики лущильных станков, а в табл. 2, 3 — расчеты относительных параметров и коэффициентов соизмеримости.

Таблица 2

Относительные показатели	A_1	A_2	A_3	A_4	A_5	A_6
r_{1i}	1,000	0,970	0,970	0,970	0,988	0,941
r_{2i}	1,000	0,971	0,971	0,960	0,960	0,948
r_{3i}	0,823	0,823	0,882	0,882	0,941	1,000
r_{4i}	0,880	0,880	0,880	0,880	1,000	1,000
r_{5i}	1,000	1,000	1,000	1,000	0,867	1,000
r_{6i}	0,740	0,780	0,740	1,000	0,860	1,000
r_{7i}	0,923	0,563	0,823	0,823	0,759	1,000
r_{8i}	0,944	1,000	0,922	0,922	0,874	0,952
r_{9i}	0,605	0,544	1,000	1,000	0,665	0,627
r_{10i}	0,658	0,842	1,000	1,000	0,817	0,862
r_{11i}	0,948	0,870	0,944	0,944	0,834	1,000
r_{12i}	0,826	0,913	0,913	0,948	1,000	0,935
r_{13i}	0,820	0,667	0,965	1,000	0,732	0,837
r_{14i}	0,750	0,848	1,000	1,000	0,886	0,780
r_{15i}	0,769	0,833	0,833	0,869	1,000	0,862

Из табличных данных следует, что наибольшее значение k_i имеет лущильный станок модели 3VKKT66/L65 фирмы «Raute» (Финляндия), следовательно, по всей совокупности показателей он является наилучшим.

Таблица 3

Коэффициенты соизмеримости	A_1	A_2	A_3	A_4	A_5	A_6
* p_1^r 1i	0,056	0,060	0,060	0,060	0,059	0,056
* p_2^r 2i	0,056	0,060	0,060	0,060	0,060	0,060
* p_3^r 3i	0,055	0,055	0,059	0,059	0,063	0,067
* p_4^r 4i	0,062	0,062	0,062	0,062	0,055	0,055
* p_5^r 5i	0,061	0,061	0,061	0,061	0,053	0,061
* p_6^r 6i	0,051	0,055	0,051	0,070	0,060	0,070
* p_7^r 7i	0,067	0,041	0,060	0,060	0,055	0,073
* p_8^r 8i	0,060	0,064	0,059	0,059	0,056	0,060
* p_9^r 9i	0,049	0,044	0,080	0,080	0,053	0,050
* p_{10}^r 10i	0,045	0,058	0,069	0,069	0,056	0,059
* p_{11}^r 11i	0,062	0,057	0,062	0,062	0,055	0,059
* p_{12}^r 12i	0,053	0,059	0,059	0,061	0,064	0,060
* p_{13}^r 13i	0,058	0,047	0,069	0,071	0,052	0,059
* p_{14}^r 14i	0,051	0,057	0,068	0,068	0,060	0,053
* p_{15}^r 15i	0,053	0,058	0,058	0,060	0,069	0,060
k_i	0,844	0,837	0,935	0,962	0,871	0,904

Выводы

Ввиду полной формализации вычислительного процесса рассмотренный способ весьма прост для применения на практике. Влияние различных показателей на эффективность сравниваемых образцов (систем) практически сведено к одному обобщенному критерию, что позволяет принимать обоснованное однозначное решение, а по величине оценки объективно существующей вероятности судить о мере значимости каждого показателя.

Притом, в отличие от таких сравнительных методов, как например метод экспертных оценок, он является объективным.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- [1]. Диксон Дж. Проектирование систем: изобретательство, анализ и принятие решений.—М.: Мир, 1969.—440 с. [2]. Лихтенштейн В. Дискретность и случайность в экономико-математических задачах.—М.: Наука, 1973.—375 с. [3]. Трухаев Р. И. Модели принятия решений в условиях неопределенности.—М.: Наука, 1981.—280 с. [4]. Siddall I. N., Badawy A. Use in Probabilistic Design of the Maximum Entropy Distribution Based on Ranked Data // Journal of Mechanical Design.—1980.—N 3.—P. 460—468.

Поступила 28 июня 1991 г.

УДК 674.815-41

АВТОМАТИЗАЦИЯ СМЫКАНИЯ ПРЕССОВ ДЛЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ДРЕВЕСНЫХ ПЛИТ

С. М. ПЛОТНИКОВ

Сибирский технологический институт

В процессе изготовления древесных плит при быстром смыкании пресса из межплитного пространства в течение 3...10 с выходит до 3 м³ воздуха, который разрушает верхнюю мелкоструктурную поверхность стружечного пакета.

При производстве древесностружечных плит с мелкоструктурной поверхностью на оборудовании фирмы «Siempelkamp» процесс сближения прессующих поверхностей осуществляется в две стадии. Одна из них происходит при быстром сближении плит в начальный период смыкания, когда просвет между прессующей плитой и верхними слоями стружечного пакета велик, другая — при медленном сближении и малом просвете [5]. Переход с 1-й на 2-ю стадию осуществляется автоматически тем раньше, чем толще исходный стружечный пакет. Однако в конце каждой стадии смыкания скорость выдуваемого из межплитного пространства воздуха может превышать допустимые значения, что приводит к увеличению продолжительности смыкания пресса.

Для ограничения скорости выдувания воздуха из межплитного пространства при интенсивном смыкании пресса необходимо сближать плиты по экспоненциальному закону [4]:

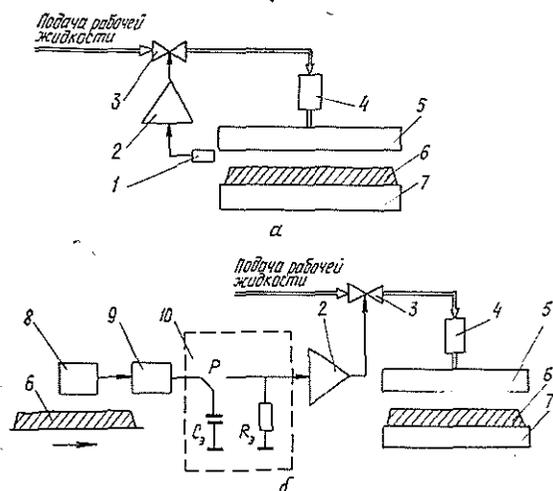
$$V_y(t) = 3,72 V_{c. доп} e^{-\frac{V_x доп t}{B}}, \quad (1)$$

где V_y — скорость перемещения подвижной плиты;
 $V_{c. доп}$ — допустимая скорость перемещения подвижной плиты в момент ее соприкосновения с поверхностью стружечного пакета (скорость схлапывания);
 $V_x доп$ — допустимая скорость выдувания воздуха;
 t — продолжительность смыкания пресса;
 B — ширина прессующих плит.

Реализовать закон смыкания пресса, близкий к экспоненциальному, можно, основываясь на следующих принципах. Первый из них — введение отрицательной обратной связи между скоростью сближения плит и величиной воздушного потока, выходящего из межплитного пространства [3]. При этом не требуется специальное устройство для контроля толщины исходных стружечных пакетов.

Структурная схема автоматической системы смыкания пресса, основанная на этом принципе, представлена на рисунке а. В момент начала смыкания плит клапан наполнения полностью открыт, рабочая жидкость от насоса низкого давления заполняет гидроцилиндр с наибольшей скоростью. В пространстве между подвижной плитой и стружечным пакетом образуется воздушный поток, имеющий скорость

$$V_x = \frac{BL}{2(B+L)} \frac{V_y}{y}, \quad (2)$$



Структурные схемы систем автоматического смыкания прессы, работающие по первому (а) и второму (б) принципам: 1 — анемометр; 2 — усилитель; 3 — клапан наполнения; 4 — гидроцилиндр; 5 — подвижная плита; 6 — стружечный пакет; 7 — неподвижная плита; 8 — датчик толщины стружечного пакета; 9 — блок запоминания; 10 — блок экспоненциального сигнала

где L — длина прессующих плит;
 y — текущее расстояние между стружечным пакетом и подвижной плитой.

Скорость воздушного потока измеряется анемометром, установленным у края верхней прессующей плиты. По мере сближения плит она возрастает, срабатывает клапан наполнения, скорость подвижной плиты постепенно уменьшается, а выходящего из межплитного пространства воздушного потока остается на прежнем уровне, заданном коэффициентом усиления усилителя. Таким образом автоматически реализуется закон смыкания прессующих плит, близкий к экспоненциальному.

Этот принцип регулирования скорости можно применить в многоэтажных прессах, где скорость выдувания воздуха неодинакова для разных этажей. При этом, как показано в работе [1], из сигналов анемометров, установленных на каждом этаже прессы, можно выбрать наибольший и по нему регулировать скорость смыкания, т. е. осуществлять регулирование по воздушному потоку этажа с наиболее толстым исходным стружечным пакетом. На остальных этажах прессы скорость выдуваемого воздушного потока будет, очевидно, меньше. Структура системы автоматического смыкания при этом дополнительно включает несколько анемометров и электронный блок выборки максимума и по существу не изменяется.

Испытания подобного устройства на макете показали следующее: необходимы анемометры с высокой чувствительностью, так как воздух свободно выходит из межплитного пространства по его торцам; скорость воздушного потока, составляющая 0,2...0,5 м/с, измеряется с наибольшей погрешностью в конце периода смыкания, когда просвет между прессующей плитой и поверхностью стружечного пакета становится меньше рабочего диаметра анемометра;

ограждение торцов межплитного пространства специальным экраном для направления воздушного потока через анемометр в целях повышения его чувствительности искажает и усиливает воздушный поток в краевых зонах, где происходит разрушение поверхности стружечного пакета.

В связи с невозможностью точного измерения воздушного потока, выходящего из межплитного пространства, для интенсификации смыкания прессы был применен второй принцип, использующий разряд кон-

денсатора (рисунок б). Основу блока экспоненциального сигнала составляет конденсатор C_3 , который в момент загрузки стружечного пакета в пресс подключен через блок запоминания к датчику толщины пакета и заряжен на напряжение, пропорциональное толщине стружечного пакета [2]. Соотношением емкости C_3 и сопротивления R_3 задают наибольшую продолжительность смыкания пресса. После загрузки пакета в пресс контакт реле P подключает конденсатор C_3 на резистор R_3 и на вход усилителя. Конденсатор C_3 разряжается на R_3 , его напряжение уменьшается по экспоненциальному закону. Проходное сечение клапана наполнения повторяет этот закон, скорость перемещения подвижной плиты также снижается по экспоненте, а скорость выдувания воздуха из межплитного пространства остается на заданном уровне. При загрузке следующей порции стружечно-клеевой массы цикл регулирования повторяется, причем, чем больше толщина исходного стружечного пакета, тем медленнее начинает смыкаться пресс.

Разработка устройства для автоматизации смыкания пресса, работающего по второму принципу, находится в стадии технического проектирования. Его производственные испытания, проведенные на Красноярском ИСКе, показали, что это наиболее простой и дешевый путь интенсификации процесса смыкания прессующих плит. При этом оказалось возможным сократить продолжительность сближения подвижной плиты одноэтажного большеформатного пресса с поверхностью стружечного пакета с 12 до 5 с, что соответствует повышению производительности пресса на 2 % и определяет экономический эффект всей линии.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- [1]. А. с. № 1442413 СССР, МКИ⁴ В 27 N 3/20. Многоэтажный пресс для изготовления древесностружечных плит / С. М. Плотников (СССР).— № 4168557/30—15; Заявлено 24.12.86; Оpubл. 07.12.86, Бюл. № 45 // Открытия. Изобретения.— 1988.— № 45.— С. 67. [2]. А. с. № 1523351 СССР, МКИ⁴ В 27 N 3120. Пресс для изготовления древесностружечных плит / С. М. Плотников, М. С. Лурье (СССР).— № 4377261/30—15; Заявлено 15.02.88; Оpubл. 23.11.89, Бюл. № 43 // Открытия. Изобретения.— 1989.— № 43.— С. 74. [3]. А. с. № 1337262 СССР, МКИ⁴ В 27 N 3/20. Способ прессования древесностружечных плит / С. М. Плотников (СССР).— № 4066588/29—15; Заявлено 06.05.86; Оpubл. 15.09.87, Бюл. № 34 // Открытия. Изобретения.— 1987.— № 34.— С. 63. [4]. Плотников С. М., Лурье М. С. Интенсификация смыкания плит пресса // Лесн. журн.— 1989.— № 5.— С. 67—71.— (Изв. высш. учеб. заведений). [5]. Pat. 3119528 BRD, В 29 J 5/04. Verfahren und Anlage zum Betrieb einer beheizter Ein-oder Mehretagen Plattenpresse im Zuge der Herstellung von Spanplatten.— Publ. 1983.

Поступила 2 августа 1991 г.

УДК 674.023 (075.8)

ОПРЕДЕЛЕНИЕ И АНАЛИЗ НАПРЯЖЕННОГО СОСТОЯНИЯ ДРЕВЕСИНЫ ПРИ РЕЗАНИИ

А. И. СОПОТУН, М. Т. БЕЦЬ

Львовский лесотехнический институт

Используемый нами [3, 4] метод решения задачи Дирихле при определении компонентов тензора напряжений тела, подвергнутого воздействию элементарного лезвия, позволяет с точностью до постоянной интегрирования определить значение относительных величин напряжений в отдельных точках и сечениях исследуемого тела. Термин «относительные величины» использован в том понимании, что ширина стружки, шаг числовой сетки и, самое главное, нормальная составляю-

щая сил на передней грани лезвия приняты единичными и не влияют на численное значение внутренних сил. Значит, полученные результаты отражают качественную сторону процесса резания. Кроме того, включение единичных внешних нагрузок, наряду с силовой функцией Эри (функцией напряжений), в начальные условия подтверждает принцип Вольтерра [2] и на данном этапе позволяет изучать напряженное состояние тела независимо от прочностных, пластических и упругих характеристик материала.

С позиций математической физики введение в полные дифференциалы единичных независимых переменных дает возможность использовать мощный аппарат комплексных переменных, методы векторного анализа и, что не менее важно, обосновывает и раскрывает физическую сущность единичных импульсных функций в бесконечно малых областях, особенно в точках на границе замкнутой области.

Основная проблема теории резания — определение сил, препятствующих движению лезвия и возникающих непосредственно в зонах его контакта с древесиной или в характерных сечениях напряженного тела. Наличие пластических деформаций в зонах контакта исключает возможность применения закона Гука для вычисления напряжений при точно полученных компонентах деформаций [1]. Многие исследования направлены на изучение компонентов тензора деформаций (а не напряжений) в плоскости резания или в сечении срезаемого слоя. Однако методы и используемые средства измерений в силу специфики процесса резания еще не позволяют приблизиться к понятию напряженное (деформируемое) состояние «в точке» или в бесконечно малом объеме тела.

Как показали результаты решения первой основной задачи теории упругости применительно к резанию древесины элементарным лезвием [3, 4], у режущей кромки лезвия не обнаруживается резкого обрыва синусоидальной эпюры нормальных напряжений σ_y (рис. 1, 2) в плоскости резания. (Они из напряжений растяжения непрерывно переходят в напряжения сжатия, распространяясь под заднюю кромку резца.) При более детальном исследовании полученный результат представляет

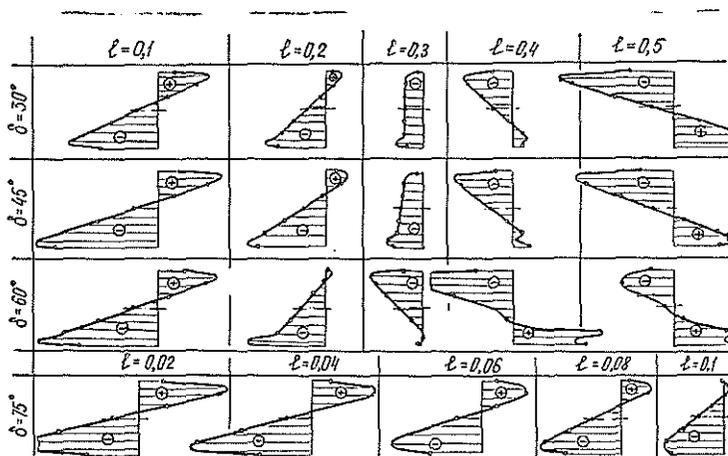


Рис. 1. Изменение компонентов тензора напряжений в плоскости резания в зависимости от δ при $h\beta = 1$ (для позиций $\sigma = 60^\circ$; $l = 0,5$ масштаб $M(\sigma) = 20:1$, для всех остальных $M(\sigma) = 50:1$; l — проекция на плоскость резания расстояния от режущей кромки до точки приложения равнодействующей распределенных сил по передней грани резца)

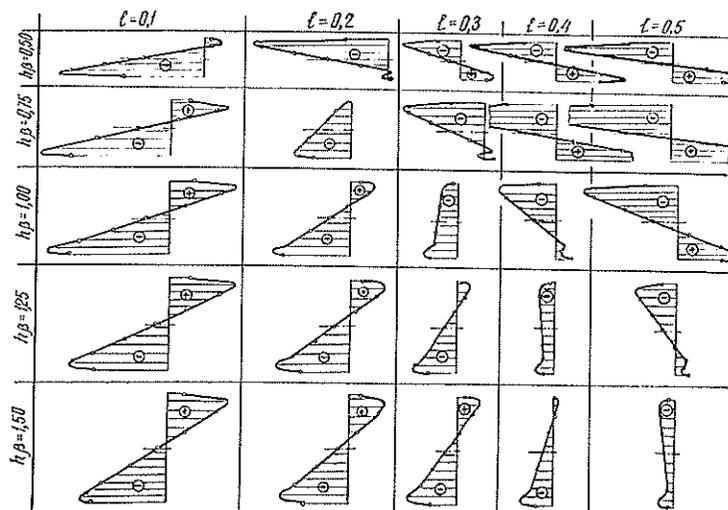


Рис. 2. Изменение компонентов тензора напряжений в плоскости резания в зависимости от $h\beta$ при $\delta = 45^\circ$ (для позиций $h\beta = -0,5$ и $l = 0,3; 0,4; 0,5$ масштаб $M(\sigma) = 10 : 1$, для всех остальных $M(\sigma) = 50 : 1$)

интерес для специалистов, проводящих работы в области механики затупления по задней грани лезвия.

Знакопеременные эпюры нормальных напряжений σ_y в плоскости резания не следуют четкой ковариантности ни при изменении угла резания δ (см. рис. 1), ни при изменении толщины срезаемого слоя $h\beta$ (см. рис. 2), в отличие от известных эпюр деформаций и напряжений, наблюдаемых при раскалывании древесины или на модели «балка на упругом основании». Это обстоятельство чрезвычайно затрудняет определение многих постоянных при решении интегрально-дифференциальных уравнений, моделирующих структуру как балку на упругом основании. Вычисляя же все компоненты тензора нормальных σ_y, σ_x и касательного τ_{xy} напряжений, можно успешно и с требуемой точностью решать задачи нахождения усилий при резании.

Однако анализ эпюр напряжений только по плоскости резания не раскрывает с достаточной полнотой механику стружкообразования при разных видах резания (поперек и вдоль волокон, в торец и др.). Очевидно, что приемлемое решение при определении сил можно получить, исследуя напряжения в непосредственной близости от места контакта лезвия с древесиной, например по нормальному сечению срезаемого слоя и лезвия.

Наиболее наглядно механику стружкообразования и физическую сущность возникновения сил на лезвии демонстрируют нормальные напряжения σ_x , суммарный вектор которых по сечению срезаемого слоя направлен противоположно скорости движения лезвия и должен ковариантно следовать изменению силы резания в зависимости от переменных факторов процесса.

Вследствие того, что сечение срезаемого слоя расположено в непосредственной близости от точки воздействия внешней нагрузки со стороны лезвия, пренебрежение принципом Сен-Венана может оказывать решающее отрицательное влияние на результаты исследований. Поэтому принятые начальные условия [3], пригодные для изучения напряженного состояния тела с удаленной внешней нагрузкой, требуют уточнения с учетом приближения к условиям контактной задачи. При

решении подобных проблем приводится обоснование применимости одной из известных гипотез (А. И. Тиме, П. А. Афанасьев, М. А. Дешевой, С. А. Воскресенский и др.) о характере распределения (об эпюре) давлений по передней грани лезвия, но отсутствуют аргументы в пользу других гипотез.

В целях соблюдения корректности начальных условий предлагается не привлекать понятий глубины внедрения резца или длины контакта передней грани с древесиной, а также не отдавать предпочтения ни одной из гипотез. Суть подхода заключается в том, чтобы точку приложения равнодействующей распределенных сил (независимо от конкретной формы эпюры) перемещать последовательно в установленном интервале пути или времени движения от режущей кромки по передней грани лезвия. Поскольку в данном случае формулируется задача определения характера распределения только одной компоненты σ_x тензора напряжений по высоте поперечного сечения срезаемого слоя у режущей кромки лезвия, то для отыскания функции напряжений не имеет смысла составлять систему нескольких десятков линейных уравнений по всем точкам числовой сетки напряженного тела [4] в каждом интервале перемещения равнодействующей по передней грани лезвия.

Учитывая, что постоянная интегрирования не влияет на определение реально существующего напряженного состояния тела, целесообразно устанавливать функцию напряжений на участке конкретного сечения как части общего контура односвязной области [3]. Распределенные поверхностные силы от внешних нагрузок, действующие на указанные части контура, должны быть представлены суммой $p_x = p_p + p_m$ (p_p — сила от нагрузки со стороны лезвия, p_m — сила, приложенная по высоте срезаемого слоя со стороны отсеченной части тела [3]).

Эти силы распределены согласно следующим уравнениям:

$$p_p = -\frac{N}{h\beta} \left\{ (f \cos \delta + \sin \delta) \left[1 - \frac{12(0,5h\beta) - l \operatorname{tg} \delta (y - 0,5h\beta)}{(h\beta)^2} \right] + \frac{12l(\cos \delta - f \sin \delta)(y - 0,5h\beta)}{(h\beta)^2} \right\}; \quad (1)$$

$$p_m = -\frac{N(f \cos \delta + \sin \delta)}{h(\beta + 4)} \left\{ 1 + \frac{12[h(4 - \beta) + 2y]}{h(\beta + 4)^2} \right\}, \quad (2)$$

где N — нормальная составляющая сил резания к передней грани резца, $N = 1$;

β — отношение толщины срезаемого слоя к шагу числовой сетки [4];

f — коэффициент трения между лезвием и древесиной;

y — координаты любой точки сечения (расстояние от плоскости резания до исследуемой точки).

Функцию напряжений φ_y в любой точке сечения вычисляем с помощью определенного интеграла:

$$\varphi_y = u_c \int_y^{h\beta} p_x dy = \frac{2p_{h\beta} + p_y}{6} (h\beta - y)^2, \quad (3)$$

где u_c — расстояние от точки с координатами y до центра тяжести площади эпюры распределенных сил по длине между точками сечения y и $h\beta$;

$p_{h\beta}$, p_y — распределенные силы от внешних нагрузок соответственно в точках с координатами $h\beta$ и y .

Графики вида $\varphi_y = \psi(y)$ для различных значений l, δ, f представляют собой интегральные кривые, характерные для рельефа функций эллиптических интегралов в форме Лагранжа.

Следующий шаг при решении задачи — нахождение собственно значений компоненты напряжений σ_y через центральное конечно-разностное соотношение

$$\sigma_x = \frac{\partial^2 \varphi_y}{\partial^2 y} = \frac{\varphi_{y-\Delta y} - 2\varphi_y + \varphi_{y+\Delta y}}{(\Delta y)^2}, \quad (4)$$

где $\varphi_y, \varphi_{y-\Delta y}, \varphi_{y+\Delta y}$ — функции напряжений соответственно в точке с координатами y и соседними с ней точками на расстоянии Δy ;

Δy — расстояние между точками в сечении по толщине срезаемого слоя (шаг числовой сетки).

Анализ эпюр нормальных σ_x, σ_y и касательного τ_{xy} напряжений (рис. 3, 4) позволяет сделать важный для теории резания вывод о распределении давлений по передней грани элементарного лезвия. Безусловно, переднюю грань лезвия и исследуемое сечение срезаемого слоя разделяет некоторый объем древесины. Но если учесть, что часть этого объема получила пластическую деформацию, а сечение максимально приближено к режущей кромке, то вряд ли можно ожидать существенного инвариантного изменения формы эпюр по передней грани лезвия по сравнению с эпюрами σ_x в поперечном сечении срезаемого слоя.

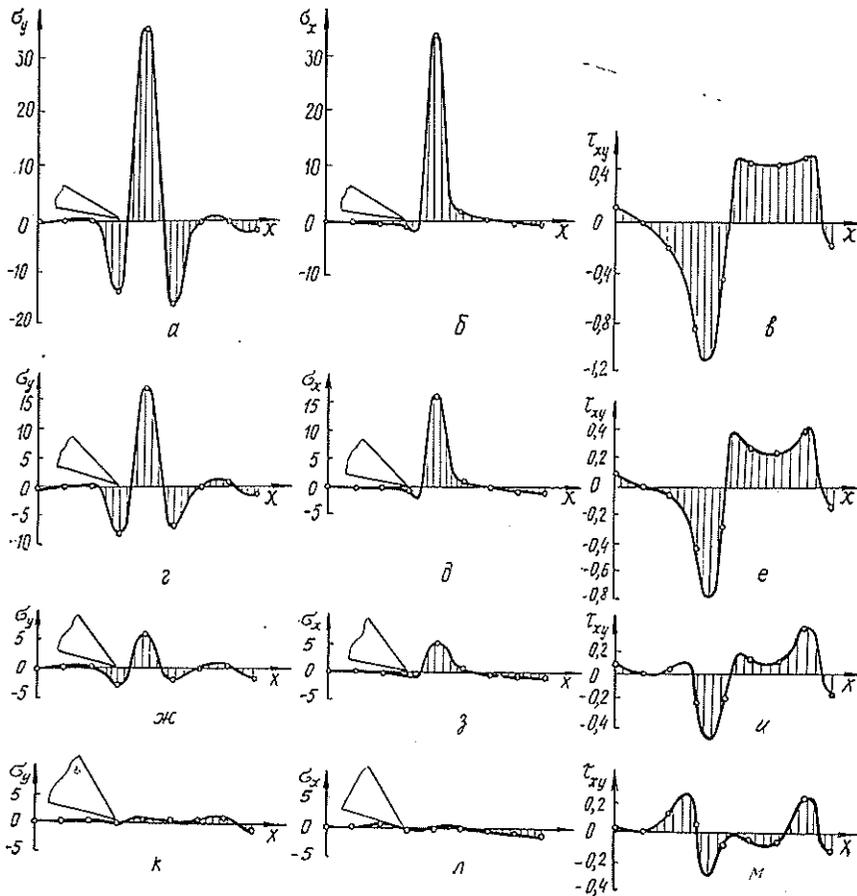


Рис. 3. Изменение нормальных σ_x, σ_y и касательного τ_{xy} напряжений по высоте сечения стружки в зависимости от l при различном угле резания: а, б, в — 30; г, д, е — 45; ж, з, и — 60; к, л, м — 75°

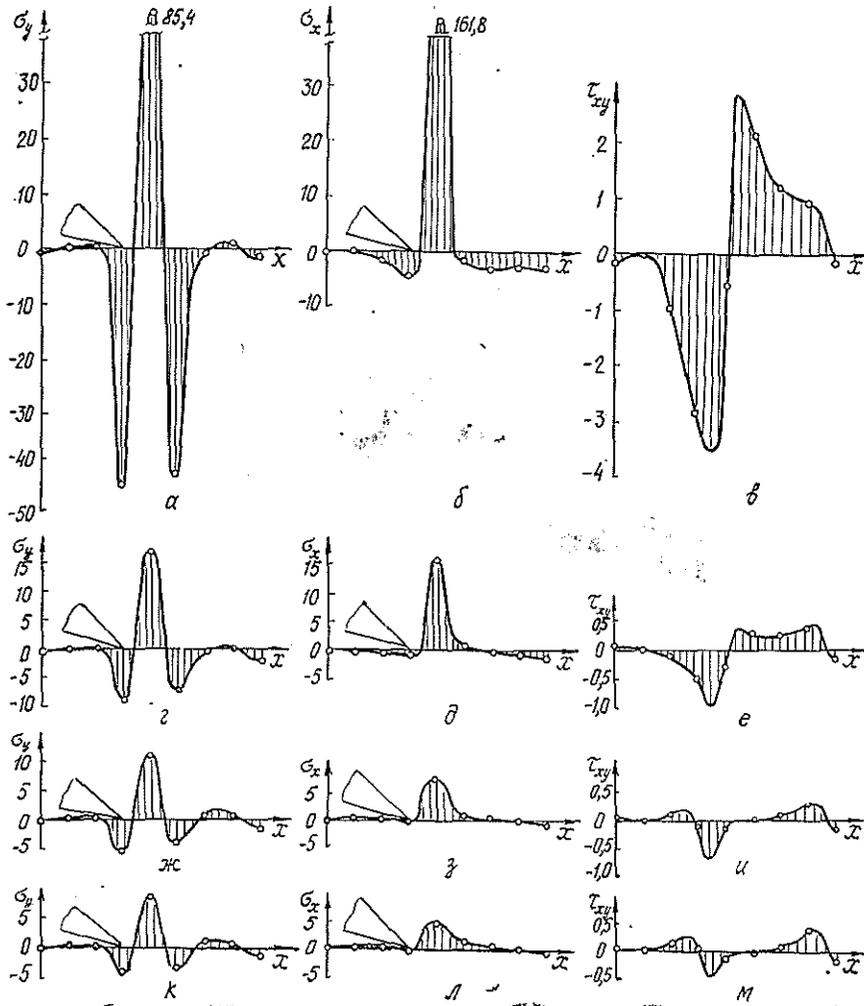


Рис. 4. Изменение нормальных σ_x , σ_y и касательного τ_{xy} напряжений по высоте сечения стружки в зависимости от l при различной толщине стружки: а, б, в — 0,5; г, д, е — 1,0; ж, з, и — 1,5; к, л, м — 2,0

Следовательно, форма эпюр давлений по передней грани лезвия зависит от глубины внедрения режущей кромки в древесину, т. е. известные гипотезы о распределении сил по передней грани лезвия в основном справедливы и представляют собой частные моменты процесса образования срезаемого слоя.

Равномерному распределению давлений по передней грани реза (гипотеза А. И. Тиме) соответствует позиция $\delta = 30^\circ$, $l = 0,3$ (см. рис. 1), несколько приближаются к такому распределению эпюры следующих позиций: $\delta = 45^\circ$, $l = 0,3$ (см. рис. 1); $h\beta = 1,25$, $l = 0,4$ и $h\beta = 1,5$, $l = 0,5$ (см. рис. 2). Гипотезам П. А. Афанасьева и М. Н. Дешевого наиболее отвечает эпюра напряжений в положении реза $h\beta = 0,75$, $l = 0,2$ (см. рис. 2) и приближаются к ней позиции $\delta = 60^\circ$, $l = 0,2$ и $\delta = 75^\circ$, $l = 0,1$ (см. рис. 1), $h\beta = 0,5$, $l = 0,1$ и $h\beta = 1,5$, $l = 0,4$ (см. рис. 2).

При наличии математической модели не составляет сложности вычисление и построение эпюры напряжений σ_x любой формы, но нами для сравнительного анализа приведены эпюры в одинаковых положе-

ниях лезвия с соответствующей последовательностью значений l . Исключение составляет группа положений для $\delta = 75^\circ$, с интервалом $\Delta l = 0,02$, так как с увеличением δ интенсивность развития напряжений возрастает и для ряда эпюр нельзя получить равномерную последовательность. В частности, эпюре напряжений при $h\beta = 0,5$ и $l = 0,1$ должны предшествовать эпюры, характерные для $\delta = 75^\circ$ и l от 0,02 до 0,08 или при $h\beta = 1,5$ и l от 0,1 до 0,3.

Соответствующий вывод можно сделать и в отношении толщины срезаемого слоя — интенсивность развития напряжений снижается с увеличением его толщины. Наличие растягивающих напряжений $+\sigma_x$ у верхней части срезаемого слоя на начальной стадии внедрения лезвия в древесину объясняется превалирующим значением момента внешних нагрузок по отношению к нейтральной оси стружки, направленного не на изгиб его от плоскости резания, а на затягивание внутрь, к лезвию. Очевидно, подобные формы эпюр (по поперечному сечению стружки) было бы ошибкой переносить повариантно на переднюю грань лезвия из-за сравнительно большого расстояния от едва внедренной части лезвия в древесину до верхнего края срезаемого слоя с координатой $y = h\beta$. Поэтому вычисление глубины внедрения L несколько усложняется в начальной стадии, что нельзя утверждать, например, для положения $\delta = 30^\circ$ и $l = 0,3$ при $L = 2l = 2 \cdot 0,3 = 0,6$.

Трансформация сжимающих напряжений в растягивающие для области $y = 0,5h\beta$ (начало внедрения) при достаточном значении l определена развитием момента сил (например положение $h\beta = 0,5$ и $l = 0,3$ и далее), направленного на изгиб и отрыв срезаемого слоя от плоскости резания вверх, что характерно для строгания вдоль волокон. Для подобного напряженного состояния роль режущей кромки в разрушении древесины незначительна, а в случае образования опережающей микротрещины не оказывает никакого влияния. Характерно и то, что максимальные значения напряжений сжатия σ_x возникают не на режущей кромке, а несколько выше — в пределах $y = (0,1 - 0,2)h\beta$, что объясняет известные формы и место концентрации износа лезвия.

Не углубляясь в анализ механики стружкообразования при различном направлении движения лезвия по отношению к волокнам (что требует привлечения соответствующих теорий прочности), приведем еще один важный для теории резания вывод.

Решение интеграла

$$p_l = \int_0^{h\beta} \sigma_x dy = a + bx,$$

согласно формул (1), (2), (4), позволяет вычислить силу сопротивления резанию при снятии срезаемого слоя единичной ширины в различных положениях l . В результате интегрирования получены постоянная a и переменная bx части, что теоретически и физически объясняет экспериментальные выводы о зависимости распределенных сил от суммы двух составляющих. Однако понятие «постоянная интегрирования» не вполне соответствует физической сущности процесса и, как следует из формул (1), (2), (4), зависит от f , δ , $h\beta$ и h ($\beta + 4$), правда, аналитически менее сложно, чем переменная bx .

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- [1]. Ивановский Е. Г., Василевская П. В., Лаутнер Э. М. Новые исследования резания древесины.—М.: Лесн. пром-сть, 1972.—129 с. [2]. Роботов Ю. Н. Некоторые вопросы теории ползучести // Вестн. МГУ.—1948.—№ 10.—С. 81—91. [3]. Сопотун А. И., Бец М. Т. О корректности краевых условий при решении задачи Дирихле для случая резания древесины // Лесн. журн.—1990.—№ 4.—С. 62—66.—(Изв. высш. учеб. заведений). [4]. Сопотун А. И., Бец М. Т.

Определение компонентов поля напряжений при резании древесины // Лесн. журн.— 1991.— № 3.— С. 75—80.— (Изв. высш. учеб. заведений).

Поступила 21 января 1991 г.

УДК 630*865.1 : 66.081.047

АДСОРБЦИОННАЯ СУШКА КОРМОВЫХ ДОБАВОК

Б. Д. ЛЕВИН

Сибирский технологический институт

В процессе конвективной сушки кормовой добавки, состоящей из хлорофиллокаротиновой пасты (30 % по массе) и соевого шрота, даже при невысоких температурах сушильного агента, не превышающих 80 °С, имеют место значительные потери пигментов [2].

В целях разработки метода обезвоживания, обеспечивающего сохранность биологически активных веществ, проведено исследование процесса сушки кормовой добавки сорбирующими телами*.

Смесь с относительной влажностью 20...22 % через шнековый питатель-гранулятор подавали во вращающийся барабан диаметром 0,1 м и длиной 1,2 м, оснащенный подъемно-лопастной насадкой, добавляли сорбент — гранулы силикагеля марки КСМГ диаметром 4...6 мм. Расход влажного материала во всех опытах был постоянным и равным 7 кг/ч.

При проведении экспериментов по плану ПФЭ 2³ [3] определяли влияние соотношения массовых расходов взаимодействующих фаз X_1 (интервал варьирования 1...2 кг/кг), частоты вращения барабана X_2 (7...10 об/мин) и диаметра отверстий гранулятора X_3 (4...6 мм) на конечную влажность кормовой добавки Y_1 , %, продолжительность пребывания материала в барабане Y_2 , с, напряжение барабана по влаге Y_3 , кг/(м³·ч), потери каротина Y_4 , % и хлорофилла Y_5 , %. Значения Y_4 и Y_5 рассчитывали по формуле

$$Y = \frac{C_n - C_k}{C_n} 100,$$

где C_n и C_k — соответственно начальное и конечное содержание пигмента в кормовой добавке.

Матрица планирования экспериментов по сорбционной сушке кормовой добавки и результаты ее реализации представлены в табл. 1.

Таблица 1

Номер опыта	X_1		X_2		X_3		\bar{Y}_1	\bar{Y}_2	\bar{Y}_3	\bar{Y}_4	\bar{Y}_5
	Код	кг/кг	Код	об/мин	Код	мм					
1	+1	2	+1	10	+1	6	17,7	255	28,8	4,0	4,3
2	-1	1	+1	10	+1	6	18,5	240	24,0	12,7	2,8
3	+1	2	-1	7	+1	6	17,2	390	35,7	1,6	2,1
4	-1	1	-1	7	+1	6	17,3	488	34,0	9,6	2,8
5	+1	2	+1	10	-1	4	16,5	285	39,4	6,3	3,8
6	-1	1	+1	10	-1	4	15,4	300	42,6	4,3	5,6
7	+1	2	-1	7	-1	4	15,6	480	43,6	3,2	1,7
8	-1	1	-1	7	-1	4	16,9	525	37,8	9,5	4,3

* В работе участвовал А. А. Морозов.

Уравнение поверхности отклика для конечной влажности имеет вид

$$\hat{Y}_1 = 16,9 - 0,8X_3.$$

Из уравнения следует, что ни соотношение расходов фаз, ни частота вращения барабана не влияют на конечную влажность. Значимый фактор — диаметр отверстий гранулятора. Он определяет размер гранул смеси. Отсюда можно предположить, что лимитирующим параметром при обезвоживании является дисперсность влажного материала.

Была сделана попытка поиска оптимальных условий процесса по методу наискорейшего спуска [1]. Факторы X_1 и X_2 как незначимые были стабилизированы на основном уровне, а диаметр отверстий питателя явился базовым фактором, шаг движения которого по градиенту был принят равным шагу варьирования. При движении от центра плана максимальное число опытов равнялось пяти. Однако два первых (при X_3 , равном 0 и -1) не проводили, так как условия их выполнения укладывались в изученную область факторного пространства. Четвертый, а тем более пятый опыты (при X_3 , равном -3 и -4) не выполнялись из-за недостаточной мощности электродвигателя питателя. В единственном опыте (при $X_3 = -2$) заметного снижения значений Y_1 добиться не удалось.

Продолжительность пребывания материала в барабане оказалась функцией двух независимых переменных — диаметра отверстия гранулятора и скорости вращения барабана:

$$\hat{Y}_2 = 370 - 100X_2 - 27X_3.$$

Увеличение частоты вращения барабана и диаметра гранул смеси (т. е. уменьшение их числа) сопровождается снижением Y_2 . Незначимость соотношения массовых расходов фаз объясняется тем, что при всех значениях X_1 транспортирующая роль насадки решающая. Следует отметить также, что продолжительность пребывания материала в барабане невелика и в среднем составляет 370 с.

Напряжение барабана по влаге зависит лишь от третьего фактора:

$$\hat{Y}_3 = 35,7 - 5,1X_3,$$

т. е. Y_3 , как и Y_1 , определяется поверхностью контакта фаз. Значения влажности смеси и напряжения барабана по влаге в различных зонах приведены в табл. 2.

Таблица 2

Номер опыта	Влажность смеси, %, по длине барабана при l/d					Напряжение по влаге в барабане, кг/(м ³ ·ч)		
	0	3	6	9	12	Первая четверть	Первая половина	Среднее по длине
1	20,8	19,4	18,1	18,4	17,7	51,1	48,9	28,8
2	21,1	19,7	19,4	18,9	18,5	51,1	31,9	24,0
3	21,1	18,5	17,9	17,5	17,2	93,6	57,4	35,7
4	21,1	18,8	18,3	17,2	17,3	85,1	51,1	34,0
5	20,9	19,0	17,8	17,5	16,5	68,1	55,3	39,4
6	20,3	17,5	17,2	16,1	15,4	102,1	55,3	42,6
7	20,6	17,9	17,4	16,5	15,6	97,9	57,4	43,6
8	21,5	19,4	18,0	17,7	16,9	102,1	57,4	37,8

Примечание. Здесь и далее, в табл. 3, l — расстояние от места ввода смеси до точки отбора пробы; d — диаметр барабана.

При сопоставлении значений Y_1 и Y_3 в различных точках зоны обезвоживания видно, что темп перераспределения влаги в сушилке непостоянен. Наиболее энергично снижение влажности кормовой добавки протекает в первой четверти барабана, при дальнейшем перемещении постепенно затухает. Напряжение барабана по влаге изменяется аналогично.

В процессе адсорбционного обезвоживания при невысоких температурах и отсутствии принудительного обдува воздухом сохранность биологически активных веществ больше, чем при конвективной сушке [2].

Зависимость потерь каротина от переменных факторов имеет вид

$$\hat{Y}_4 = 6,40 - 2,63X_1 - 1,55X_1X_3.$$

По всей видимости при возрастании X_1 объем взаимодействующей массы увеличивается быстрее, чем открытая ее поверхность, где, вследствие контакта с воздухом, происходит окисление пигментов. Продолжительность пребывания материала в барабане, как отмечено выше, от X_1 не зависит.

Потери хлорофилла в соответствии с результатами обработки опытных данных невелики:

$$\hat{Y}_5 = 3,43.$$

Они не зависят ни от одной из переменных, что объясняется прежде всего низкой температурой процесса.

Динамику потерь пигментов в смеси по длине барабана при различных режимах иллюстрируют данные, приведенные в табл. 3.

Таблица 3

Номер опыта	Потери каротина, %, при t/d			Потери хлорофилла, %, при t/d		
	0	6	12	0	6	12
1	—	1,3	4,0	—	0,9	4,3
2	—	7,4	12,7	—	1,5	2,8
3	—	1,2	1,6	—	1,1	2,1
4	—	3,9	9,6	—	0,5	2,8
5	—	2,0	6,3	—	1,6	3,8
6	—	1,4	4,3	—	1,2	5,6
7	—	2,1	3,2	—	0,8	1,7
8	—	6,9	9,5	—	1,7	4,3

Как видно из табл. 3, во всех случаях Y_4 и Y_5 растут по мере движения материала, однако, на выходе из аппарата они оказываются значительно меньше, чем при конвективной сушке [2].

Таким образом, малая продолжительность и незначительные потери биологически активных веществ, являющиеся характерными особенностями процесса сорбционной сушки биологически активных кормовых добавок, делают его перспективным методом обезвоживания.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- [1]. Ахназарова С. Л., Кафаров В. В. Оптимизация эксперимента в химии и химической технологии.— М.: Высш. шк., 1978.— 319 с. [2]. Левин Б. Д. Конвективная сушка кормовых добавок // Лесн. журн.— 1989.— № 6.— С. 92—97.— (Изв. высш. учеб. заведений). [3]. Пен Р. З., Менчер Э. М. Статистические методы в целлюлозно-бумажном производстве.— М.: Лесн. пром-сть, 1973.— 120 с.

ХИМИЧЕСКАЯ ПЕРЕРАБОТКА ДРЕВЕСИНЫ

УДК 676.017

ФИЗИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ФОРМИРОВАНИЯ
СЛОИСТОЙ СТРУКТУРЫ БУМАЖНОГО ПОЛОТНА

О. А. ТЕРЕНТЬЕВ, В. Н. ХАБАРОВ, Л. И. ВИНОГРАДОВА

Технологический институт ЦБП (г. Санкт-Петербург)

Теоретическое предсказание механических свойств бумажного листа является фундаментальной задачей физики бумаги. Во всех исследованиях [1—7, 9, 11—19], посвященных данной проблеме, высказано утверждение о слоистости структуры листа, однако четко сформулированного определения собственно слоистости не сделано. Это привело к неоднозначности трактовки основных понятий и, как следствие, к противоречивым результатам при исследовании физико-механических свойств.

В настоящей работе изложены основные результаты теоретических и экспериментальных исследований целлюлозных волокнистых систем, реализующих слоистую модель бумаги. Эта модель базируется на трех основных и трех дополнительных постулатах. Основные постулаты дают определение слоистости структуры и силового взаимодействия волокон в листе:

лист представляет собой множество наложенных друг на друга, соприкасающихся между собой слоев волокон;

слой есть множество волокон, чьи главные оси симметрии лежат в одной и той же (горизонтальной) плоскости;

силовое взаимодействие волокон в листе суть взаимодействие в области их контактов.

Дополнительные постулаты конкретизируют представления о структуре волокна и его слое:

волокна в слое распределены беспорядочно и однородно;

слой волокон равномошен;

волокна представляют собой прямые стержни круглого (прямоугольного) сечения со средними длиной L и диаметром d (толщиной d , шириной l).

Нетрудно показать, что система постулатов модели замкнута и внутренне непротиворечива. Сама модель описывает состояние некоторой идеализированной системы, которая с хорошим приближением может быть реализована на практике, если отлив листа вести в стационарных условиях из разбавленной волокнистой суспензии, используя короткие, изначально более жесткие целлюлозные волокна.

Математическое описание модели основано на методах функционального анализа линейных нормированных множеств для выявления инвариантов структуры и формализме теории случайных величин для определения числа контактов между волокнами в листе. Основным результатом проделанных построений и вычислений — соотношение для плотности энергии взаимодействия волокон в листе:

$$\rho_E = \frac{2}{\sqrt{3}} \frac{1}{d^3} \left[2E_1 \frac{P-2\delta}{P-\delta} + E_2 \left(1 - \frac{d}{H} \right) \right]. \quad (1)$$

- Здесь δ — расстояние между волокнами в слое, под которым понимается усредненное по всем соседним парам волокон расстояние между их центрами инерции;
- E_1, E_2 — усредненные значения энергий взаимодействия волокон в контактах, образовавшихся соответственно при соприкосновении граничных (в том числе и фибрилл) поверхностей волокон внутри слоя и при наложении множества слоев волокон друг на друга;
- P — периметр волокон, $P = 2(L + l)$;
- H — толщина листа.

Расстояние между волокнами определено из равенства

$$\delta = \sqrt{L^2 \det A + L^2 \det B}, \quad (2)$$

где $\det A$ и $\det B$ — определители структурных матриц, характеризующих распределение волокон в слое.

Их анализ говорит, в частности, о том, что усредненное значение угла между парой соседних волокон при однородном и беспорядочном их распределении в слое равно $\pi/3$.

Величина ρ_E связана очень простыми соотношениями с прочностными характеристиками материала при одноосном растяжении:

$$\sigma = \rho_E; \quad (3)$$

$$L_p = \rho_E / g \rho_m, \quad (4)$$

- где σ — предельная нагрузка;
- L_p — разрывная длина;
- g — ускорение свободного падения;
- ρ_m — кажущаяся плотность испытуемого образца.

Получена формула, отражающая связь ρ_m с кажущейся плотностью волокон ρ_0 и структурными параметрами листа:

$$\rho_m = \frac{2}{\sqrt{3}} \frac{l}{\delta} \rho_0. \quad (5)$$

Эта формула позволяет выявить зависимость основных механических свойств листа со слоистой структурой от индивидуальных параметров волокон, их упаковки в слоях, а также параметров, характеризующих лист как единое целое.

К числу таких показателей относится толщина листа H , а точнее, безразмерная функция $x = 1 - d/H$, $x \in [0, 1)$, являющаяся характеристическим параметром собственно слоистой структуры листа. Из формул (1), (3), (4) следует, что зависимости $\sigma(x)$ и $L_p(x)$ линейны. Условию $x = 0$ отвечает лист, состоящий из одного слоя волокон. Если волокна в слое имеют плотную упаковку, то слой обладает механической прочностью. По отрезку, отсекаемому на оси σ , при $\sigma_0 > 0$ можно находить величину усредненной энергии взаимодействия волокон в единичном контакте внутри слоя. Второй член линейного уравнения численно равен тангенсу угла наклона прямых $\sigma(x)$ и $L_p(x)$ к оси x . Определяя его величину из эксперимента, можно рассчитывать усредненную энергию взаимодействия волокон в контактах, возникающих при наложении слоев. В первом случае нужно воспользоваться формулой

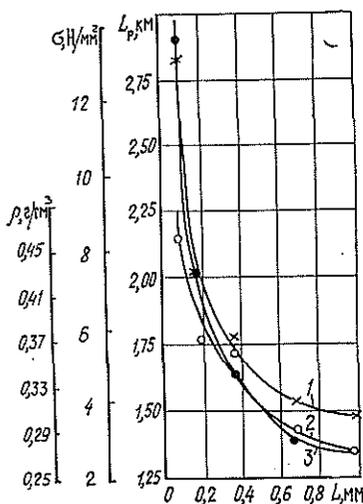
$$E_1 = \frac{\sqrt{3}}{4} \frac{P - \delta}{P - 2\delta} d \delta^2 \sigma_0, \quad (6)$$

а во втором

$$E_2 = \frac{\sqrt{3}}{2} d\delta^2\sigma_x.$$

Как известно [2], для бумажного листа с переплетенной структурой зависимости $\sigma = f(L)$, $L_p = f(L)$, $\rho_m = f(L)$ имеют симбатный характер с выраженной тенденцией к насыщению. Однако существуют волокнистые целлюлозные материалы, для которых те же зависимости противоположны. Так [8], для белой древесной массы уменьшение длины волокон сопровождается значительным увеличением механических характеристик материала, причем эта зависимость носит гиперболический характер (рис. 1). Подобное поведение испытанных образцов в настоящее время рассматривается как исключение, аномалия. Но на самом деле никакой аномалии нет, изменение механических свойств осуществляется так же, как и для листа со слоистой структурой.

Рис. 1. Зависимости $\sigma = f(L)$ (кривая 1), $\rho_m = f(L)$ (кривая 2), $L_p = f(L)$ (кривая 3) для образцов белой древесной массы



Согласно формулам (1)–(5), зависимости σ , L_p и ρ_m от L антибатны. При этом функциональная связь для $L_p = f(L)$ и $\rho_m = f(L)$ имеет вид гиперболы, а для $\sigma = f(L)$ — квадратичной гиперболы. Аналогичным образом происходит изменение этих свойств и в экспериментах с древесной массой.

Из сказанного выше следует, что длина волокон является своего рода характеристическим параметром, при помощи которого можно однозначно отличать слоистую структуру листа от переплетенной. Первая характеризуется антибатной, а вторая — симбатной зависимостью σ , L_p и ρ_m от L .

Справедливость представлений о волокнистых системах, реализующих слоистую модель листа, и формул, описывающих изменение механических свойств таких материалов, была проверена нами на примере целлюлозной системы — хлопковой полумассы. Полумассу изготавливали в заводских условиях, ее степень помола соответствовала 20 °ШР. В первую очередь были изучены зависимости σ и ρ_m от L . Для получения образцов с различной длиной волокон исходную папку хлопковой полумассы при помощи специального устройства нарезали на полоски заданной ширины. Навеску замачивали в дистиллированной воде и разбивали в диспергаторе на отдельные волокна непосредственно перед отливом. Определение длины волокон в образцах осуществляли традиционным способом.

Приготовленный препарат проецировали на экран, изображение зарисовывали, измеряли длины не менее 300 волокон, по которым рассчитывали среднее значение L . Отлив образцов производили в стационарных условиях, для разбавления исходной волокнистой массы использовали дистиллированную воду. Отливки высушивали под вакуумом при температуре 105 °С. Перед механическими испытаниями на-

резанные полоски кондиционировали в течение 1 ч при относительной влажности воздуха 65 %. Результаты измерений σ и ρ_m как функций L представлены на рис. 2.

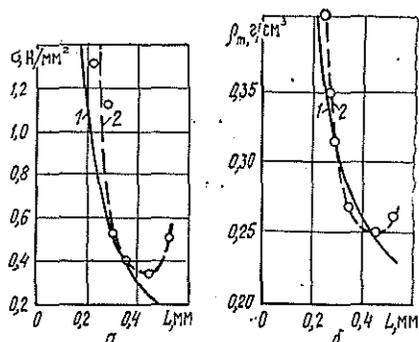


Рис. 2. Зависимости $\sigma = f(L)$ (а) и $\rho_m = f(L)$ (б) для образцов хлопковой полумассы: 1 — расчетные и 2 — экспериментальные данные

Видно, что экспериментальные значения обеих механических характеристик изменяются немонотонно. Последовательное увеличение L сопровождается сначала падением как σ , так и ρ_m до некоторого минимального значения, а затем их ростом.

Физический смысл этого явления состоит в преобразовании структуры листа. Во время отлива волокна подвергаются нагружению отсасываемой жидкостью. Возникающие в нормальном направлении деформации, симбатно связанные с L , приводят к прогибу отдельных участков волокон, что через структурные пустоты сопряженных слоев передается волокнам, лежащим под ними. Если при этом между волокнами образуются прочные контакты, то деформация приобретает необратимый характер, а изначально слоистая структура трансформируется в переплетенную. Таким образом, коротковолокнистая область слева от точек минимума обладает слоистой структурой и к ней применимы приведенные ранее формулы.

Для определения энергий взаимодействия волокон в листе была изучена зависимость σ от безразмерной функции $x = 1 - d/H$. С этой целью для волокон со средней $L = 0,35$ мм были получены образцы с различной H , равной 40, 65, 88 и 100 мкм. Средние размеры поперечного сечения волокон при этом составляли $d = 6$ мкм и $l = 23$ мкм.

Из представленного на рис. 3 графика видно, что зависимость $\sigma(x)$ прямолинейна. Это подтверждают теоретические выкладки. После обработки экспериментальных данных методом наименьших квадратов получили $\sigma_0 = (0,08 \pm 0,02)$ Н/мм² и $\sigma_x = (0,31 \pm 0,02)$ Н/мм². Необходимо отметить, что условию $\sigma_0 > 0$ отвечает плотно упакованный слой волокон. В соответствии с этим по найденным значениям σ_0 и σ_x были рассчитаны $E_1 = 6,7 \cdot 10^{-9}$ Дж и $E_2 = 3,9 \cdot 10^{-8}$ Дж.

Для тех же образцов были измерены ρ_m , значения которых в пределах погрешности измерения, практически совпадают ($\rho_m = 0,265$ г/см³). На наш взгляд, это является прямым экспериментальным подтверждением справедливости постулата о равномоности слоев волокон в листе со слоистой структурой.

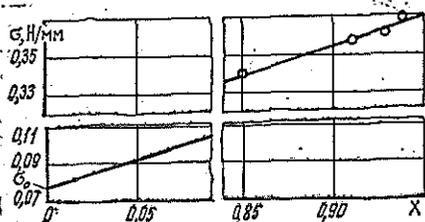


Рис. 3. Зависимость $\sigma = f(x)$

Найденные значения E_1 и E_2 были использованы для расчетов по формулам (1), (3) и построения теоретической зависимости $\sigma = f(L)$ (см. рис. 2, а, кривая 1). Из полученных графиков видно, что расчетные и экспериментальные данные хорошо согласуются в области применимости формул, т. е. в области слоистой структуры листа.

Аналогичные выводы можно сделать и для рассчитанных по формуле (5) значений ρ_m как функции L . В данном случае при расчетах использовали $\rho_0 = 1,54$ г/см³, определенное независимым путем [10].

Таким образом, полученные нами результаты можно рассматривать как экспериментальное подтверждение теории о существовании материалов, сформованных из коротких целлюлозных волокон и обладающих слоистой структурой.

В заключение необходимо отметить, что возникновение той или иной структуры листа определяется не только индивидуальными свойствами волокон, но и условиями получения материала. В частности, создание более высокого вакуума для удаления воды на сеточном столе, при прочих равных условиях, должно способствовать образованию листа с переплетенной структурой.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- [1]. Андрейченко В. Я. Структура и механические свойства бумажного листа. // Сб. тр. / ВНИИБ.—1970.—№ 56.—С. 129—133. [2]. Андрейченко В. Я. Структура и механические свойства бумажного листа // Сб. тр. / ЦНИИБ.—1971.—№ 58.—С. 80—100. [3]. Бобров Ф. Ф. Теория удельной поверхности в технологии бумажного производства // Бум. пром-сть.—1946.—№ 5—6.—С. 5—9. [4]. Иванов С. Н. К вопросу о прочности бумаги // Бум. пром-сть.—1948.—№ 6.—С. 7—13. [5]. К вопросу определения прочности межволоконных связей в листе бумаги // К. А. Вейнов, В. Н. Непенин, Б. М. Изыксон, С. В. Бабуриин // Совершенствование технологии бумаги.—М.: Лесн. пром-сть, 1971.—С. 27—35. [6]. Кларк Дж. д'А. Технология целлюлозы / Пер. с англ. А. В. Оболенской, Г. А. Пазухиной.—М.: Лесн. пром-сть, 1983.—456 с. [7]. Непенин В. Н., Киприянов А. И., Бабуриин С. В. Роль ориентации волокна в формировании прочности промышленности бумаги // Совершенствование производства бумаги и картона.—М.: Лесн. пром-сть, 1973.—С. 27—32. [8]. Справочник бумажника. Т. II.—М.: Лесн. пром-сть, 1965.—853 с. [9]. Фляте Д. М. Свойства бумаги.—М.: Лесн. пром-сть, 1970.—С. 181. [10]. Шарков В. И., Леванова В. П. Об определении истинного удельного веса целлюлозы // ЖПХ.—1959.—Т. XXXII, вып. 10.—С. 2357—2359. [11]. Carrol C. W. Joint probability function relating fibre segmental length and orientation // The formation and structure of paper. London, 1962.—P. 243—247. [12]. Corte H. Fasestructur und physikalische Eigenschaften von papier // Das papier.—1962.—16, N 10^a.—P. 575—587. [13]. Corte H., Kallmes O. J. Statistical geometry of a fibrous network // The formation and structure of paper.—London, 1962.—P. 13—52. [14]. Corte H., Kallmes O. J. The Interpretation of paper properties in terms of structure // The formation and structure of paper.—London, 1966.—P. 351—368. [15]. Kallmes O. J., Bernier G. A. Mechanical properties of paper // The formation and structure of paper.—London, 1962.—P. 369—389. [16]. Kallmes O. J., Bernier G. A. The structure of paper // Tappi.—1963.—Vol. 46, N2.—P. 108—114. [17]. Kallmes O. J., Corte H., Bernier G. A. The structure of paper // Tappi.—1963.—Vol. 46, N 8.—P. 493—502. [18]. Page D. H. A theory for the tensile strength of paper // Tappi.—1969.—52, N 4.—P. 674—681. [19]. Van den Akker J. A. Some theoretical considerations on the mechanical properties of fibrous structure // The formation and structure of paper.—London, 1962.—P. 205—241.

Поступила 6 мая 1991 г.

УДК 661.931/937.07 : 676

**ПРИМЕНЕНИЕ КОСВЕННОЙ ОКСРЕДМЕТРИИ
ДЛЯ КОНТРОЛЯ КАЧЕСТВА СТОЧНЫХ ВОД
СУЛЬФИТ-ЦЕЛЛЮЛОЗНОГО ПРОИЗВОДСТВА***К. Г. БОГОЛИЦЫН, А. М. АЙЗЕНШТАДТ, Т. А. ЮЛИНА,
Ю. А. КОРОВОВСКИЙ*Архангельский лесотехнический институт
Институт экологических проблем Севера
Уральского отделения АН СССР

Развитие химической промышленности, наряду с положительными сторонами, приводит и к негативным последствиям. К ним можно отнести все возрастающее загрязнение окружающей среды отходами промышленных предприятий. Сбрасываемые без достаточной очистки сточные воды — один из основных источников интенсивного загрязнения открытых водоемов. Контроль за уровнем загрязнения позволяет своевременно оценить эффективность проводимых очистных мероприятий, проследить тенденцию и динамику качества отдельных природных сред, а также составить научно обоснованные прогнозы их преобразования.

Перспективным является применение автоматизированных систем контроля технологических процессов, связанных с загрязнением окружающей среды, отсутствием быстрых и информативных методов исследования компонентного состава технологических сред.

При получении и переработке целлюлозного полуфабриката в основу положена концепция окислительно-восстановительных взаимодействий технологических растворов и древесины. Поэтому в плане решения поставленных задач физико-химические методы анализа, основанные на измерении окислительно-восстановительного потенциала [6, 7], наиболее эффективны.

Качественные показатели оборотных и сточных вод сульфит-целлюлозного производства зависят от наличия в них органических и неорганических веществ, способных вступать во взаимодействия с флорой и фауной природного водоема. Для оценки содержания данных компонентов используют различные биохимические и химические методы.

В основу метода определения биохимического потребления кислорода (БПК) положена идея моделирования потребления кислорода за счет жизнедеятельности микроорганизмов и химических окислительно-восстановительных реакций. Однако этот метод имеет ряд недостатков, одним из которых является его длительность. В связи с этим предложено заменить БПК на химическое потребление кислорода (ХПК), максимально приближенное к условиям биохимического окисления.

Отсутствие корреляции между БПК и ХПК привело к замене оценки реального потребления кислорода оценкой общего содержания органических веществ в сточной воде по количеству кислорода, необходимого для окисления компонентов сбрасываемой воды до CO_2 и H_2O . Однако при этом подходе не изучалось влияние состава стоков на стационарность всех окислительно-восстановительных процессов, протекающих в природном водоеме.

Для определения качества сточных вод необходимо располагать параметром, который бы быстро и точно отражал воздействие сбрасываемого стока на стабильность всех окислительно-восстановительных

процессов, не отдавая ни одному из них предпочтения. Кроме того, этот параметр должен быть связан с экологией природного водоема и являться обобщенным для основного технологического цикла очистки вод или системы замкнутого водопользования.

Из показателей качества вод к обобщенным параметрам можно отнести такие, которые определяются методами, основанными на измерении количества окислителя, израсходованного на окислительно-восстановительное взаимодействие с компонентами анализируемой воды. С помощью этого параметра (свойства воды) можно сравнивать различные по компонентному составу воды. Применяемые методы определения ХПК различаются видом окислителя, условиями и степенью окисления. Использование одностадийного жесткого окисления не позволяет делать прогноз и о их дальнейших окислительно-восстановительных взаимодействиях. Величина ХПК, найденная химическими методами, не полностью отражает возможные изменения соотношений легко- и трудноокисляемых компонентов в стоке. Введение дополнительной характеристики — изменение концентрации окислителя во времени — дает возможность судить о компонентном составе анализируемой пробы.

Следовательно, информации, полученной с помощью перечисленных выше методов определения ХПК (каждого в отдельности или взятых вместе), недостаточно для построения единой шкалы обобщенных показателей окислительно-восстановительных свойств исследуемых объектов.

Данная проблема может быть решена при использовании принципов оксидметрии, позволяющего ввести обобщенный показатель качества вод — «потенциальную способность стока к окислению», кото-

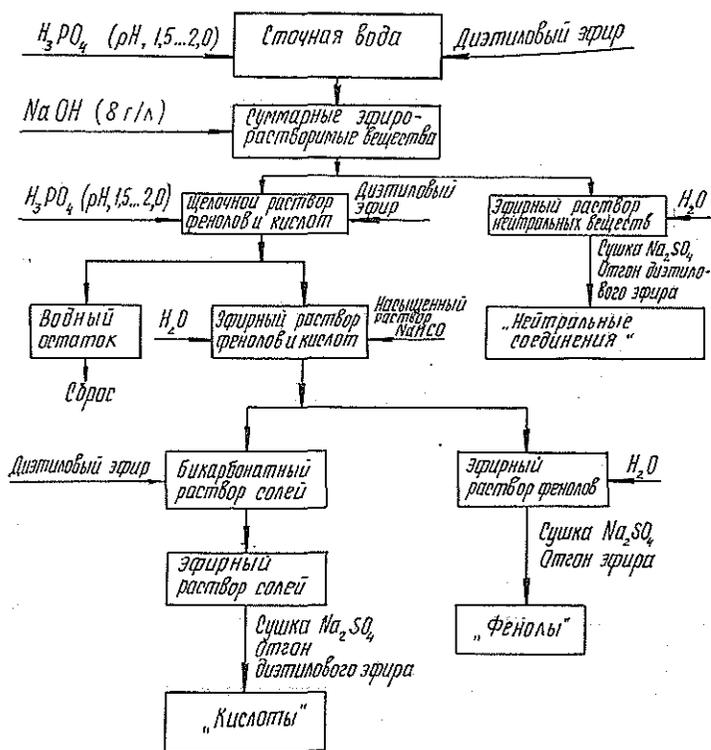


Рис. 1. Схема препаративного выделения «фенолов», «кислот», «нейтральных соединений»

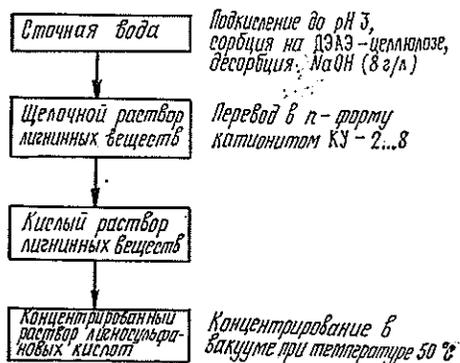


Рис. 2. Схема выделения «лигно-сульфоновых кислот»

рый характеризует не только общее количество компонентов, способных вступать в окред-взаимодействия в природном водоеме, но и изменения состава анализируемых сред и дифференциального вклада в

общее значение окисляемости различных по скорости окисления компонентов. Экспериментально этот параметр определяют по изменению потенциала стандартной окислительно-восстановительной системы при добавлении сточной воды [4].

Целью настоящих исследований явилась экспериментальная проверка возможности использования параметра $\Delta\phi$ для характеристики качества сточных вод. Для этого нами проведена оценка окред-свойств основных органических компонентов сточных вод ЦБП. В эксперименте использовали прошедшие биологическую очистку сточные воды Архангельского ЦБК, из которых по предложенной ВНПОБумпром схеме препаративно выделены следующие группы органических веществ (рис. 1, 2): «фенолы»; «кислоты»; «нейтральные соединения»; «лигно-сульфоновые кислоты».

Для оценки влияния каждой фракции на окисляемость (ХПК) сточных вод применяли метод добавок. В каждом из приготовленных растворов с заданной концентрацией исследуемых веществ определяли величину ХПК по стандартной методике [5]. Экспериментальные результаты представлены на рис. 3.

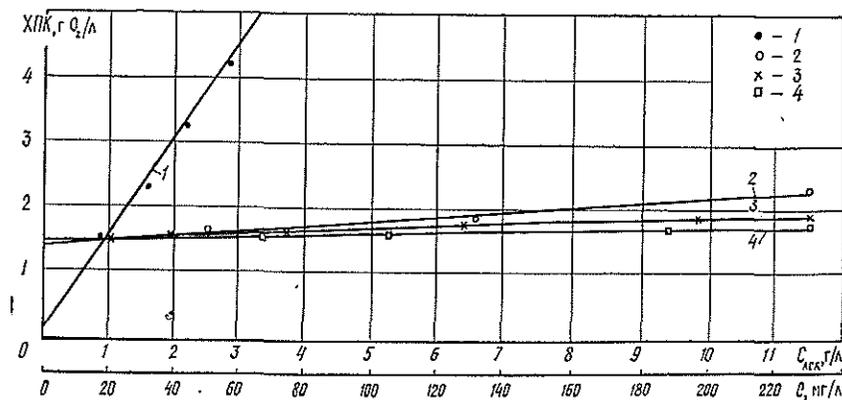


Рис. 3. Зависимости $\text{ХПК} = f(C)$ для различных групп органических веществ: 1 — «лигносульфоновые кислоты»; 2 — «фенолы»; 3 — «кислоты»; 4 — «нейтральные соединения» (C — концентрация «фенолов», «кислот», «нейтральных соединений»; $C_{\text{дек}}$ — концентрация «лигносульфоновых кислот»)

Параллельно для этих же растворов измеряли параметр $\Delta\phi$ с применением окислительно-восстановительной системы (ОВС) со следующими характеристиками: концентрация окисленной и восстановленной

форм соответственно 0,01 и 0,0001 моль/л, растворитель NaOH (1 моль/л). Измерения проводили в термостатированной ячейке при температуре 25 ± 1 °С и продолжительности опыта 10 мин. Выбор условий эксперимента основан на опытных данных по изучению свойств ОВС феррицианид-ферроцианид калия [1]. Полученные результаты приведены на рис. 4.

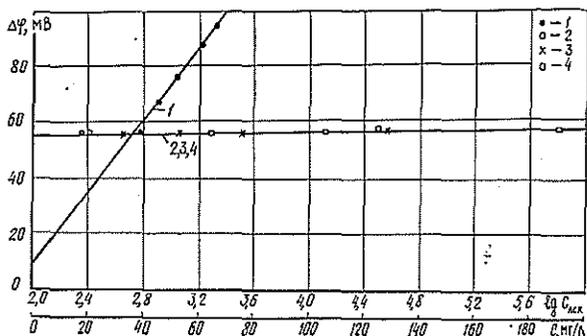


Рис. 4. Зависимости $\Delta\varphi_{10} = f(C)$, $\Delta\varphi_{10} = f(\lg C_{\text{дек}})$ для различных групп органических веществ (см. обозначения на рис. 3)

На основании расчетов [2] по рис. 3, 4 для всех исследуемых проб сточных вод имеем следующее влияние фракций органических соединений в процентах на ХПК и $\Delta\varphi_{10}$ (см. таблицу).

Показатель	«Лигно-сульфоно-вые кислоты»	«Фенолы»	«Нейтральные соединения»	«Кислоты»
ХПК	90...95	2...4	1...2	2...4
$\Delta\varphi_{10}$	99...100	0...1	0	0...1

При этом следует отметить, что влияние на ХПК таких фракций, как «фенолы», «нейтральные соединения», «кислоты», составляет 2...4 %. Это находится в пределах 5 %-й ошибки определения ХПК стандартным методом [5], т. е. перечисленные фракции в исследуемом диапазоне концентраций практически не оказывают влияния на ХПК анализируемых жидких сред.

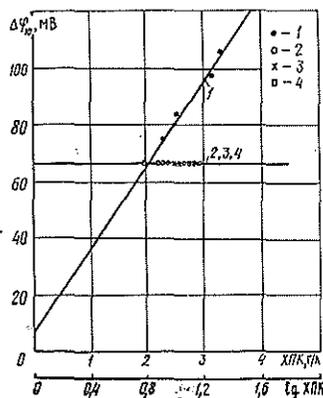


Рис. 5. Зависимости $\Delta\varphi_{10} = f(\text{ХПК})$ и $\Delta\varphi_{10} = f(\lg \text{ХПК})$ для различных групп органических веществ (см. обозначения на рис. 3)

Таким образом, сопоставление функциональных зависимостей $\Delta\varphi = f(C)$ и ХПК $= f(C)$, полученных в условиях эксперимента, позволяет сделать вывод о их практически полной идентичности и объясняет симбатное изменение данных параметров в зависимости от состава стока. Это дает возможность использовать корреляционные зависимости между обобщенным показателем $\Delta\varphi$ и параметром ХПК (рис. 5) [3] при создании автоматических аналитических систем контроля качества сточных вод сульфит-целлюлозных предприятий.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- [1]. Айзенштадт А. М. Окислительно-восстановительная система феррицианид-ферроцианид калия и ее использование для контроля состава сточных вод: Автореф. дис. ... канд. хим. наук.—Л., 1986.—18 с. [2]. Гордон А., Форд Р. Спутник химика / Пер. с англ. Е. Л. Розенберга, С. И. Коппель.—М.: Мир, 1970.—541 с. [3]. Информационный листок / Арханг. ЦНТИ.—Архангельск, 1987.—№ 87—21: Анализатор окисляемых веществ сточных вод / Сост. К. Г. Боголицын, А. М. Айзенштадт, С. А. Романенко.—2 с. [4]. Информационный листок / Арханг. ЦНТИ.—Архангельск, 1988.—№ 8: Экспресс-метод определения ХПК / Сост. Т. В. Левандовская.—2 с. [5]. Лурье Ю. Ю. Аналитическая химия промышленных сточных вод.—М.: Химия, 1984.—447 с. [6]. Потенциометрический метод определения восстановительной емкости промышленных сред ЦБП / К. Г. Боголицын, И. М. Боховкин, Г. Ф. Прокшин и др. // Лесн. журн.—1976.—№ 3.—С. 100—104.—(Изв. высш. учеб. заведений). [7]. Потенциометрический метод определения восстановительной емкости промышленных сред ЦБП / К. Г. Боголицын, И. М. Боховкин, Г. Ф. Прокшин и др. // Лесн. журн.—1976.—№ 4.—С. 109—116.—(Изв. высш. учеб. заведений).

Поступила 25 мая 1991 г.

УДК 668.48

ВЛИЯНИЕ ОСНОВНЫХ ВИДОВ ИЗМЕНЧИВОСТИ НА СОДЕРЖАНИЕ ЭФИРНОГО МАСЛА В ХВОЕ И ДРЕВЕСНОЙ ЗЕЛЕНИ СОСНЫ ОБЫКНОВЕННОЙ

Н. С. ЕРОШИН, Р. А. СТЕПЕНЬ

Красноярский политехнический институт

По занимаемой площади в СССР сосна обыкновенная уступает лишь лиственнице, а по использованию в народном хозяйстве заметно превосходит все породы. Это указывает на актуальность исследований по комплексной утилизации ее древесных отходов, прежде всего древесной зелени. В ней содержится много биологически активных веществ, к которым относится и эфирное масло, характеризующееся рядом ценных специфических свойств [1, 3].

Цель данной работы — изучить влияние основных видов изменчивости (индивидуальная, эндогенная, суточная, сезонная, возрастная и географическая) на содержание эфирного масла в хвое и древесной зелени сосны обыкновенной.

Образцы отбирали в естественных сосновых насаждениях красноярской лесостепи (состав 10С, II—III классы бонитета, полнота 0,6... 0,9) [7], а при изучении географической изменчивости — в культурах [8], произрастающих как на этой же территории, так и в древостоях среднеенисейской тайги и Центральной Якутии [6]. Эфирное масло отгоняли методом гидродистилляции, его содержание определяли волюмометрически и пересчитывали с учетом удельной массы продукта и влажности сырья. Влияние различных видов изменчивости исследовали методом дисперсионного анализа с использованием *F*-статистики [5].

Одним из важнейших видов изменчивости является индивидуальная, обусловленная различием роста и развития отдельных деревьев.

Влияние ее наглядно иллюстрируют экспериментальные данные, представленные в табл. 1.

Таблица 1

Влияние индивидуальной изменчивости на содержание эфирного масла, % от абс. сухой массы, в сентябрьских образцах

Номер образца	Хвоя	Древесная зелень	Номер образца	Хвоя	Древесная зелень
1	0,78	0,87	11	0,96	1,13
2	0,70	0,78	12	0,87	0,52
3	0,70	0,78	13	0,61	0,70
4	0,78	0,87	14	0,70	0,70
5	0,87	1,04	15	0,70	1,04
6	0,96	1,30	16	0,96	0,78
7	0,52	1,39	17	0,87	0,96
8	0,96	0,52	18	0,52	0,87
9	0,61	1,04	19	0,78	1,04
10	0,78	1,04	20	0,96	0,87

Примечание. Для хвои и древесной зелени $\bar{x} \pm m$ равно соответственно $0,78 \pm 0,04$ и $0,87 \pm 0,05$; S_x —0,15 и 0,22; V —18,6 и 25,5 %.

Из таблицы видно, что изменения массовой доли масла в древесной зелени (0,5...1,4 %) более значительны, чем в хвое (0,5...1,0 %). Согласно полученным коэффициентам варьирования (25,5 и 18,6 %), число образцов, необходимых для исключения влияния индивидуальной изменчивости при 95 %-м доверительном уровне составляет соответственно для древесной зелени и хвои 100 и 54. Снижение числа деревьев в последнем случае связано с повышением однородности растительного материала. Эти данные согласуются с результатами исследования древесной зелени сосняков Прибайкалья [4]. При проведении некоторых работ приемлемые результаты получают на 90 %-м доверительном уровне; при котором необходимое для отбора проб число деревьев снижается до 15...20.

Содержание эфирного масла в хвое и древесной зелени зависит и от их расположения по высоте ствола (табл. 2). Максимальное количество его отмечается в вегетативных органах верхнего яруса, несколько меньше — в середине, минимальное — в самом низу кроны. Древесная зелень и хвоя верхних ветвей содержат на 15...20, а средних — на 10...15 % больше терпеноидов, чем ткани нижнего яруса. Эти различия существенны на уровне значимости 0,05, что необходимо учитывать при отборе образцов.

Наблюдаемые изменения, вероятно, объясняются двумя основными причинами. Безусловно, сказывается увеличение в верхнем и среднем ярусах кроны доли молодых ветвей, более насыщенных терпеноидами. На накопление эфирного масла влияет также и различие экологических условий на разных уровнях кроны (освещенность, тепловой режим и водоснабжение). В верхнем и среднем ярусах режимы освещенности и нагревания лучше, чем в нижнем, что и способствует повышению концентрации терпеноидных компонентов в этих зонах.

Следует отметить, что массовая доля терпеноидов в хвое и древесной зелени средней части и в анализируемом материале в целом практически одинаково. Поэтому для исключения влияния эндогенной изменчивости образцы целесообразнее отбирать в среднем ярусе.

Суточная цикличность протекания метаболических процессов проявляется и в аналогичных изменениях содержания эфирного масла

Таблица 2

Влияние эндогенной изменчивости на содержание эфирного масла,
% от абс. сухой массы, в древесной зелени
(числитель) и хвое (знаменатель)

Но- мер об- разца	Часть кроны			$\bar{x} \pm m$	S_x	V, %
	нижняя	средняя	верхняя			
1	0,69	0,78	0,86	0,78 ± 0,05	0,085	10,9
	0,70	0,82	0,88	0,80 ± 0,05	0,092	11,5
2	0,64	0,68	0,73	0,68 ± 0,03	0,045	6,7
	0,66	0,69	0,75	0,70 ± 0,03	0,046	6,5
3	0,73	0,82	0,84	0,80 ± 0,03	0,059	7,3
	0,77	0,86	0,88	0,84 ± 0,03	0,059	7,0
4	0,67	0,85	0,85	0,79 ± 0,06	0,104	13,2
	0,76	0,87	0,87	0,83 ± 0,04	0,064	7,7
5	0,84	0,90	0,92	0,89 ± 0,02	0,042	4,7
	0,88	0,93	0,95	0,92 ± 0,02	0,036	3,9
6	0,58	0,65	0,70	0,64 ± 0,03	0,060	9,4
	0,64	0,71	0,75	0,70 ± 0,03	0,056	8,0
7	0,84	0,90	0,94	0,89 ± 0,03	0,051	5,7
	0,85	0,94	0,96	0,92 ± 0,03	0,059	6,4
8	0,72	0,78	0,82	0,77 ± 0,03	0,051	6,6
	0,77	0,81	0,84	0,81 ± 0,02	0,035	4,4
9	0,61	0,70	0,74	0,68 ± 0,04	0,067	9,8
	0,65	0,72	0,77	0,71 ± 0,04	0,060	8,5
10	0,65	0,83	0,86	0,78 ± 0,06	0,113	14,5
	0,72	0,85	0,88	0,81 ± 0,05	0,082	10,1

в хвое и древесной зелени (табл. 3). В последнем случае она описывается параболическим уравнением вида

$$x = -0,1y^2 - 2,4y + 119,6,$$

где y — время суток.

Максимальное содержание эфирного масла отмечается в полдень, к 18 ч оно снижается приблизительно на 10...15 %, к 2 ч ночи — на 20...25 % (массовая доля масла минимальна). Сведения о суточной динамике интересны и с практической точки зрения. Они свидетельствуют о предпочтительности заготовки древесной зелени, исполь-

Таблица 3

Влияние суточной изменчивости на содержание эфирного масла,
% от абс. сухой массы

Время суток	Хвоя		Древесная зелень	
	Время суток	Хвоя	Время суток	Древесная зелень
2	0,62 ± 0,02	0,70 ± 0,03	12	0,82 ± 0,03
6	0,66 ± 0,02	0,81 ± 0,03	16	0,80 ± 0,02
8	0,72 ± 0,03	0,89 ± 0,02	18	0,70 ± 0,03
10	0,76 ± 0,03	0,87 ± 0,03	24	0,67 ± 0,03

Примечание. Для хвои и древесной зелени $\bar{x} \pm m$ равно соответственно 0,72 ± 0,03 и 0,85 ± 0,03; S_x — 0,07 и 0,08; V — 9,2 и 9,8 %.

зубомой для выработки масла, в период 10...12 ч. Средний запас эфирного масла приходится на 7—8 и 17—18 ч. Для определения его в другое время суток необходимо ввести поправочный коэффициент. Учитывая, что отбор образцов обычно проводят в 13—15 ч, принимаем его равным 0,9.

Сезонные изменения массовой доли эфирного масла (табл. 4), как и суточные, не являются значительными, о чем свидетельствует значение коэффициента варьирования (10 %). Динамика характеризуется

Таблица 4

Влияние сезонной изменчивости на содержание эфирного масла древесной зелени

Месяц отбора	Концентрация, % от абс. сухой массы	Месяц отбора	Концентрация, % от абс. сухой массы	Месяц отбора	Концентрация, % от абс. сухой массы
Январь	0,78 ± 0,04	Май	0,87 ± 0,02	Сентябрь	0,95 ± 0,03
Февраль	0,75 ± 0,03	Июнь	0,63 ± 0,02	Октябрь	0,91 ± 0,02
Март	0,81 ± 0,03	Июль	0,78 ± 0,03	Ноябрь	0,85 ± 0,03
Апрель	0,83 ± 0,02	Август	0,84 ± 0,04	Декабрь	0,80 ± 0,02

Примечание. $\bar{x} \pm m = 0,82 \pm 0,02$; $S_x = 0,08$; $V = 10,0$ %.

двумя максимумами: весенним — в мае и осенним (основным) — в сентябре. Начиная с сентября и до конца марта содержание масла постоянно уменьшается, что объясняется отсутствием биосинтеза при отрицательных температурах. В марте — апреле содержание эфирного масла возрастает. Однако уже в конце мая и июне наблюдается его спад, связанный с расходом пластических веществ (метаболитов) на рост и развитие хвои, а также на формирование в ней и побегов смоляных каналов [2]. В конце июня отмечается минимальное (в 1,5 раза ниже максимума) содержание терпеноидов, а в июле, после окончания формирования хвои и закладки каналов, оно заметно возрастает. Среднее содержание масла соответствует запасам терпеноидов в марте — апреле и ноябре — декабре. Поправочный коэффициент для сентябрьских образцов, наиболее богатых терпеноидами, равен приблизительно 0,9.

Запасы эфирного масла в хвое и древесной зелени (табл. 5) также зависят от возраста деревьев. Максимум его наблюдается в молодняках, в вегетативных органах подроста и перестойных деревьев — на 15...25 % меньше. По-видимому, это связано с возрастным изменением интенсивности биохимических процессов, обусловленным сменой ферментативных систем в онтогенезе [9]. Связь онтогенетического раз-

Таблица 5

Влияние возрастной изменчивости на содержание эфирного масла, % от абс. сухой массы

Категория насаждений	Хвоя	Древесная зелень
Подрост, 4...7 лет	0,60 ± 0,03	0,60 ± 0,04
Молодняки, 17...22 года	0,79 ± 0,04	0,85 ± 0,04
Средневозрастные, 55...65 лет	0,80 ± 0,04	0,77 ± 0,03
Приспевающие, 90...100 лет	0,73 ± 0,03	0,70 ± 0,02
Спелые и перестойные, 120 лет и выше	0,70 ± 0,03	0,65 ± 0,03

Примечание. Для хвои и древесной зелени $\bar{x} \pm m$ равно соответственно 0,71 ± 0,04 и 0,71 ± 0,04; $S_x = 0,09$ и 0,10; $V = 12,3$ и 13,9 %.

вития с накоплением терпеноидов в древесной зелени удовлетворительно описывается уравнением

$$x = 0,014y^2 + 1,4y + 53,$$

где y — возраст, лет.

Средние запасы эфирного масла в исследованных растительных тканях свойственны для спелых древостоев, а для молодняков, которые часто используются при проведении опытов, они составляют соответственно для хвои и древесной зелени 90 и 84 % от среднего уровня.

Кроме того, на запасы эфирного масла существенное влияние оказывает место сбора семян, из которых выращены культуры (табл. 6). Из приведенных данных видно, что как для древесной зелени в целом, так и отдельно для хвои и побегов коэффициент вариации массовой доли масла составляет около 20 %.

Таблица 6

Влияние географической изменчивости на содержание эфирного масла, % от абс. сухой массы

Лесхозы	Широта	Долгота	Древесная зелень	Хвоя	Побеги
Якутский	63	130	0,85	0,74	0,87
Онежский	64	38	0,69	0,58	0,84
Любанский	60	32	0,64	0,57	0,70
Эстонский	59	26	0,62	0,57	0,65
Нижнеенисейский	60	90	0,93	0,78	1,01
Енисейский	58	93	0,85	0,73	0,88
Красноярский	56	93	0,82	0,74	0,87
Минусинский	53	92	0,64	0,61	0,72
Могочинский	54	120	0,70	0,63	0,75
Иркутский	52	104	0,66	0,53	0,74
Волчихинский	52	80	0,56	0,49	0,63
Бежицкий	53	34	0,52	0,46	0,55
Сомовский	52	39	0,52	0,46	0,55
Ростовский	48	51	0,52	0,44	0,56

Примечание. Для древесной зелени, хвои и побегов $\bar{x} \pm m$ равно соответственно $0,68 \pm 0,04$; $0,60 \pm 0,03$ и $0,74 \pm 0,04$; S_x — 0,14; 0,12 и 0,14; V — 19,9; 19,3 и 19,2 %.

Зависимость выхода масла от географических координат произрастания насаждений y выражается линейной функцией $x = ky + b$. Значения коэффициентов уравнения приведены в табл. 7. Из результатов, представленных в табл. 6 и 7, следует, что варьирование массовой доли масла в древесной зелени, хвое и побегах обусловлено преимущественно широтой произрастания. С вероятностью 0,95 влияние данного фактора оказывается значимым в предположении нормальной линейной регрессии. Остаточная дисперсия для указанных растительных тканей составляет соответственно 13,0; 11,7 и 12,8 %.

Таблица 7

Коэффициенты уравнения прямой

Растительные ткани	Широта		Долгота	
	k	b	k	b
Древесная зелень	3,3	161	0,2	56
Хвоя	3,1	113	0,2	43
Побеги	3,1	96	0,2	56

Географическая долгота играет заметно меньшую роль в изменении запасов эфирного масла в вегетативных органах. Угловой коэффициент прямой, характеризующей эту зависимость, равен 0,2, что значительно меньше коэффициентов для широты произрастания фитоценозов ($k = 3,1 \dots 3,3$).

Это подтверждается исследованием запасов эфирного масла древесной зелени [6] и согласуется с общей закономерностью накопления липидов [10].

Таким образом, при определении массовой доли эфирного масла в хвое и древесной зелени наиболее значима индивидуальная изменчивость, несколько меньше — географическая. Влияние суточной, сезонной, возрастной и эндогенной изменчивости проявляется в меньшей степени и примерно на одном уровне ($V = 10 \dots 14 \%$).

Для исключения воздействия основных видов изменчивости анализируемые образцы тканей необходимо отбирать со средней части кроны определенного числа деревьев, учитывая фазу вегетации, время суток, возраст и широту произрастания древостоев.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- [1]. Немировский О. М. К биологической характеристике эфирных масел природного происхождения // Тр. Ленинград. санитарно-гигиен. медицин. ин-та.— 1975.— Вып. 3.— С. 55—60. [2]. Петренко Е. С. Изменчивость числа смоляных каналов в хвое сосны обыкновенной // Лесоведение.— 1967.— № 6.— С. 78—83. [3]. Плетнев М. Ю. Косметико-гигиенические моющие средства.— М.: Химия, 1990.— 272 с. [4]. Полтавченко Ю. А. Эфирные масла хвойных деревьев Прибайкалья и генезис монотерпенов. Автореф. дис. ... канд. с.-х. наук.— Иркутск, 1974.— 24 с. [5]. Себер Дж. Линейный регрессионный анализ.— М.: Мир, 1980.— 395 с. [6]. Степень Р. А., Кузнецова Г. А. Содержание и состав эфирного масла древесной зелени сосны обыкновенной в различных районах Сибири // Лесоведение.— 1986.— № 2.— С. 86—89. [7]. Степень Р. А., Чуркин С. П. Летучие выделения сосны.— Красноярск: ИЛиД СО АН СССР, 1982.— 139 с. [8]. Черепин В. Л. Изменчивость семян сосны обыкновенной.— Новосибирск: Наука, 1980.— 183 с. [9]. Чудный А. В. Изменчивость состава терпентинных масел сосны обыкновенной // Раст. ресурсы.— 1977.— Т. 13, вып. 2.— С. 291—304. [10]. Шарипов Н. И. Химизм растений и климат.— М.; Л.: Изд-во АН СССР, 1954.— 209 с.

Поступила 22 марта 1991 г.

УДК 577.472

ЛЕС КАК ФАКТОР ЗАЩИТЫ ПРИРОДНЫХ ВОДОЕМОВ ОТ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ПОВЕРХНОСТНЫМИ СТОКАМИ

В. А. МЕЛЬЧАНОВ

ВНИИЛМ

Исследования последних лет показали [3, 4, 5], что загрязнение природных водоемов обусловлено не только сбросом промышленных и бытовых сточных вод, но и, в значительной степени, поступлением в них поверхностных вод с сельхозугодий, несущих с собой, в частности, биогенные элементы (азот, фосфор и калий). Нами проведены работы по выявлению высокой положительной роли леса в задержании этих элементов [1, 2].

Установлено [3], что 1 % еловых насаждений, произрастающих в нижней части полевого водосбора, задерживает 38 % твердых компонентов стока, 60 % фосфатов, 60 % хлоридов, 40 % аммиачного и 54 % нитратного азота от общего количества поступающего поверхностного стока. При этом 38 % стока переводится в почвенный.

Очистка вод поверхностного стока от твердых взвесей и нитратного азота происходит только путем перевода поверхностного стока в

почвенный, а от аммиачного азота, фосфатов и хлоридов — за счет использования поглотительных свойств почвы.

Можно проследить дальнейший путь задержанных лесом биогенных веществ, сопоставляя данные химических анализов полевых и находящихся под воздействием талых вод почв. При систематическом выносе питательных веществ с полей должно происходить их накопление на площадях, непосредственно примыкающих к ним. Однако, как показали исследования, этого в природе не происходит. Существенных различий по запасам гумуса, подвижных фосфатов и калия в метровой толще лесных и полевых почв не наблюдается, так как деревья, кустарники и травы лесного биогеоценоза используют питательные вещества в процессе своего роста. Причем, прирост по диаметру деревьев сосны в зоне влияния талых вод на 11,2 % выше, чем на водораздельном участке.

Проведенные исследования позволили разработать региональные предварительные рекомендации по предотвращению загрязнения водных объектов стоками сельскохозяйственных угодий с использованием лесных насаждений для легких супесчаных и суглинистых почв. Сущность предложенных рекомендаций заключается в необходимости создания лесных насаждений в нижней части (ложбины, тальвеги) каждого элементарного полевого водосбора. При этом необходимо учитывать состав лесных пород и почв, размеры площади водосбора, концентрацию загрязняющего ингредиента, наличие распылителей стока, водозадерживающих канав, валов и т. д.

При определении размеров необходимой площади защитных насаждений для задержания того или иного ингредиента, рассчитываемых в процентах от полевой части водосбора, использовали данные, приведенные в табл. 1.

Таблица 1

Состав дровостоя	Почва	Объем стока	Твердые компоненты	Фосфаты	Нитратный азот	Аммиачный азот	Хлориды
6Е2С1Ос1В	Супесчаная	2,6	2,3	1,7	1,8	2,5	1,7
9С1В	»	2,4	0,9	0,9	2,4	1,8	0,9
5Е3Ос1Д1В	Суглинистая	13,8	9,8	5,3	13,8	5,4	—

Наши исследования показали, что средние концентрации азота в водах, стекающих с сельскохозяйственных угодий, находятся в пределах оптимального для развития водных организмов. Фактором, лимитирующим развитие водных экосистем, является содержание фосфатов, так как их количество после очистки меньше минимума, ограничивающего развитие сине-зеленых водорослей. Следовательно, расчет размеров полос лесных насаждений можно производить по фосфатам.

Полная очистка вод от загрязняющих веществ будет наблюдаться при переводе всего поверхностного стока в почвенный. Однако при этом необходимо занять под лес высокий процент площадей, используемых в сельскохозяйственном производстве. Так, например, на супесчаных почвах для полного перевода поверхностного стока в почвенный необходимо создавать еловые насаждения в нижней части полевого водосбора на площади не менее 2,6 %, а для задержания фосфатов — 1,7 % от полевой части водосбора.

Вода, поступающая в водоемы по внутрипочвенному стоку через родники, не нуждается в очистке, загрязнение и заиливание водохранилищ отсутствует [2].

С учетом существующих тарифов на воду, забираемую промышленными предприятиями из водохозяйственных систем, и фактически определенного количества воды поверхностного стока, переведенного в почвенный, нами проведена экономическая оценка стокоочищающей функции хвойных лесов [1] (табл. 2).

Таблица 2

Показатели	Расчетная стоимость, р.
Стокоочищающий эффект насаждений:	
еловых	99,50
сосновых	203,00
Экономия затрат на расчистку водоема от заиления	3,20
Ежегодная прибыль от реализации	13,66
Противоэрозионный и защитный эффект	147,61
Потери сельского хозяйства в связи с изъятием земель	238,00
Затраты на создание и уход за лесными культурами до возраста смыкания кроны	93,47
Суммарный экономический эффект в первый год эксплуатации насаждений (по функциональному назначению):	
еловых	-67,50
сосновых	+36,00
Ежегодный экономический эффект функционирующих стокоочищающих лесных полос:	
еловых	+25,97
сосновых	+129,47

Как видно из табл. 2, ежегодный экономический эффект функционирующих стокоочищающих лесных полос из еловых насаждений составил 26, а сосновых 130 р. на 1 га. Эти суммы в десятки раз превышают таксовую стоимость ежегодного прироста древесины. Затраты на создание окупятся через 7 лет для сосновых и 10 лет для еловых насаждений.

Следовательно, использование лесных насаждений в роли биологического фильтра для очистки загрязненных стоковых вод относится к экономически выгодным мероприятиям вложения средств в охрану природы.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- [1]. Бобруйко Б. И., Мельчанов В. А. Экономическая оценка стокоочищающих свойств защитных насаждений по берегам рек и водоемов // Лесн. журн.— 1987.— № 2.— С. 96—101.— (Изв. высш. учеб. заведений). [2]. Засоба А. В. Водоохранная роль искусственных степных лесов // Вестник с.-х. науки.— 1988.— № 9.— С. 135—136. [3]. Мельчанов В. А. Роль леса в охране водоемов от загрязнения.— ЦБНТИ, Гослесхоз СССР, 1983.— С. 20. [4]. Примайченко А. Д. Факторы, определяющие продуктивность сине-зеленых водорослей в Днепровских водохранилищах // Формирование и контроль качества поверхностных вод.— Киев: Наук. думка, 1976.— Вып. 2.— С. 4—6. [5]. Юркин С. Н., Макаров Н. Б., Пименов Е. М. Потери азота, фосфора и калия из почвы и удобрений с поверхностным стоком: (Обзор) // Агрехимия.— 1978.— № 11.— С. 133—141.

ЭКОНОМИКА И ОРГАНИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВА

УДК 630*786

О НАЛИЧИИ ЭКСТРЕМАЛЬНЫХ СВОЙСТВ
У ФУНКЦИИ ПОТЕРЬ ОТ НЕДОПОСТАВОК ДРЕВЕСИНЫ
НА ПРЕДПРИЯТИЯХ ЦБП

Г. Е. ДАВЫДОВ, Н. И. ПОПОВ

Московский лесотехнический институт

1. Ранее [2, 3] были получены зависимости для определения потерь предприятий ЦБП от недопоставок древесины. Эти потери состоят из непроизводительных затрат и упущенной выгоды.

Непроизводительные затраты включают два вида относительного перерасхода — заработной платы производственных рабочих (с отчислениями на социальное страхование) и условно-постоянных затрат, обусловленных простоями и сокращением объемов производства по причине недопоставок сырья. Упущенная выгода определяется размером прибыли, недополученной вследствие сокращения объемов производства и реализации продукции.

При многочисленных расчетах, выполненных на фактическом материале, несколько неожиданно выявилась немонотонная зависимость удельных убытков от размера недопоставки сырья (см., например, данные таблицы для потока белой древесной массы Балахнинского ЦБК). Ряд значений недопоставки получен варьированием ее размера от нуля до максимально возможной величины (определяемой экспортным путем) при помощи максимального коэффициента варьирования P_i , при котором недопоставка сырья компенсируется запасами, резервирующими i -ю технологическую стадию, $P_i \in [0, 1]$.

Наряду с абсолютными потерями от недопоставок, сфера применения которых ограничивается практически только регулированием имущественной ответственности, особенно важно знать удельные потери и особенности их изменения с ростом объема недопоставленного сырья. Помимо регулирования имущественной ответственности удельные потери используются:

в задачах управления запасами, решение которых позволяет определять оптимальные значения ряда важнейших параметров дисциплины поставок;

Коэффициент варьирования	Непроизводительные затраты	Упущенная выгода	Полные потери	Недопоставки сырья, тыс. м ³	Удельные потери, р./м ³
	тыс. р.				
0,044	0	0	0	9,21	0
0,060	4,93	0	4,93	12,56	0,39
0,062	9,79	0	9,79	12,98	0,75
0,063	13,88	0	13,88	13,19	1,05
0,375	1004,05	226,27	1230,32	78,51	15,67
0,687	1716,01	452,81	2168,82	142,84	15,08
1,000	2412,58	680,07	3092,65	209,37	14,77

для определения потребителями эффективности собственных мер по повышению надежности лесоснабжения. С принятием СМ СССР и Высшим арбитражным судом СССР «Временной методики определения размера ущерба (убытков), причиненного нарушениями хозяйственных договоров» [1] появляется возможность применения удельных прогнозных показателей потерь в практике договорного регулирования хозяйственных взаимодействий по поставкам.

Первоначально казалось, что всякий рост недопоставки ведет к увеличению удельных потерь. Однако выяснилось, что это характерно лишь до определенного значения коэффициента варьирования, а затем, вплоть до максимально возможного объема недопоставленного сырья, удельные потери снижаются. В связи с этим возникла необходимость исследовать экстремальные свойства удельных потерь от недопоставок.

2. Решение задачи состоит из трех частей: получение функциональной зависимости удельных потерь от коэффициента варьирования, нахождение общего выражения для расчета координат точки экстремума, изучение экономической сущности этих связей.

3. Максимально возможный объем недопоставки $\Delta\Phi$ (переменный поток) представим в виде

$$\Delta\Phi = V - S, \quad (1)$$

где V — годовые фонды предприятия на сырье, по которым рассчитывают потери от недопоставок (например балансы еловых-пихтовых II и III сортов), м³;

S — часть годовых фондов предприятия на то же сырье, поставка которой гарантирована (постоянный поток), м³.

Тогда полные непроизводительные затраты U_{Π} определяются выражением

$$U_{\Pi} = \sum_{i=1}^n U_{\Pi i} = \frac{T_{\text{эф}}}{V} \left\{ V \sum_{i=1}^n 3\Pi_i + P_k (V - S) \sum_{i=1}^n УПР_i - \frac{1}{P_k (V - S)} \left(\sum_{i=1}^n 3_i \left[V \sum_{j=1}^n 3\Pi_j + P_k (V - S) \sum_{j=1}^n УПР_j \right] \right) \right\}, \quad (2)$$

где $T_{\text{эф}}$ — эффективный фонд времени ведущего оборудования потока, ч;

$3\Pi_i$ — удельный расход заработной платы с отчислениями на социальное страхование за время вынужденного простоя на i -й технологической стадии, р./ч;

P_k — коэффициент варьирования, характеризующий размер возможного срыва поставки, $P_k \in [0, 1]$;

$УПР_i$ — удельный расход условно-постоянных затрат на i -й технологической стадии, р./ч;

3_i — запас сырья (или соответствующего полуфабриката, пересчитанного в объем сырья, резервирующего i -ю стадию технологического процесса), м³.

4. Размер прибыли, не полученной по причине простоев $U_{y.в}$, находим по формуле

$$U_{y.в} = (Ц - С) \frac{P_k (V - S) - \sum_{i=1}^n 3_i}{K_{\text{расх}}}, \quad (3)$$

где $Ц$, $С$ — оптовая цена и себестоимость натуральной единицы готовой продукции, р.;

$K_{\text{расх}}$ — коэффициент расхода сырья на единицу готовой продукции.

5. Суммарные убытки U_c составляют

$$U_c = U_n + U_{y.в} = \frac{T_{эф}}{V} \left\{ V \sum_{i=1}^n 3\Pi_i + P_k(V-S) \sum_{i=1}^n УПР_i - \frac{1}{P_k(V-S)} \times \right. \\ \left. \times \left(\sum_{i=1}^n 3_i \left[V \sum_{j=i}^n 3\Pi_j + P_k(V-S) \sum_{j=i}^n УПР_j \right] \right) \right\} + \\ + (Ц - C) \frac{P_k(V-S) - \sum_{i=1}^n 3_i}{K_{расх}}, \quad (4)$$

а удельная величина U_{yd} (в расчете на 1 м³ недопоставки)

$$U_{yd} = \frac{U_c}{P_k(V-S)} = \frac{T_{эф}}{V} \left\{ \frac{V}{P_k(V-S)} \sum_{i=1}^n 3\Pi_i + \sum_{i=1}^n УПР_i - \right. \\ \left. - \frac{1}{P_k(V-S)} \left(\sum_{i=1}^n 3_i \left[\frac{V}{P_k(V-S)} \times \sum_{j=i}^n 3\Pi_j + \sum_{j=i}^n УПР_j \right] \right) \right\} + \\ + \frac{Ц - C}{K_{расх}} - \frac{Ц - C}{K_{расх}} \frac{\sum_{i=1}^n 3_i}{P_k(V-S)}. \quad (5)$$

Зависимость (5) дает решение первой части задачи.

6. Исследуем выражение (5) на экстремальность, для этого продифференцируем его относительно P_k и приравняем первую производную нулю:

$$\frac{dU_{yd}}{dP_k} = \frac{T_{эф}}{V} \left\{ - \frac{V \sum_{i=1}^n 3\Pi_i}{P_k^2(V-S)} + \sum_{i=1}^n 3_i \left[\frac{V \sum_{j=i}^n 3\Pi_j}{P_k^3(V-S)^2} + \frac{\sum_{j=i}^n УПР_j}{P_k^2(V-S)} \right] + \right. \\ \left. + \frac{1}{P_k^3(V-S)^2} \left[\sum_{i=1}^n 3_i \left(V \sum_{j=i}^n 3\Pi_j \right) \right] \right\} + \frac{Ц - C}{K_{расх}} \frac{\sum_{i=1}^n 3_i}{P_k^2(V-S)} = 0.$$

После некоторых преобразований получим

$$\frac{2T_{эф}}{P_k(V-S)} \sum_{i=1}^n \left[3_i \left(\sum_{j=i}^n 3\Pi_j \right) \right] - T_{эф} \sum_{i=1}^n 3\Pi_i + \\ + \frac{T_{эф}}{V} \sum_{i=1}^n \left[3_i \left(\sum_{j=i}^n УПР_j \right) \right] + \frac{Ц - C}{K_{расх}} \sum_{i=1}^n 3_i = 0, \quad (6)$$

откуда координата точки экстремума

$$P_k = \frac{2T_{эф} \sum_{i=1}^n \left[3_i \left(\sum_{j=i}^n 3\Pi_j \right) \right]}{(V-S) \left(\sum_{i=1}^n 3\Pi_i - \frac{1}{V} \sum_{i=1}^n \left[3_i \left(\sum_{j=i}^n УПР_j \right) \right] - \frac{Ц - C}{T_{эф} K_{расх}} \sum_{i=1}^n 3_i \right)}. \quad (7)$$

Выражение (7) дает решение второй части задачи. Продифференцировав левую часть (6) еще раз относительно P_k , можно убедиться, что в точке экстремума вторая производная отрицательна, и, следовательно, имеет место максимум функции $U_{yd}(P_k)$.

7. Для экономической интерпретации полученного результата (7) исследуем его разновидность

$$\frac{1}{P_k} = \frac{V-C}{2} \left\{ \left[\frac{\sum_{i=1}^n 3\Pi_i}{\sum_{i=1}^n \left[3i \left(\sum_{j=i}^n 3\Pi_j \right) \right]} \right] - \frac{1}{V} \left[\frac{\sum_{i=1}^n \left[3i \left(\sum_{j=i}^n y\Pi_j \right) \right]}{\sum_{i=1}^n \left[3i \left(\sum_{j=i}^n 3\Pi_j \right) \right]} \right] - \right. \\ \left. - \frac{C-C}{T_{эф}K_{расх}} \left[\frac{\sum_{i=1}^n 3i}{\sum_{i=1}^n \left[3i \left(\sum_{j=i}^n 3\Pi_j \right) \right]} \right] \right\} = \\ = \frac{V-S}{2} \left(A - \frac{1}{V} B - \frac{C-C}{T_{эф}K_{расх}} D \right), \quad (7')$$

8. Рассмотрим A:

$$A = \frac{\sum_{i=1}^n 3\Pi_i}{\sum_{i=1}^n \left[3i \left(\sum_{j=i}^n 3\Pi_j \right) \right]},$$

тогда

$$1/A = \frac{\sum_{i=1}^n \left[3i \left(\sum_{j=i}^n 3\Pi_j \right) \right]}{\sum_{i=1}^n 3\Pi_i}. \quad (8)$$

Величина 1/A представляет собой своеобразную модификацию средневзвешенного запаса. В качестве веса принята доля удельных потерь заработной платы на технологических стадиях, которые резервируются этим запасом, в общей сумме потерь заработной платы. Таким образом, запасы, резервирующие более ранние технологические стадии, как бы увеличиваются относительно запасов, расположенных ближе к концу технологического потока. Обозначим

$$1/A = E(Z),$$

где E(Z) — средневзвешенный запас, резервирующий технологический поток в целом, м³.

Тогда

$$A = 1/E(Z). \quad (9)$$

9. Рассмотрим B:

$$B = \frac{\sum_{i=1}^n \left[3i \left(\sum_{j=i}^n y\Pi_j \right) \right]}{\sum_{i=1}^n \left[3i \left(\sum_{j=i}^n 3\Pi_j \right) \right]}. \quad (10)$$

Разделив числитель и знаменатель правой части выражения (10) на $\sum_{i=1}^n 3i$, получим

$$B = \frac{\sum_{i=1}^n \left[3i \left(\sum_{j=i}^n y\Pi_j \right) \right]}{\sum_{i=1}^n 3i} : \frac{\sum_{i=1}^n 3i}{\sum_{i=1}^n \left[3i \left(\sum_{j=i}^n 3\Pi_j \right) \right]}. \quad (11)$$

По сути дела выражение (11) показывает средневзвешенные часовые затраты по зарплате и удельным условно-постоянным расходам в

соответствии с тем, насколько потеря этих средств предотвращена цепочками резервирующих запасов. Здесь тенденция определена жестко: чем дальше от биржи (страхового запаса), тем больший вес имеют непроизводительные затраты рассматриваемого этапа. Чем сильнее защищены данные затраты, тем больше их доля в средневзвешенных удельных потерях.

Обозначим

$$\frac{\sum_{i=1}^n \left[\mathcal{Z}_i \left(\sum_{j=i}^n \mathcal{U} \Pi P_j \right) \right]}{\sum_{i=1}^n \mathcal{Z}_i} = E(\mathcal{U} \Pi P); \quad (12)$$

$$\frac{\sum_{i=1}^n \left[\mathcal{Z}_i \left(\sum_{j=i}^n \mathcal{Z} \Pi J \right) \right]}{\sum_{i=1}^n \mathcal{Z}_i} = E(\mathcal{Z} \Pi). \quad (13)$$

10. Рассмотрим D :

$$D = \frac{\sum_{i=1}^n \mathcal{Z}_i}{\sum_{i=1}^n \left[\mathcal{Z}_i \left(\sum_{j=i}^n \mathcal{Z} \Pi J \right) \right]},$$

тогда

$$1/D = \frac{\sum_{i=1}^n \left[\mathcal{Z}_i \left(\sum_{j=i}^n \mathcal{Z} \Pi J \right) \right]}{\sum_{i=1}^n \mathcal{Z}_i}. \quad (14)$$

Согласно (13)

$$1/D = E(\mathcal{Z} \Pi). \quad (15)$$

Подставив выражения (9), (13) и (15) в (7'), получим

$$\begin{aligned} \frac{1}{P_k} &= \frac{V-S}{2} \left[\frac{1}{E(\mathcal{Z})} - \frac{1}{V} \frac{E(\mathcal{U} \Pi P)}{E(\mathcal{Z} \Pi)} - \frac{\mathcal{U}-C}{T_{\text{эф}} K_{\text{расх}}} \frac{1}{E(\mathcal{Z} \Pi)} \right] = \\ &= \frac{V-S}{2} \left[\frac{E(\mathcal{Z} \Pi) V T_{\text{эф}} K_{\text{расх}} - E(\mathcal{U} \Pi P) E(\mathcal{Z}) T_{\text{эф}} K_{\text{расх}} - (\mathcal{U}-C) V E(\mathcal{Z})}{E(\mathcal{Z}) V E(\mathcal{Z} \Pi) T_{\text{эф}} K_{\text{расх}}} \right], \end{aligned}$$

откуда

$$\begin{aligned} P_k &= \frac{2E(\mathcal{Z}) VE(\mathcal{Z} \Pi) T_{\text{эф}} K_{\text{расх}}}{(V-S)[E(\mathcal{Z} \Pi) V T_{\text{эф}} K_{\text{расх}} - E(\mathcal{U} \Pi P) E(\mathcal{Z}) T_{\text{эф}} K_{\text{расх}} - (\mathcal{U}-C) VE(\mathcal{Z})]} = \\ &= \frac{2E(\mathcal{Z}) E(\mathcal{Z} \Pi)}{(V-S) \left[E(\mathcal{Z} \Pi) - \frac{1}{V} E(\mathcal{U} \Pi P) E(\mathcal{Z}) - \frac{\mathcal{U}-C}{T_{\text{эф}} K_{\text{расх}}} E(\mathcal{Z}) \right]}. \quad (16) \end{aligned}$$

Выражение (16) позволяет с достаточной наглядностью экономически интерпретировать сам факт наличия экстремальных свойств у функции потерь от недопоставок и закономерности их проявления.

11. С возрастанием негарантированной части потока поставок — переменного потока $(V-S)$ координаты максимума удельных потерь от недопоставок смещаются в сторону меньших значений коэффициента варьирования P_k . Причины этого очевидны. При прочих равных условиях с ростом абсолютного размера недопоставок (переменного потока) остановки производства становятся более ранними, так же как начало формирования и, следовательно, достижение максимума потерь.

12. Увеличение средневзвешенного запаса влечет смещение координаты максимума убытков в сторону больших значений коэффициента варьирования. Это связано с тем, что у «хорошо зарезервированного» потока при прочих равных условиях останов производства произойдет позже и вызовет более позднее начало формирования и достижение максимума потерь.

13. С ростом средневзвешенной удельной заработной платы уменьшается экстремальное значение коэффициента варьирования. Это объясняется возрастанием ее значения для общих убытков. Экстремум удельных потерь от недопоставок сдвигается на те значения переменного потока, при которых возможен рост удельной заработной платы. Этот диапазон находится в зоне относительно небольших P_k и ограничен сверху моментом останова последней технологической стадии.

14. Удельные условно-постоянные расходы повышаются с уменьшением объемов производства, одной из причин которого может служить увеличение объемов недопоставленного сырья. Таким образом, рост этих расходов по сути означает смещение координаты точки экстремума функции потерь от недопоставок в сторону больших значений коэффициента варьирования P_k .

15. Рост удельной прибыли влияет на увеличение экстремального значения коэффициента варьирования, так как при этом растет ее значение для общих убытков. Экстремум удельных потерь от недопоставок сдвигается на те значения переменного потока, при которых возможен рост удельной прибыли. Этот диапазон находится в интервале относительно больших P_k и ограничен снизу моментом останова последней технологической стадии.

В результате ряда экспериментальных расчетов, в которых последовательно варьировался каждый из входящих в формулу (16) элементов, было определено, что на коэффициент P_k наибольшее влияние оказывает размер негарантированной части поставки и объем средневзвешенного резервирующего запаса. Для предотвращения максимальных прогнозируемых удельных потерь от недопоставок, соответствующих экстремальному коэффициенту варьирования, необходимо осуществить комплекс мероприятий, направленных на повышение надежности поставок (что вызовет снижение их негарантированной части), а также на увеличение размера средневзвешенного резервирующего запаса.

Эффективность предпринимаемых мер определяется сопоставлением затрат на повышение надежности текущего лесоснабжения с величиной предотвращенных потерь.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- [1]. Временная методика определения размера ущерба (убытков), причиненного нарушениями хозяйственных договоров // Экономика и жизнь.—1991.—№ 3. [2]. Давыдов Г. Е. Лесоснабжение и перевозка леса.—М.: МЛТИ, 1988.—60 с. [3]. Оценка издержек дефицита древесного сырья / Г. Е. Давыдов, Н. И. Попов, В. Д. Федоров // Бумажи. пром-сть.—1988.—№ 5.—С. 18—19.

Поступила 27 марта 1991 г.

УДК 630*61

ОБ УПРАВЛЕНИИ ЛЕСАМИ В УСЛОВИЯХ ПЕРЕХОДА К РЫНОЧНОЙ ЭКОНОМИКЕ

Л. С. КЛЕШЕВ

ВНИИЛМ

Органы управления лесами и лесными отраслями за годы советской власти менялись не менее 10 раз, лесовосстановление при стабилизации объема лесозаготовок достигло рубежа 2 млн га в год, однако задачи повышения качества лесохозяйственных работ, рационального использования лесных богатств, их сохранения и приумножения, удовлетворения потребностей народного хозяйства и населения в разнообразной лесной продукции остаются нерешенными. Перестройка управления лесным комплексом страны в 1988 г. не внесла ясности в вопрос об ответственности за управление лесами. Обнадеживающая идея о несовместимости функций лесфондодержателя и лесопользователя в одном руководящем органе реализована лишь частично. На вновь созданный Госкомлес СССР были возложены обязанности по управлению единым гослесфондом СССР, контролю за состоянием, использованием, воспроизводством, охраной и защитой лесов. Но остались и сложившиеся управленческие структуры (министерства, управления, объединения, комплексные предприятия), совмещавшие эти функции. Кроме того, наряду с Госкомлесом СССР, контроль за использованием и воспроизводством лесных ресурсов поручался местным Советам народных депутатов и Госкомприроде СССР. В результате в лесу по-прежнему не было единого хозяина.

Создание системы управления лесами, отделенной от управления производством, осложнилось после разделения государственной собственности на общесоюзную, собственность союзных республик, автономных и административно-территориальных образований (ст. 19 закона «О собственности в СССР») и провозглашения земли и растительного мира неотъемлемым достоянием народов, проживающих на данной территории (ст. 3 и 20). Используя этот закон, а также декларации о суверенитетах, невзирая на правовые препятствия, некоторые республики и местные Советы поспешили объявить леса своей собственностью.

Совет Министров России при образовании Министерства лесного хозяйства РСФСР наделил его функциями управления гослесфондом, государственного контроля за использованием, воспроизводством, охраной и защитой лесов, поставив под сомнение существование Госкомлеса СССР, создал ситуацию, при которой Минлесхоз РСФСР управляет лесами, занимается производственной деятельностью и сам себя контролирует. Но ведь известно, что при ведении лесозаготовок и лесовосстановления предприятия лесного хозяйства допускают такие же лесонарушения и потери, как и предприятия Минлеспрома СССР. Имеет ли Минлесхоз РСФСР юридическое и моральное право управлять лесами, контролировать лесохозяйственную и лесопромышленную деятельность Минлеспрома СССР?

Конфликтная ситуация возникла также в связи с передачей Минлеспрому СССР 200 млн га леса вместе с лесной службой, т. е. с факти-

ческим делегированием ему функций управления лесами. Совет Министров РСФСР в январе 1991 г. постановил передать весь лесной фонд, закрепленный за предприятиями Минлеспрома СССР, государственным органам лесного хозяйства. С правовой точки зрения эта акция неосостоятельна, так как комплексные лесные предприятия (КЛП) создавались по решениям союзного правительства, а леса закреплялись за ними в установленном порядке.

Минлеспром СССР, опираясь на одобренный в 1980 г. карпатский опыт деятельности КЛП и последующие постановления союзного руководства от 1984 и 1988 гг., а также на утвержденное совместно с Гослесхозом СССР Положение о комплексном лесном предприятии, отстаивал свою концепцию на проблему управления. Так, министр В. И. Мельников считал, что нельзя разделять лесной комплекс страны на два противоборствующих лагеря, так как у лесников и лесорубов общие цели. Кроме того, за 1989 г. предприятия Минлеспрома СССР провели лесовосстановление в таком же объеме, как и все хозяйства Госкомлеса СССР, т. е. на площади около 1 млн га, из них 393 КЛП выполнили работы на площади 710 тыс. га.

Можно согласиться с мнением Минлеспрома СССР, что управление лесами должно не разобщать отрасли, а органически связывать воедино лесовосстановление, охрану леса, его заготовку и переработку, но только в смысле объединенного управления лесохозяйственной и лесопромышленной деятельностью в рамках КЛП, производственного объединения или министерства. Слияние функций управления лесами и производством, подчинение лесничих и лесной охраны руководству предприятий как раз и является одной из причин неудовлетворительного состояния наших лесов и многочисленных нарушений в лесопользовании, запущенности лесохозяйственной деятельности в лесхозах и бурного развития лесопромышленного производства, дискредитации такой прогрессивной организационной формы, как комплексное предприятие.

Сейчас судьба КЛП остается неопределенной в связи с недостатками в их деятельности и возможным переоформлением закрепленного за ними лесфонда на возмездное пользование. На дискуссии по проблеме перехода к рыночным отношениям в Минлесхозе РСФСР (октябрь 1990 г.) стоял вопрос о целесообразности совмещения в одном предприятии лесохозяйственной и лесопромышленной деятельности. Участники пришли к выводу, что в таежной зоне предпочтительнее отделить промышленную деятельность (значит, ликвидировать КЛП?), в малолесной выгоднее оставлять комплексные предприятия. Целесообразность той или иной структуры должны определять сами областные и краевые объединения. Указанная точка зрения объясняется тем, что руководство Минлесхоза РСФСР не допускает и мысли о разделении функций управления лесами и производством.

При разработке концептуальных подходов к решению проблемы необходимо ответить, прежде всего, на коренной вопрос: кому принадлежат леса и кто должен быть их хозяином. От этого зависит правильное решение вопроса о субъекте управления. Понятия собственника и хозяина отличаются. Собственник — владелец имущества, хозяин — тоже владелец, но в переносном, общепринятом смысле, бережливый, технически грамотный, полномочный распорядитель.

В Конституции СССР, Основах лесного законодательства вопрос о собственности на леса был решен однозначно: они являются государственной (общенародной) собственностью, общим достоянием всего советского народа.

После введения в действие закона «О собственности в СССР», республиканских законов и декларирования суверенитетов положение с использованием лесных ресурсов еще более обострилось; местные Со-

веты стали распоряжаться лесными богатствами, отнюдь не заботясь об их сохранении и приумножении.

В обращении к Президенту и премьер-министру СССР лидеры профсоюзного движения лесной отрасли констатировали: «Кризисное положение в экономике усугубляется разрушением государственной структуры управления лесами и лесным комплексом, усилением местничества в распоряжении лесными ресурсами. В нарушение Конституции СССР местными Советами принимаются решения о передаче государственных лесов в различные формы собственности, в результате чего во многих регионах парализуется деятельность лесных предприятий»*.

Конфликт законов после заключения Союзного договора будет урегулирован. И поскольку леса действительно являются национальным богатством, оформление отмены общенародной собственности на них в Конституции СССР и Основах лесного законодательства — это лишь вопрос времени.

Согласно заголовку разд. 4 закона «О собственности в СССР», леса являются государственной собственностью и в соответствии со ст. 19, казалось бы, не только союзной республики и Союза ССР (при передаче Союзу по согласованию с республиками), но и автономных образований, краев и областей, входящих в союзную республику. Но в п. 1 ст. 20 право владения природными ресурсами за краями и областями не признается, следовательно, их Советы не имеют прав распоряжения и управления лесами (в ст. 19 эти права предоставлены в отношении другого имущества и, надо полагать, в пределах полномочий местных Советов). Что касается автономий, то Верховный Совет СССР предоставил право владения и распоряжения природными ресурсами не только республикам, которые по Закону от 26.04.1990 г. являются субъектами СССР, но и автономным областям, округам. Это право справедливо оспаривается Верховным Советом РСФСР, так как оно внушило лидерам автономий ложную идею о самостоятельности государства внутри другого государства (отсюда пошел «парад суверенитетов») и ставит в неравные условия края и области России. Точнее право собственности на природные ресурсы сформулировано в ст. 6 закона «О собственности в РСФСР»: они являются достоянием народов, проживающих на соответствующей территории, и, согласно законам РСФСР и республик, находятся в ведении Советов народных депутатов.

К праву полного хозяйственного ведения не обязательно применяются правила о праве собственности. Но и последнее еще не означает права распоряжаться и пользоваться собственностью по усмотрению собственников. Существуют законы, ограничивающие их права. Это Основы лесного законодательства, Лесной кодекс и другие государственные документы по управлению лесами. Без них судьба леса зависела бы не только от собственников устремлений, но и от субъективных качеств руководителей, отдельных работников. Поэтому если из ст. 6 и вытекает право наций и народностей на обладание лесами, то субъектом права собственности, устанавливающим правила владения, пользования, распоряжения и управления ими, может быть только союзная республика — суверенное государство, ответственное перед живущими и будущими поколениями за соблюдение законности в лесных отношениях, сохранность лесов, их экологических, водоохраных, защитных, климаторегулирующих, оздоровительных и других полезных функций, воспроизводство леса, которое требует государственной организации в связи с большой продолжительностью производственного цикла.

Таким образом, следуя букве закона «О собственности в СССР», принципам здравого смысла, истории образования многонационального

* Лесная газета. — 1991. — 14 февр.

Российского государства, а также современным тенденциям в развитых странах — США, Канаде, Дании, Австрии и др. (выкуп государством лесов и земель у частных, усиленная национализация лесов, подтапки-ваемая строгостями в вопросах лесопользования), можно сделать вывод, что леса нецелесообразно отдавать ни в частную, ни в коллективную собственность, ни министерствам-лесопользователям, ни даже административно-территориальным и автономным образованиям, если происходит указанный произвол местных властей в вопросах лесопользования.

Используя свое право собственности на леса, каждая союзная республика могла бы создать независимый компетентный орган по управлению ими — Государственный комитет по лесу, но эти излишние управленческие структуры совсем не обязательны при наличии Союза ССР и сосредоточении основной массы лесов в РСФСР. Для реализации единой общесоюзной политики целесообразно образовать союзный орган, стоящий во главе двухзвенной территориальной системы управления, т. е. принять схему: Госкомлес СССР — краевые, областные, автономные управления — районные управления лесами.

Помимо обязанностей, возложенных на Госкомлес СССР в марте 1988 г., ему необходимо передать функции планирования и финансирования мероприятий по рациональному использованию лесных богатств, их восстановлению, обеспечению потребностей народного хозяйства и населения в древесине, недревесном сырье, лесной фауне и других полезных продуктах и свойствах леса.

Экономические методы управления не могут быть эффективными без достаточного и четко налаженного финансирования. Оплата расходов за счет госбюджета в условиях его дефицита не позволяет повысить качество работ и заработную плату работникам леса. Лесной бюджет необходимо пополнить, повысив лесные таксы в среднем не менее чем в 2—3 раза, поскольку поднятие их в 2,5 раза в 1991 г. эффекта не имело из-за мизерной средней величины попенной платы и всеобщего чрезмерного роста цен. В Госкомлесе СССР и его территориальных управлениях должны быть сосредоточены достаточные средства лесного дохода для выполнения программ лесовосстановления и других работ в лесном хозяйстве, а также для справедливой оплаты труда работников леса. Только после удовлетворения этих неотложных потребностей могут быть рассчитаны нормы отчислений лесного дохода в местный и государственный бюджеты.

Преобладающим производственным звеном должно стать постоянно действующее комплексное лесное предприятие (КЛП), совмещающее лесохозяйственную и лесопромышленную деятельность в любой пропорции, независимо от местонахождения. Организация КЛП (без функции управления лесами) позволит качественнее выполнять комплекс лесохозяйственных работ (под контролем независимого лесничего), эффективнее и полнее использовать лесные ресурсы, свободнее маневрировать рабочими и техникой, когда лесозаготовки проводятся преимущественно зимой, лесопосадки — ранней весной, другие работы — в течение весны, лета и осени. Чтобы в КЛП чрезмерно не увлекались рубками главного и промежуточного пользования в ущерб менее выгодным лесохозяйственным работам, необходимо совершенствовать цены, базируя их на принципе равновыгодности всех видов производств. Кроме того, органам управления лесами следует внедрить в КЛП принцип «сколько посадил, столько и срубил», т. е. разрешать рубки главного пользования на площади не более той, где проведено лесовосстановление в предшествующем году.

Основную нагрузку по государственному управлению и контролю в области воспроизводства, использования, охраны и защиты лесов будут нести региональные (областные, краевые, автономные) управления. Они

выполняют функции заказчика, заключают договоры с КЛП на выполнение комплекса лесохозяйственных работ, выписывают лесорубочные билеты, лицензии на разные виды пользования, производят оплату работ на основании актов приемки районных управлений лесами. Последние имеют штат лесничих и лесников, осуществляют охрану, отпуск леса, контроль за соблюдением правил лесопользования, организуют пожарно-химические станции, лесосеменные базы, лесные питомники, ибо защита лесов, повышение их производительности и качественного состава — первейшая забота корпуса лесничих. Контроль за деятельностью региональных управлений осуществляют Госкомлес СССР и местные Советы народных депутатов.

Сдача лесов в аренду не рекомендуется, поскольку в дореволюционной России она оказалась неэффективной, а в развитых капиталистических странах лесопользователи при долгосрочной аренде избегают инвестиций в лесное хозяйство по причине слишком большой отдаленности и неопределенности будущих результатов.

Описанную в общих чертах схему управления лесами предлагается испытать по крайней мере в двух регионах (в малолесной и многолесной зонах).

Поступила 11 июня 1991 г.

КРАТКИЕ СООБЩЕНИЯ И ОБМЕН ОПЫТОМ

УДК 595.768.23

БИОЛОГИЯ СОСНОВОГО ЦВЕТОЕДА —
ВРЕДИТЕЛЯ МУЖСКИХ КОЛОСКОВ СОСНЫ
В КОМИ ССР

М. М. ДОЛГИН

Сыктывкарский государственный университет

Сосновый цветоед (жук долгоносик) — *Anthonomus varians* Payk (*Coleoptera, Curculionidae*) относится к числу широко распространенных вредителей мужских генеративных органов сосны обыкновенной [4, 6]. Выводится он также из мужских колосков ели [5]. Возможно, повреждает и кедр. Есть сообщения, что в Западном Саяне до 13 % мужских колосков кедра сибирского уничтожаются личинками *Anthonomus* sp. [2, 3]. Сведений о биологии соснового цветоеда мало [5, 6], что побудило нас провести исследования, результаты которых приводятся в предлагаемой работе.

Биологию соснового цветоеда мы изучали в подзоне средней тайги Коми ССР. За полмесяца до пыления сосны, через каждые 2—3 д. с разных деревьев с помощью секатора брали по 40...100 вначале набухших мужских почек, а затем колосков и вскрывали в лаборатории под биноклем. Определяли стадию развития вредителя, подсчитывали процент заражения и число насекомых на 100 колосков. Собранные личинки соснового цветоеда и его паразитов в чашках Петри помещали в шкаф переменных температур «Grönland» при 20 °С и докармливали до вылета взрослых насекомых. Кокон наездников, из которых имаго не вылетели, с середины июля до середины января держали при температуре от 0 до —5 °С, а затем снова при 20 °С. Для получения массового материала в начале пыления сосны собирали мужские колоски и выводили взрослых насекомых по разработанной нами ранее методике [1].

Наблюдения показали, что молодые жуки соснового цветоеда вылетают во второй половине июня и проходят дополнительное питание в кроне сосен, выедавая глубокие отверстия в паренхиме хвоинки. В середине июля они откладывают яйца под почечные чешуйки в конусе на-



Рис. 1. Личинка соснового цветоеда

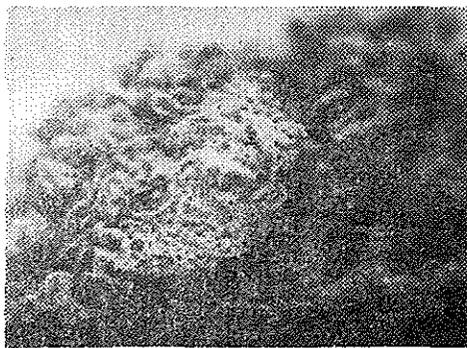


Рис. 2. Кокон соснового цветоеда

растания мужских генеративных почек, из которых весной следующего года отрождаются личинки.

В 1989 г. личинки соснового цветоеда вылуплялись с 25 по 30 мая. В каждом заселенном колоске встречались от 1 до 6, чаще 1-2 личинки (рис. 1). В течение 10...12 дн. личинка питается, свободно перемещаясь от пыльника к пыльнику и уничтожая их. К началу пыления сосны она образует рыхлый желтоватый кокон (рис. 2), внутри которого окукливается. Первые куколки в природе появились 6 июня. Их развитие как в естественных, так и в лабораторных условиях продолжалось в течение 5-6 дн. (рис. 3). Вылет молодых жуков в природе наблюдался с 11 по 19 июня, но в основном (65 %) с 15 по 18 июня.

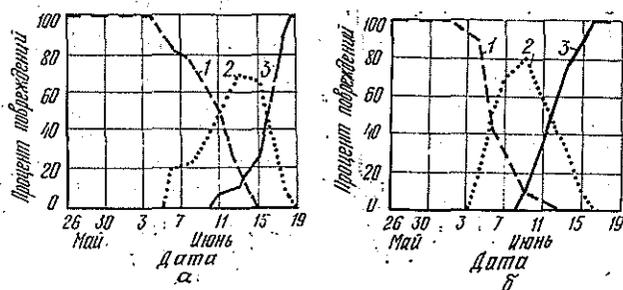


Рис. 3. Развитие соснового цветоеда в природе (а) и в лабораторных условиях (б): 1—личинки; 2—куколки; 3—имаго

В 1988 г. сосновый цветоед повредил до 40 % мужских колосков сосны, в 1989 г. в среднем 19,4 %. Однако на некоторых участках (окрестности Аджерома) поврежденность составляла 50...60 %, а плотность заселения достигала 120 личинок на 100 колосков (см. таблицу). При наличии нескольких личинок вредителя в одном колоске пыльца не развивалась.

В 1989 г. значительная часть (от 37,5 до 49,3 %) личинок соснового цветоеда оказалась зараженной паразитом *Bracon* sp. (*Braconidae*). Кроме этого, из личинок долгоносика выводились ихневмонида (*Scambus alpestrator* Aub.), бракониды (*Apanteles nephus* Papp.) и

Заселенность мужских колосков сосны обыкновенной сосновым цветоедом в 1989 г.

Место сбора образцов	Дата сбора	Просмотрено колосков, шт.	Заселено цветоедом, %	Обнаружено насекомых, экз. на 100 колосков
Сыктывкар	25.05	40	—	—
	26.05	30	3,3	3,3
	29.05	42	7,1	9,5
	31.05	50	6,0	10,0
	06.06	56	8,9	17,8
	08.06	54	13,0	22,2
	11.06	44	13,6	25,0
	13.06	40	12,5	20,0
Аджером	01.06	40	60,0	120,0
	09.06	80	50,0	112,6
Кочьяг	28.05	38	7,9	7,9
Биостанция	04.06	32	31,3	56,3

представитель семейства *Pteromalidae*, видовая принадлежность которого пока не определена.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- [1]. Долгин М. М. Эффективный способ выведения насекомых из шишек хвойных // Тез. докл. Второй Всесоюз. конф. по промышленному разведению насекомых.—М.: МГУ, 1989.—С. 83. [2]. Земкова Р. И. Повреждения шишек и семян кедра сибирского в Западном Саяне // Тр. Ин-та леса и древесины СО АН СССР.—1963.—Вып. 62.—С. 159—167. [3]. Земкова Р. И. Насекомые-вредители темнохвойных лесов Западного Саяна: Автореф. дис. ... канд. биол. наук.—Красноярск, 1966.—18 с. [4]. Саксонс Я. Л. Энтомофауна генеративных органов сосны (*Pinus silvestris* L.) и ели (*Picea abies* Karst.) в Латвийской ССР // Защита леса.—Рига: Зинатне, 1973.—С. 29—53. [5]. Стадницкий Г. В., Гребенщикова В. П. Насекомые, развивающиеся в мужских репродуктивных органах хвойных пород // Энтотол. обозр.—1979.—Т. 58, вып. 2.—С. 282—287. [6]. Старк В. Н. Материалы к биологии *Anthonomus rubescens* Paук // Изв. Ленингр. ин-та по борьбе с вредителями и болезнями в лесном хозяйстве.—1932.—Вып. 2.—С. 117—128.

УДК 630*181.61

О ПРОЯВЛЕНИИ ТРЕХХВОЙНОСТИ У СОСНЫ КРЫМСКОЙ

В. П. КОБА

Никитский ботанический сад

В работе Я. С. Медведева «Деревья и кустарники Кавказа» приводится следующее описание хвой сосны крымской: «Хвоя парная, линейная, жесткая, отстоящая, слегка согнутая, с колючими остроконечниками, темно-зеленая, по краям мелко пиловидная...» [5].

В более поздних работах В. Н. Сукачева [7], С. Я. Соколова [6], А. А. Качалова [2], С. И. Кузнецова [4] также указывается на попарное расположение хвои сосны крымской в пучках. Нет каких-либо замечаний об отклонении от этого правила и в исследовательских работах, связанных непосредственно с учетом хвои сосны крымской, изучением ее роста и анатомического строения [1, 3, 8]. По-видимому, разное число хвоинок в пучках встречалось довольно редко или этим фактам не придавалось большого значения.

В то же время при проведении полевых работ в насаждениях сосны крымской мы неоднократно отмечали наличие на некоторых деревьях пучков с тремя хвоинками. Это послужило основой для более детальных исследований, направленных на установление частоты встречаемости этого явления.

Работу проводили в зоне естественного произрастания сосны крымской, в пределах наиболее крупного массива ее лесов на южном макросклоне Главной гряды Крымских гор, от пос. Симеиз до с. Запрудное. По трем высотным профилям было заложено 13 пробных площадей (I—XIII).

Первый профиль находился в восточной части исследуемого района, над пос. Ботаническое. Профиль имел три пробные площади на высотах соответственно 400, 600 и 900 м над уровнем моря.

Второй центральный профиль заложен над Ялтой в районе хребта Июграф и состоял из шести пробных площадей на высотах 400, 500, 600, 900, 1200 и 1250 м. Верхняя пробная площадь расположена на яйле.

Третий западный профиль заложен над Алушкой и состоял из четырех пробных площадей на высотах 400, 600, 900 и 1250 м над уровнем моря. Верхняя пробная площадь также находилась на яйле в районе Ай-Петри.

Одиннадцать пробных площадей, расположенных непосредственно на южном макросклоне Главной гряды Крымских гор, заложены на

склонах с южной экспозицией, в чистых разновозрастных насаждениях сосны крымской, средний возраст которых составил 80...100 лет, средний диаметр 24...30 см, средняя высота 14...16 м. На двух пробных площадях на яйле средний возраст деревьев 20...30 лет, средний диаметр 10...12 см, средняя высота 3...4 м. На каждой пробной площади было выбрано 10 модельных деревьев, на которых взяты ветки с южной стороны из средней части кроны и выполнен сплошной пересчет пучков хвоинок по осевому побегу, отдельно по годам. Таким образом обследовано 130 деревьев и подсчитано около 50 тыс. пучков хвоинок.

Результаты исследования числа хвоинок в пучках представлены в виде гистограмм для трех высотных профилей (рис. 1).

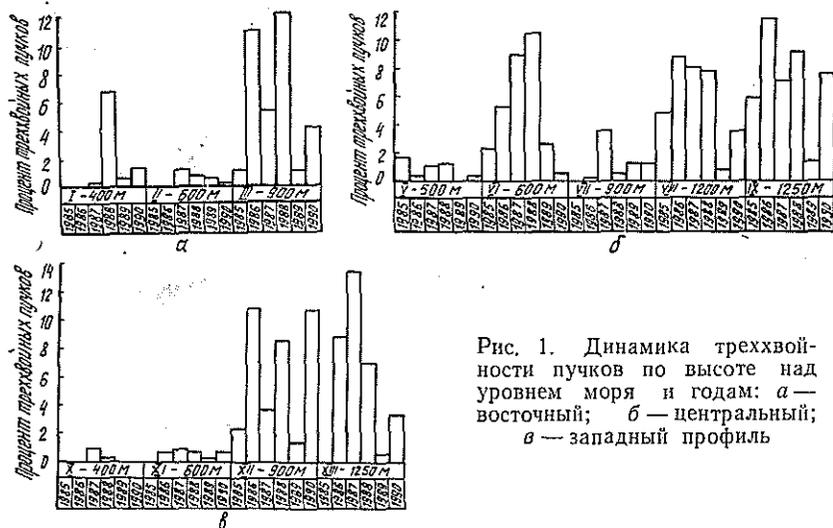


Рис. 1. Динамика треххвойности пучков по высоте над уровнем моря и годам: а — восточный; б — центральный; в — западный профиль

Анализ показывает, что наличие у сосны крымской трех хвоинок в пучке в настоящее время нельзя отнести к редким явлениям. Так, на пробной площадке XIII западного профиля на высоте 1250 м (рис. 1, в) в 1987 г. число треххвойных пучков 13,5 %, на пробной площадке III восточного профиля на высоте 900 м (рис. 1, а) в 1988 г. — 12,2 %.

Из гистограмм видно, что встречаемость пучков с тремя хвоинками зависит от высоты расположения древостоев сосны крымской над уровнем моря. На пробных площадях нижней зоны на высоте 400 м средний процент пучков с тремя хвоинками за период с 1985 г. по 1990 г. составил 0,5...0,6 %, на высоте 600 м 1...2 %. Наибольшее число треххвойных пучков встречается на пробных площадях верхней зоны на высотах 900, 1200 и 1250 м (5...6 %).

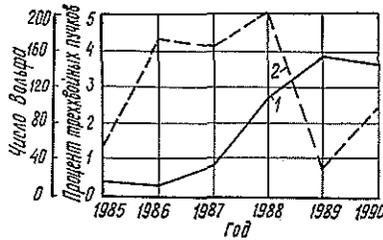
С высотой над уровнем моря увеличивается общее число не только пучков с тремя хвоинками, но и деревьев, на которых такие пучки обнаружены. Если в нижней зоне на высоте 400 м на каждой пробной площадке из десяти моделей было выявлено 1—2 дерева с проявлением треххвойности, то на 600 м было отмечено по 3—5, на 900, 1200 и 1250 м 6—8 деревьев.

На гистограммах восточного (рис. 1, а), центрального (рис. 1, б), западного (рис. 1, в) профилей видно, что в разные годы число пучков с тремя хвоинками было неодинаковым. Наибольший их процент наблюдался в 1986, 1987, 1988 гг., в 1989 г. — минимальный почти на всех пробных площадях. На пробе IV это явление не отмечено. Вполне очевидно, что треххвойность у сосны крымской вызвана влиянием фактора, действие которого зависит от высоты над уровнем моря и изме-

няется по годам. Таким фактором можно считать солнечную радиацию, а именно ультрафиолетовую часть спектра, наиболее активно влияющую на формирование и развитие хвои.

Сопоставление графиков изменения показателей треххвойности и солнечной активности (чисел Вольфа) свидетельствует о некотором отставании на (1—2 года) максимума треххвойности от максимума солнечной активности (рис. 2).

Рис. 2. Изменение солнечной активности (1) и среднего показателя треххвойности (2) по годам



Но поскольку цикличность солнечной активности значительна (11 лет), для более точной характеристики ее взаимосвязи с показателем треххвойности необходимы более длительные наблюдения.

Следует также отметить большую амплитуду треххвойности (от 1 до 60 %) у конкретных деревьев. Это, очевидно, связано с различной нормой их реализации. Возможно также формирование определенного экотипа, для которого характерны пучки с тремя хвоинками как результат адаптации к более жестким условиям произрастания. Так, на пробных площадях в верхней зоне у некоторых деревьев нами были отмечены вполне жизнеспособные пучки с тремя хвоинками зеленого цвета на мутовках 1984 г. и иногда 1983 г., в то время как пучки с двумя хвоинками либо отсутствовали, либо утратили свои жизненные функции и имели желто-коричневый цвет. Этот факт требует дальнейшего уточнения и исследования.

В заключение укажем, что среди обследованных нами обнаружены три пучка с одной, семь — с четырьмя и два — с пятью хвоинками, что действительно можно отнести к довольно редким, трудно учитываемым явлениям.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- [1]. Введь И. П. Некоторые фитометрические характеристики и продуктивность молодого насаждения сосны крымской // Лесоведение.—1978.— № 6.— С. 63—68.
 [2]. Качалов А. А. Деревья и кустарники.— М.: Лесн. пром-сть, 1970.— 406 с.
 [3]. Крылова И. Л. Рост сосен в горах Крыма как показатель условий существования // Бюл. МОИП. Отд. биол.—1960.— Т. 65, вып. 1.— С. 91—100. [4]. Кузнецов С. И. Деревья и кустарники, культивируемые в Украинской ССР. Голосеменные.— Киев: Наук. думка, 1985.— 198 с. [5]. Медведев Я. С. Деревья и кустарники Кавказа.— Тифлис, 1919.— 485 с. [6]. Соколов С. Я. Деревья и кустарники СССР. Т. 1.— М.; Л.: Изд-во АН СССР, 1949.— 463 с. [7]. Сукачев В. Н. Дендрология с основами лесной геоботаники.— Л.: Гослестехиздат, 1938.— 576 с. [8]. Шатерникова А. Н. Сосна крымская.— Л.: ЦНИЛХ, 1956.— 35 с.

УДК 630*181.28

РОСТ КУЛЬТУР ХВОЙНЫХ ЭКЗОТОВ В УСЛОВИЯХ ЦЕНТРАЛЬНОЙ ЛЕСОСТЕПИ ЛИПЕЦКОЙ ОБЛАСТИ

В. И. БИРЮКОВ

Брянский технологический институт

Одним из путей повышения продуктивности и улучшения качественного состава лесов являются интродукция и акклиматизация новых хвойных пород-экзотов в условиях центральной лесостепи, где раньше они не произрастали.

В Лесостепной опытно-селекционной станции (ЛОСС) Липецкой области собрана коллекция хвойных экзотов из всех частей северной и умеренной зон земного шара. Семена получены из США, Австрии, Дании, Германии, а также из Минска, Москвы, Рязани, Хабаровска, Орла. Породы интродуцированы в основном в дендрарии и на лесных опытных участках возвышенного плато и балок юго-западного и северо-восточного направлений, где они испытывают действие холодных ветров зимой и жарких суховеев весной и летом. Грунтовые воды находятся на глубине 20...45 м и недоступны для корней. Водоупорные слои в почве отсутствуют.

Климат Липецкой области умеренно континентальный, среднегодовое количество осадков 517,2 мм (346,6...728,6 мм).

Хвойные экзоты, испытываемые в дендрарии и на опытном участке на выщелоченных черноземах и серых суглинистых почвах (тип условий местопроизрастания — свежевзрослая дубрава D_{1-2}), прошли суровую проверку на устойчивость и способность к акклиматизации. Виды хвойных растений представлены группами, куртинами и небольшими рощицами, разделенными полянами и лужайками.

Исследования хвойных экзотов проведены нами на основании методических указаний по таксации и лесным культурам. Кроме того, изучены материалы некоторых авторов [1—5] о быстроте роста наиболее перспективных хвойных пород, их устойчивости против неблагоприятных факторов среды, декоративности и возможности использования в массивном и защитном лесоразведении, а также в зеленом строительстве. Объекты исследований — дендрарий и смешанные посадки по склонам балок. Среди хвойных экзотов изучены 20 видов растений, в том числе 6 — пихты, 5 — сосны, 8 — ели и 1 — псевдотсуги.

Все виды хвойных пород растут в относительно однородных условиях, что позволяет достоверно оценить их успешность, сохранность, рост и возможность акклиматизации в ЛОСС. Для создания лесных культур экзотов использовали 2—3-летние сеянцы и 4—9-летние саженцы, и только культуры пихты субальпийской выращивали из саженцев 21-летнего возраста.

Наименьшая сохранность наблюдалась у сосны Муррея (12,1 %) и ели сербской (17,1 %), у остальных пород она составляла от 22,5 до 100 % (см. таблицу).

Самой быстрорастущей среди хвойных экзотов оказалась ель сибирская (I класс бонитета). Она устойчива против засухи и низких температур. Декоративна. Цветет и плодоносит, дает самосев.

Таксационные показатели хвойных экзотов в дендрарии и опытных культурах ЛОСС

Порода	Возраст*, лет	Число деревьев, шт.		Сохранность, %	Средняя высота, м	Средний диаметр, см	Класс бонитета
		посаженных	сохранившихся				
Пихта:							
цельнолистная	44	172	47	27,3	9,4	13,1	IV
Фразера	45	37	9	24,3	14,4	23,5	II
сибирская	46	50	38	76,0	12,8	13,7	II
бальзамическая	46	187	42	22,5	11,8	13,9	III
белокорая	47	232	65	28,0	12,1	13,1	III
субальпийская	63	10	5	60,0	10,5	21,2	IV
Сосна:							
Муррея	43	149	18	12,1	11,9	17,0	III
кедровая европейская	47	203	65	32,0	8,4	11,3	IV
румелийская	47	60	33	55,0	11,3	16,4	III
гибкая	48	24	8	33,3	13,2	26,5	II
черная	48	44	17	35,4	13,8	27,5	II
Ель:							
сербская	32	144	24	17,1	9,4	10,2	II
сибирская	46	4	1	25,0	17,2	34,5	I
корейская	46	95	46	48,4	13,2	14,2	II
шероховатая	46	18	5	27,8	9,7	15,3	IV
колючая серебристая	46	24	16	87,5	9,1	14,5	IV
Энгельмана	47	15	14	93,3	10,3	16,7	III
европейская змеевидная	52	9	6	66,7	13,3	26,4	III
» прутьевидная	52	3	2	66,7	17,5	21,6	II
Псевдотсуга сизая	19	24	24	100,0	6,7	7,9	II

* С учетом возраста посадочного материала.

К быстрорастущим хвойным экзотам следует отнести пихту Фразера и сибирскую, сосну гибкую и черную, ель сербскую, корейскую и европейскую прутьевидную, псевдотсугу сизую. Все они растут по II классу бонитета (причем псевдотсуга сизая переходит из III во II класс бонитета только после собственной репродукции). Все эти породы цветут и плодоносят, дают самосев, декоративны.

Хорошо растут и относятся к III классу бонитета пихта бальзамическая и белокорая, сосна Муррея и румелийская, ель Энгельмана и европейская змеевидная. Декоративны. Цветут и плодоносят, дают самосев.

Медленно — по IV классу бонитета — растут пихта цельнолистная и субальпийская, сосна кедровая европейская, ель шероховатая и колючая серебристая. Однако эти экзоты весьма декоративны, цветут и плодоносят, дают самосев.

Исследования древесины хвойных экзотов проводили в соответствии с ГОСТ 9463—88. Древесину высокого качества дают культуры псевдотсуги, сосны и ели, низкого — пихты.

Изложенное позволяет сделать вывод, что описанные виды хвойных экзотов полностью акклиматизировались в условиях ЛОСС. Все они весьма декоративны и могут быть использованы для создания массивных и защитных насаждений, а также в зеленом строительстве в Липецкой и соседних областях на выщелоченных черноземах и серых суглинистых почвах.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- [1]. Акимочкин Н. Г. Зимостойкость хвойных и лиственных пород на Лесостепной опытно-селекционной станции (Липецкая обл.) // Ботанич. журн.— 1960.— № 11.— С. 123—131. [2]. Альбенский А. В., Дьяченко А. Е. Разведение

быстрорастущих и ценных деревьев и кустарников.—М.: Сельхозгиз, 1940.—22 с. [3]. Бирюков В. И., Мазур В. А. Культуры сосны Муррея в центральной лесостепи // Лесн. журн.—1975.—№ 3.—С. 11—12.—(Изв. высш. учеб. заведений). [4]. Вехов Н. К. Быстрота роста экзотов в условиях степи.—М.; Л.: Гослесбумиздат, 1949.—84 с. [5]. Вехов Н. К., Вехов В. Н. Хвойные породы Лесостепной станции.—М.: Минкомхоз РСФСР, 1962.—146 с.

УДК 662.63

ГОРЕНИЕ ДРЕВЕСНОГО УГЛЯ ПРИ СЖИГАНИИ ТОПЛИВНОЙ ЩЕПЫ

В. И. НАЙДЕНОВ, Ю. В. ОТРАШЕВСКИЙ

ЦНИИМЭ

Процесс горения древесной частицы состоит из нескольких стадий: прогрев, сушка, выход и горение летучих веществ, горение коксового остатка (древесного угля). После выхода летучих, составляющих около 85 % массы древесины, остается пористый коксовый остаток, состоящий на 95...96 % из углерода с теплотой сгорания около 33,5 МДж/кг. Геометрические размеры угольных частиц отличаются от древесных, из которых они получены, вследствие усадки, достигающей в зависимости от температуры процесса 50...60 % объема. Наибольшая линейная усадка происходит по радиальному и тангентальному направлениям (соответственно 30 и 27 %) [2]. Из-за больших напряжений, возникающих при неравномерном нагревании частиц древесины, появляются трещины, приводящие к возрастанию реакционной поверхности угля. Образованию трещин и увеличению объема частиц способствует значительное внутреннее давление газов и паров, не успевающих выйти через поры.

Процесс горения летучих был рассмотрен нами в предыдущей статье [4]. В данной работе исследуется выгорание коксового остатка. Эта сложная проблема может быть решена только в приближенной постановке.

Допустим, что выгорание древесного угля происходит по схеме двойного горящего слоя (рис. 1) [6]. При этом кислород не достигает поверхности углеродной частицы и реагирует на достаточном удалении от нее, что справедливо для крупных частиц при большой скорости набегающего потока. Примем, что подвод кислорода и отвод газообразных продуктов сгорания регулируется конвективной диффузией. При больших числах Пекле закономерно предположить, что процесс горения происходит в тонком пограничном слое у поверхности древесной частицы.

Уравнения конвективной диффузии при постоянной скорости набегающего потока в приближении пограничного слоя [3]

$$D \frac{\partial^2 C_i}{\partial y^2} = v \frac{\partial C_i}{\partial x}, \quad (1)$$

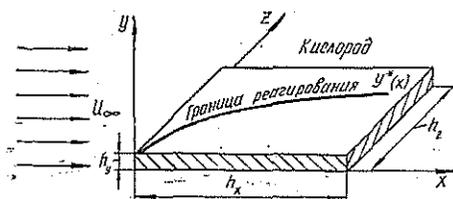


Рис. 1. Расчетная схема реагирования

где D — коэффициент молекулярной диффузии кислорода и продуктов горения (для многих практически важных случаев различием в коэффициентах диффузии компонент смеси можно пренебречь [1]);
 C_i — концентрация летучих ($i = 1, 2, 3, \dots$; 1 — CO, 2 — CO₂, 3 — O₂);
 v — скорость потока;
 x, y — декартовы координаты.

Введем автомодельную переменную $\eta = y/\delta(x)$ (где $\delta(x) = 2\sqrt{\frac{Dx}{v}}$ — толщина диффузионного пограничного слоя), а систему уравнений (1) в частных производных представим в виде системы обыкновенных дифференциальных уравнений

$$\frac{d^2 C_i}{d\eta^2} = -2\eta \frac{dC_i}{d\eta}. \quad (2)$$

Систему (2) рассмотрим в промежутках $0 \leq \eta < \eta_*$, $\eta_* \leq \eta < \infty$, где η_* — граница области регулирования кислорода.

С учетом принятых предположений краевые условия и условия сопряжения, учитывающие стехиометрию химических реакций, запишем в виде

$$\begin{aligned} C_1(\eta_*) &= 0; \quad C_2^1(0) = 0; \quad C_2^2(\infty) = 0; \\ C_3(\infty) &= C_p; \quad C_3(\eta_*) = 0; \\ -\frac{1}{2} \frac{dC_1}{d\eta} \Big|_{\eta=0} &= \frac{dC_2^1}{d\eta} \Big|_{\eta=0}; \\ C_2^1(\eta_*) &= C_2^2(\eta_*); \\ -\frac{dC_2^2}{d\eta} \Big|_{\eta=\eta_*} &= \frac{dC_3}{d\eta} \Big|_{\eta=\eta_*}; \\ -\frac{1}{2} \frac{dC_1}{d\eta} \Big|_{\eta=0} &= \frac{dC_3}{d\eta} \Big|_{\eta=\eta_*}. \end{aligned} \quad (3)$$

Здесь C_2^1, C_2^2 — концентрации диоксида углерода соответственно в областях $0 \leq \eta \leq \eta_*$ и $\eta_* \leq \eta < \infty$;
 C_p — концентрация кислорода на достаточном удалении от частицы.

Система уравнений (2), (3) допускает точное решение в показательных функциях. Граница области реагирования находится из трансцендентного уравнения

$$\operatorname{erf} \eta_* = (1 + e^{-\eta_*^2})^{-1}, \quad (4)$$

где $\operatorname{erf} \eta = \frac{2}{\sqrt{\pi}} \int_0^\eta e^{-t^2} dt$ — функция ошибок [5].

Используя (4), вычисляем $\eta_* = 0,57$. После этого рассчитываем искомые концентрации:

в области $0 \leq \eta \leq 0,57$

$$C_1 = 3,44C_p(0,58 - \operatorname{erf} \eta); \quad C_2^1 = 1,72C_p \operatorname{erf} \eta;$$

в области $0,57 \leq \eta < \infty$

$$C_2^2 = 2,38C_p(1 - \operatorname{erf} \eta); \quad C_3 = 2,38C_p(\operatorname{erf} \eta - 0,58). \quad (5)$$

Локальный поток кислорода к границе

$$q = D \frac{dC_3}{d\eta} \frac{1}{\delta(x)} \Big|_{\eta = \eta_*} = \frac{1,94DC_p}{2\sqrt{Dx/v}},$$

а полный поток на частицу с размерами h_x, h_y, h_z

$$Q = h_z \int_0^{h_x} q(x) dx = 1,94DC_p h_z \sqrt{vh_x/D}.$$

Предполагая, что горение углеродной частицы происходит с наиболее широкой части, изменение ее массы M представляем как

$$\frac{dM}{d\tau} = \frac{1}{2} \frac{dh_y}{d\tau} h_x h_z \rho,$$

где ρ — плотность древесного угля.

Приравняв расход кислорода на горение к количеству выгоревшего углерода, получим

$$dM/d\tau = -Q. \quad (6)$$

Интегрированием (6) найдем время горения, представив, что частица горит с обеих сторон:

$$\tau_* = \frac{h_x h_y \rho}{1,94DC_p \sqrt{vh_x/D}}. \quad (7)$$

Из формулы (7) следует, что время выгорания прямо пропорционально толщине углеродной частицы и обратно пропорционально коэффициенту диффузии и концентрации кислорода. Вклад конвекции определяется диффузионным числом Пекле $Pe = vh_x/D$. С увеличением этого числа скорость выгорания повышается. Рост длины щепы ведет к увеличению времени выгорания по зависимости $\tau_* \propto \sqrt{h_x}$.

В качестве примера рассмотрим горение древесной частицы, близкой по размерам к реальной сосновой щепе ($h_x = 20$ мм; $h_y = 4$ мм; $h_z = 15$ мм). Температура окружающей среды 700°C .

Объем древесной частицы

$$V = h_x h_y h_z = 1200 \text{ мм}^3.$$

Размеры частицы древесного угля после выхода летучих вследствие усадки составят:

$$h'_x = k_1 h_x = 17 \text{ мм}; \quad h'_y = k_2 h_y = 3 \text{ мм}; \quad h'_z = k_3 h_z = 11 \text{ мм},$$

где k_1, k_2, k_3 — коэффициенты линейной усадки соответственно по длине волокон, в радиальном и тангентальном направлениях [2].

Объем частицы древесного угля

$$V^* = h'_x h'_y h'_z \approx 560 \text{ мм}^3.$$

С учетом выхода из древесины летучих веществ определим плотность угля:

$$\rho_y = 0,15M/V^* = 0,15 \cdot 0,57/0,56 = 0,153 \text{ г/см}^3,$$

где M — масса исходной древесной частицы при плотности $\rho = 0,475$ г/см³ ($M = 0,57$ г).

Найдем коэффициент диффузии кислорода, подставив температуру в градусах Кельвина:

$$D = 0,16 [T/273]^2 = 2,032 \text{ см}^2/\text{с}.$$

Концентрация кислорода в набегающем потоке воздуха

$$C_p = \rho_{O_2} O_2 = 0,402 \cdot 0,21 = 0,084 \text{ кг/м}^3,$$

где ρ_{O_2} — плотность кислорода;
 O_2 — концентрация кислорода в воздухе.

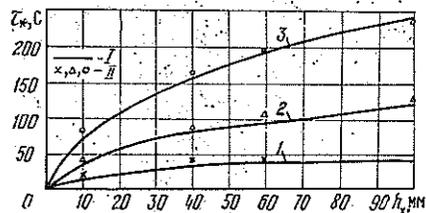
Подставив в выражение (7) эти данные, определим время горения частицы древесного угля при заданных условиях, считая скорость потока $v = 75$ см/с:

$$\tau_{\text{г}} = 462,0 \frac{h_x h_y}{\sqrt{v h_x} D} = 30 \text{ с.}$$

Здесь h_x, h_y взяты в сантиметрах.

Рассмотренные выше теоретические выкладки были экспериментально проверены на специальном стенде, схема которого приведена в работе [4]. Результаты, представленные на графике (рис. 2), подтверж-

Рис. 2. Зависимость времени выгорания частиц древесного угля от размеров сосновой щепы при различных значениях h_y ($t = 700$ °С: 1 — 2; 2 — 5; 3 — 10 мм; I — теоретические зависимости; II — экспериментальные данные



дают обоснованность теоретических оценок и принятой расчетной модели. Кроме того, результаты экспериментов, в частности вид кривых (термограмм) и наличие на них характерных изломов, позволяют сделать вывод о незначительном перекрывании во времени процессов выхода и горения летучих веществ и древесного угля. Это связано с наличием плотной оболочки из продуктов термоллиза древесины, препятствующей доступу кислорода к поверхности частицы и горению углерода практически до полного выхода летучих. Такая особенность характерна для крупных древесных частиц, в частности частиц топливной щепы.

В результате проведенных исследований найдена и экспериментально проверена аналитическая формула расчета времени горения древесного угля в зависимости от породы древесины, скорости подачи кислорода, температуры и размеров древесных частиц.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- [1]. Бородуля В. А., Виноградов Л. М. Сжигание твердого топлива в псевдоожиженном слое.—Минск: Наука и техника, 1980.—192 с. [2]. Козлов В. Н. Технология пирогенетической переработки древесины.—М.; Л.: Гослесбумиздат, 1954.—618 с. [3]. Кутателадзе С. С. Основы теории теплообмена.—М.; Л.: Атомиздат, 1979.—415 с. [4]. Найденов В. И., Отрашевский Ю. В. Горение летучих топливной щепы / Лесн. журн.—1991.—№ 5.—С. 128—133.—(Изв. высш. учеб. заведений). [5]. Никифоров А. Ф., Аваров В. Б. Основы теории специальных функций.—М.: Наука, 1974.—302 с. [6]. Основы практической теории горения / Под ред. В. В. Померанцева.—Л.: Энергия, 1973.—263 с.

НАУЧНЫЕ КОНФЕРЕНЦИИ И СОВЕЩАНИЯ

ДЕКЛАРАЦИЯ X ВСЕМИРНОГО ЛЕСНОГО КОНГРЕССА

С 17 по 26 сентября 1991 г. в Париже проходил X Всемирный лесной конгресс, собравший более 2,5 тыс. участников из 136 стран мира. Одним из документов, принятых конгрессом, стала декларация, текст которой с небольшими сокращениями предлагается вниманию читателей.

X Всемирный лесной конгресс, принимая во внимание

тему VIII Всемирного лесного конгресса «Леса для людей» (Джакарта, 1978 г.);

тему IX Всемирного лесного конгресса «Лесные ресурсы и интегрированное развитие общества» (Мехико, 1985 г.) и его манифест, согласно которому «все люди всех наций и их правительства, в рамках собственной суверенности, должны признать важное значение лесных ресурсов для биосферы и выживания человечества»;

Международную конференцию «Лес» (1986 г.), итоговым документом которой стала «Парижская декларация о деревьях и лесах»;

собственную общую тему «Леса — наследие для будущих поколений», выводы и рекомендации по каждой из обсуждаемых тем;

общую озабоченность обезлесением и деградацией лесов мира в связи с конкуренцией в землепользовании, отсутствием надлежащего управления и загрязнением, вызываемым хозяйственной деятельностью человека, которые в разных регионах мира, в разное время и в различной степени необратимости приводят к распаду лесного наследия;

истинные причины обезлесения в развивающихся странах — не столько чрезмерная эксплуатация лесов, сколько нищета, долги, недостаточное развитие и необходимость удовлетворения жизненно важных потребностей быстро растущего населения;

значение лесных ресурсов как одного из наиболее важных факторов социально-экономического развития, в частности, сельских районов;

ответственность нашего поколения перед будущими за мировое природное наследие,

обращается к общественности, политическим лидерам, международным, межправительственным и неправительственным организациям во всем мире;

напоминает им

о важной роли возобновляемых лесных товаров и услуг при повышении спроса на строительные материалы, топливо, продукты побочного пользования и возрастании рекреационных функций;

о богатстве и разнообразии лесной среды и их позитивной роли в круговоротах воды и углерода, в защите почв и сохранении биологического многообразия;

о необходимости применения часто игнорируемых методов управления лесами на основе принципа постоянства пользования, обеспечивающих устойчивое и равномерное увеличение лесных товаров и услуг;

о важности предотвращения необратимого ущерба, наносимого биосфере, а также достоинствах долгосрочного планирования управления природными ресурсами;

утверждает,

что требованием времени является необходимость совместить экономическое использование природных ресурсов с охраной окружающей среды путем интегрированной и неистощительной их разработки;

что для решения лесных проблем нужны общие усилия в целях повышения жизненного уровня, увеличения сельскохозяйственного производства, надежного обеспечения продуктами питания и энергией, дальнейшего развития общества;

что планирование может использоваться в качестве эффективного инструмента для управления экономическими, экологическими, социальными и культурными функциями лесов, что способствует расширению применения принципа постоянства пользования;

что охрана некоторых лесных площадей, направленная на сохранение биологического разнообразия, составляет особую цель политики лесопользования;

и рекомендует

вовлечь всех людей в интегрированное развитие своего региона при обеспечении институциональными, техническими средствами и финансами;

планирование землепользования базировать на потенциальных возможностях земли и долгосрочных приоритетах при выборе участков, наиболее пригодных для облесения;

потребности всех людей, связанных с этой землей, особенно тех, жизнь которых обеспечивается лесом, тщательно учитывать на стадии планирования;

гарантировать преемственность в политике управления лесами на длительную перспективу;

продолжать отведение некоторых характерных участков или лесов, находящихся в опасности, под охраняемые зоны и интегрировать их в национальные или международные системы;

использовать соответствующие лесокультурные методы, расширение лесных территорий и долгосрочное пользование древесиной с тем, чтобы способствовать поглощению атмосферного углекислого газа;

прорабатывать более активно системы агролесоводства, облесение и лесоразведение.

X Всемирный лесной конгресс, будучи уверенным в серьезности, безотлагательности и универсальности проблем развития и окружающей среды, подчеркивая возобновляемый характер лесных ресурсов и будучи убежденным в здравомыслии решений, принимаемых в связи с управлением лесами всего мира на основе принципа постоянства пользования в контексте национальных лесных политик, торжественно призывает всех, кто причастен к принятию решений,

посвятить себя «Озеленению мира» средствами облесения, лесовосстановления и управления на основе постоянства пользования множественными функциями деревьев и лесов; и действиям в виде интегрированных программ с участием всех заинтересованных людей, в контексте национальных политик управления земельными ресурсами;

оценивать разработку лесного наследия на национальном и международном уровне, пользуясь «Оценкой мировых лесных ресурсов в 1990 г.», выполненной ФАО;

ограничить все выбросы загрязнителей, наносящих урон лесам, и сдерживать выбросы газов, вызывающих парниковый эффект, в том числе выделяющихся при производстве энергии;

приспосабливать экономические и финансовые механизмы к долгосрочному использованию, практикуемому в лесоуправлении, и наращивать национальное и международное финансовое обеспечение, в частности развивающихся стран;

работать в направлении гармоничного развития международной торговли лесными продуктами путем запрета односторонних ограничений, несовместимых с АТТ, и способствовать более полному использованию лесных продуктов;

развивать совместные инициативы на политическом уровне для решения четко определенных лесных проблем региональной значимости, таких как борьба с опустыниванием, защита лесов, управление наиболее крупными водоразделами и т. д.

расширять и координировать исследования и полевые испытания, обучение и обмен информацией, а также сотрудничество во всех дисциплинах, которые способствуют управлению лесными экосистемами на основе принципа постоянства пользования;

усилить деятельность и координацию между смежными международными организациями;

интегрировать выводы и рекомендации конгресса в процессе подготовки конференции ООН по окружающей среде и развитию в Рио де Жанейро в 1992 г. с тем, чтобы определить принципы глобального консенсуса в вопросах управления, охраны и развития всех категорий лесов на основе постоянства пользования; и в контексте текущих обсуждений по биологическому разнообразию и изменениям климата, проводимых по инициативе ООН;

расширять международное сотрудничество, в частности в рамках Программы действий в области тропического лесного хозяйства (ТГАР), средиземноморского лесного хозяйства и других программ будущего;

способствовать улучшению осведомленности широкой общественности, особенно молодого поколения, и информировать ее о проблемах леса, чтобы все люди лучше разбирались в них;

наметить пути следования этим рекомендациям и предложить ФАО проинформировать соответствующие межправительственные организации и XI Всемирный лесной конгресс.

КРИТИКА И БИБЛИОГРАФИЯ

УДК [630*18 : 630*237] (049.3)

ЦЕННЫЕ УЧЕБНЫЕ ПОСОБИЯ

В 1986—1989 гг. вышли в свет три учебных пособия* профессора, зав. кафедрой охраны природы и рационального природопользования Новочеркасского инженерно-мелиоративного института В. М. Ивонина.

В них рассмотрены вопросы взаимосвязи человека и окружающей среды, и, что особенно ценно, экология не только лесохозяйственного, но и сельскохозяйственного производства. Значительное место отведено рациональному использованию и охране фауны, флоры, недр, атмосферного воздуха, вод. Заслуживает особого внимания описание ресурсосберегающих почвоохранных технологий, бессточных систем, экологических мелиораций, защитных лесных насаждений. Детально рассмотрены противоэрозионные инженерно-биологические системы (ПИБС) и составляющие их элементы, показано основополагающее значение древостоя как мелиоративного потенциала защитной лесной полосы, представлены ценные сведения о трансформации экологических факторов ПИБС водосбора лесостепной и степной зон. Основы теории ПИБС даны в основном по результатам исследований автора, что придает им особое значение. Предложена новая концепция противоэрозионной мелиорации как единой ПИБС страны.

Рецензируемые пособия имеют и некоторые недостатки.

Желательно исключить повторения, подробнее и более четко осветить понятия типов лесных биогеоценозов экосистем, лесных ландшафтов, что даст возможность использовать пособие для студентов специализаций «Лесное хозяйство», «Защита леса» и др.

Требуется значительно расширить раздел по экологии рубок главного пользования и лесовосстановления на зонально-типологической основе, более четко показать примеры отрицательных воздействий строительной деятельности, добычи полезных ископаемых, браконьерства, особо подчеркнув значение охранных мероприятий.

Полезно углубить разделы, посвященные защитно-стабилизирующим ресурсам лесомелиоративных насаждений специального назначения, особенно агролесомелиорации, по природным зонам страны, и технологии создания ПИБС, а также разделы, связанные с проведением практических занятий и курсовым проектированием.

Целесообразно сократить как общие цифровые данные, приведенные без ссылок на источники, так и авторские, особенно в таблицах, исправить название соснового бора в степи, привести полные латинские названия деревьев и кустарников, обновить список литературы.

Все эти недостатки могут быть устранены при переиздании учебных пособий, содержащих ценные сведения не только для студентов, но и для работников науки и производства. Целесообразно было бы объединить их и опубликовать тиражом 1,5... 2,0 тыс. экземпляров.

Н. М. Набатов

Московский лесотехнический институт

* Ивонин В. М. Охрана природы в лесомелиорации и лесном хозяйстве.— Новочеркасск, 1986.— 80 с. Ивонин В. М. Экология и лесные мелиорации.— Новочеркасск, 1988.— 98 с. Ивонин В. М. Противоэрозионные системы водосборов.— Новочеркасск, 1989.— 100 с.

ЮБИЛЕИ

УДК 630*81

ВЫДАЮЩИЙСЯ ПЕДАГОГ И УЧЕНЫЙ

Старейшему преподавателю, доктору технических наук, профессору Московского лесотехнического института Павлу Семеновичу Серговскому исполнилось 80 лет.

П. С. Серговский окончил вечернее отделение Ленинградской лесотехнической академии. Педагогическую деятельность он начал в 1939 г. ассистентом курса «Сушка древесины», в 1940 г. защитил кандидатскую диссертацию по аэродинамике лесосушильных камер. Война прервала его творческие планы. В 1941 г. П. С. Серговский добровольцем уходит на фронт и после тяжелого ранения работает на оборонном заводе Свердловска, затем в Уральском лесотехническом институте в должности доцента, а позднее заведующего кафедрой механической обработки древесины.

Павел Семенович в 1947 г. переходит в Московский лесотехнический институт. На основании результатов оригинальных исследований влагопроводности разрабатывает методы расчета продолжительности сушки древесины и в 1954 г. успешно защищает докторскую диссертацию. Последующие три года П. С. Серговский занимает должность декана факультета механической технологии древесины. В 1958 г. создает кафедру гидротермической обработки и консервирования древесины, которой руководит около 30 лет.

Проф. П. С. Серговским написаны монографии, учебники, методические пособия, программы и учебные планы. Широко известен учебник по гидротермической обработке и консервированию древесины, перендававшийся 4 раза в СССР, а также в Чехословакии, являющийся настольной книгой специалистов в данной области. Его многолетний, почти полувековой, опыт преподавания в высшей школе, а также многолетняя работа в методических советах разных уровней способствовали динамическому развитию этой важной специальности. Прекрасный педагог и блестящий лектор, обладающий редким даром на высоком уровне предельно ясно, безукоризненным литературным языком излагать сложные вопросы, проф. П. С. Серговский привил любовь к своему делу ученикам, воспитал сотни специалистов, подготовил около трех десятков кандидатов и докторов наук. Созданная им научная школа пользуется широким, в том числе и международным признанием.

П. С. Серговский за время работы на кафедре и в организованной им в 1977 г. отраслевой лаборатории выполнил основополагающие исследования влагопроводности, тепловых, сорбционных и других свойств древесины, имеющих значение для сушки, тепловой обработки и пропитки древесины, разработал ГОСТы на эффективные, энергосберегающие режимы сушки пиломатериалов в камерах периодического и непрерывного действия. Осуществленные под его руководством работы явились крупным вкладом в науку.

Проф. П. С. Серговский обладает высоким научным авторитетом как у нас, так и за рубежом. Он входит в состав рабочей группы по сушке древесины Международного союза исследовательских организаций.

П. С. Серговский продолжает разностороннюю и плодотворную деятельность с завидной энергией и неизменной добросовестностью. Он читает лекции студентам, ведет подготовку аспирантов, принимает участие в разработке рекомендаций по камерной сушке пиломатериалов, работает в Координационных советах, дает консультации. Как член редколлегии журнала «Деревообрабатывающая промышленность» и член секции редакционного совета издательства «Экология» рецензирует рукописи статей и книг.

Отмечая юбилей проф. П. С. Серговского, коллективы Московского и Архангельского лесотехнических институтов желают ему крепкого здоровья и благополучия, творческих успехов в активной педагогической и научной деятельности.

А. Н. Обливин, А. Н. Кириллов, Б. Н. Уголев,
Г. С. Шубин, А. И. Расев
О. М. Соколов, В. И. Мелехов, Е. С. Богданов

Московский лесотехнический институт
Архангельский лесотехнический институт

НЕКРОЛОГИ

АЛЯБЬЕВ ВЛАДИМИР МИХАЙЛОВИЧ

15 сентября 1991 г. на 59-м году жизни скоропостижно скончался ведущий ученый в области электротехники и электрооборудования, старейший сотрудник Ленинградской лесотехнической академии, доктор технических наук, профессор Владимир Михайлович Алябьев.

В 1956 г. он окончил энергетический факультет Ленинградского института инженеров железнодорожного транспорта по специальности инженер-электромеханик.

В 1965 г. ему присуждена ученая степень кандидата технических наук, в 1986 г. — доктора технических наук.

В 1988 г. В. М. Алябьеву присвоено звание профессора по кафедре электротехники и электрооборудования.

В. М. Алябьев прошел путь от ассистента до заведующего кафедрой. Он многое сделал для организации и становления учебного процесса на факультете повышения квалификации энергетиков Минлеспрома СССР.

Проф. В. М. Алябьев был опытным лектором, прекрасным методистом и талантливым научным работником, поддерживал тесные связи с проектными и научными организациями, участвовал в работах по электрификации предприятий лесозаготовительной и деревообрабатывающей промышленности. Высокая эрудиция и широкий кругозор позволяли ему успешно решать различные научные проблемы, связанные с практическими задачами энергетики.

Учебную, научную и методическую работу В. М. Алябьев успешно сочетал с общественной деятельностью: председатель месткома академии и член Президиума обкома профсоюза работников высшей школы и научных учреждений, член различных ученых советов.

В. М. Алябьев был прекрасным организатором, принципиальным и честным человеком, пользовался большим уважением среди преподавателей, сотрудников и студентов академии.

Светлая память о Владимире Михайловиче Алябьеве навсегда сохранится в наших сердцах.

Ректорат Лесотехнической академии
Деканат факультета механической технологии древесины
Коллектив кафедры электротехники и электрооборудования

ЛЕСНОЙ ФЕНОЛОГИЧЕСКИЙ КАЛЕНДАРЬ

ЛЕСНОЙ МЕСЯЦЕСЛОВ

В последнее время возрос интерес к вековой народной мудрости, выраженной в поговорках, приметах, пословицах. В основе календарных примет погоды, носящих название месяцеслова,— наблюдательность и прозорливость простых людей. Редколлегия журнала решила публиковать лесной месяцеслов, в котором будет отражено прогнозирование природных явлений по поведению птиц, зверей, состоянию деревьев, кустарников и других компонентов леса.

Рубрику открывает профессор Львовского лесотехнического института В. П. Рябчук.

Я Н В А Р Ъ

Большие рождественские морозы (7 января) обещают надежный урожай.

Воды зимой в реках станет меньше — жди сухого и жаркого лета.

Воробьи прячутся в затишье — на мороз или перед выюгой.

Ворона под крыло нос прячет — к холоду.

Вороны «играют» на лету — к хорошей погоде.

Вороны садятся утром на вершинах деревьев и каркают — к оттепели.

В январе растет трава — летом у крестьянина болит голова.

В январе частые снегопады и метели — в июле частые дожди.

Грачи садятся на землю — будет метель.

Длинные еловые ветки перед выюгой стгибаются, на солнечную погоду — выпрямляются.

Дрова горят потрескивая — к морозу.

Заяц приходит в сад — зима еще будет стоять суровой.

Зима без снега — лето без хлеба.

Ива покрылась инеем — на долгую зиму.

Иней на деревьях зимою большой — признак хорошего урожая.

Каждому свое: январю — морозы, февралю — метели.

Лес зимой — второй тулуп.

Метель на Рождество (7 января) — пчелы будут хорошо роиться.

На Василия (14 января) небо звездное — к урожаю ягод.

На Григория (23 января) выпадет на деревьях иней — лето будет сырое и холодное.

На Кирилла святого (31 января) бывает еще мороза много.

На Татьяну (25 января) снегопад — будет лето дождливое; выглянет солнышко — к раннему прилету птиц.

Новый Год — к весне поворот.

Пасмурное небо, большой иней на Крещенье (19 января) обещает плодородный год.

Первый снежок — не лежок.

Птицы на мороз поют возле зданий, роются в снегу — к мокрой погоде.

Пушистого инея будет много на Василия (14 января) — лето будет богатое на мед.

Сверчки сильно трещат зимой — к теплу и снегу.

Снегирь зимой скрипит — на снег, метель и слякоть.

Синицы начинают пищать с утра — ночью жди мороза.

Сорока летает близко от жилища, лезет под стреху — быть метелям; укладывается спать — к похолоданию.

Тетерева зарываются в снег — похолодает; перелетают с полей в глубь леса — к метелице.

Хитрый Антон (30 января) со всех сторон (то тепло, то холодно).

Январь-батюшка год начинает, весну величает.

Январь — весне дедушка.

Январь — всему году запевка.

ФЕВРАЛЬ

Ветер дует, а инея нет — быть бурану.

Воздух над лесом посинеет — к теплу.

Волки воют возле жилища — к морозу.

Воробьи дружно чирикают — к оттепели.

Воробьи оживленно зачирикали во время продолжительного ненастья — можно ожидать хорошей погоды.

Воробьи прячутся в хворост — или на мороз, или перед оттепелью.

Вороны зимой летают и кружатся стаями — к морозу.

Вороны и галки кружатся в воздухе — перед снегом, садятся на снег — к оттепели, садятся на вершины деревьев — к морозу, на нижние ветки — перед ветром.

В феврале много инея — летом будет много росы и меда.

Гуси и утки купаются зимой в снегу — к оттепели или выюге.

Густая опока на деревьях — на урожай овса.

Дубрава зимой почернела — на оттепель или бурю.

Зайцы держатся возле жилища — на мороз.

Заяц выбирает себе лежку выше обычного — к непогоде.

Звезд на февральском небе ночами видно много — грибов летом будет много.

Зимой лес шумит к непогоде.

Инеем покрылись деревья на ночь — днем снег падать не будет.

И сова зимой про дом думает.

Какая Ксения (6 февраля) — такая и весна.

Какой иней на деревьях, такой будет цвет на хлебе.

На Ефрема (10 февраля) сильный ветер — на мокрое лето.

На Ксению (6 февраля) — перелом зимы.

На Сретенье (15 февраля) зима с летом встречаются.

На Сретенье (15 февраля) капель — урожай на пшеницу.

На Трифона (14 февраля) звездно — к поздней весне.

Погода на Максима (3 февраля) ясная — к ранней весне.

Птицы пьжатся — к ненастью.

Святой Влас (24 февраля) сшибает рог зиме.

Синица к дому — зима на двор.

Снегирь запел, сорока под крышу прячется — быть выюге.

Снегирь чирикает под окном — к оттепели.

Снег нагибает ветви деревьев — будет хороший урожай и будут хорошо роиться пчелы.

Снег прилипает к деревьям — будет тепло.

Снежная зима предвещает хороший рост трав.

Тетереву вся зима — одна ночь.

Февральский снег весной пахнет.

Февраль пчелиному воеводе (медведю) в берлоге бок согревает.

Ясная и тихая погода на Сретенье (15 февраля) вещает добрый урожай поля и роение пчел.

Составитель — профессор Львовского лесотехнического института

В. П. Рябчук

РЕДКОЛЛЕГИЯ «ЛЕСНОГО ЖУРНАЛА» ВО ЛЬВОВЕ

2—4 октября 1991 г. состоялось выездное заседание редакционной коллегии «Лесного журнала» в Львовском лесотехническом институте им. акад. П. С. Погребняка. В нем приняли участие ведущие ученые и преподаватели вуза. Заседание открыл главный редактор журнала акад. И. С. Мелехов. Собравшихся тепло приветствовал ректор ЛЛТИ В. А. Кучерявый. С сообщением об итогах работы журнала в 1990 г. выступил заместитель главного редактора С. И. Морозов, о задачах редколлегии и редакции на 1992 г. — заместитель главного редактора Е. С. Романов. Наибольшее внимание привлекли вопросы повышения научного уровня журнала и интереса к нему со стороны производителей, а также студентов, поддержания уровня подписки, включая зарубежную, финансирования выпуска журнала и др.

Отмечалось, что научный уровень публикаций любого аналогичного журнала пропорционален уровню исследовательской работы в вузах. К сожалению, далеко не все ведущие ученые страны используют «Лесной журнал» для информации о своих достижениях, забывая к тому же, что журнал читают в 23 странах мира. Редколлегия ежегодно планирует заказные статьи крупных ученых, но и здесь отклик недостаточен. Положительными отзывами был отмечен выпуск специального экологического номера «Лесного журнала» (1989, № 6).

По вопросу о финансировании издания «Лесного журнала» были высказаны разные предложения: оплата статей институтами, в которых работают авторы; равные квоты вузов лесного профиля в годовой смете затрат; комбинация двух названных подходов; привлечение спонсоров; публикация рекламы и др. Вопрос пока остается открытым, тем более что журналы высшей школы до сих пор находились в ведении союзных органов.

Много интересных суждений и предложений содержалось в выступлениях львовских ученых и педагогов М. П. Горошко, Г. Т. Криницкого, С. А. Генсидука, Т. М. Шкири, О. Ю. Тарасова, М. И. Калининна, членов редколлегии В. П. Рябчука (ЛЛТИ), Е. Д. Сабо (МЛТИ), Е. Д. Гельфанда (АЛТИ), Р. В. Беляковой (ответственный секретарь редакции). Ректор ЛЛТИ В. А. Кучерявый предложил ввести разделы «Экология, заповедники, охотоведение» и «Студенческая наука», В. П. Рябчук — страничку «Лесной фенологический календарь». Высказанная И. С. Мелеховым мысль о сохранении и умножении традиций дореволюционного «Лесного журнала» была поддержана директором библиотеки ЛЛТИ Л. М. Валеевой. Она и другие участники заседания предложили публиковать на страницах журнала учебные материалы (лекции и др.), как бы опережая выпуск учебников, что привлекло бы студентов в ряды читателей.

Общую поддержку получило намерение редколлегии выпустить в 1992 г. тематический номер «Лесного журнала» по комплексному использованию древесины и лесной биомассы.

Акад. И. С. Мелехов, подводя итоги расширенного заседания редколлегии в Львовском лесотехническом институте, отметил большую пользу таких выездных сессий и для редколлегии, и для вузов, где они проводятся. Было решено продолжить эту практику.

Гостеприимные хозяева организовали поездку членов редколлегии в Славский лесхоззаг Львовлеса. Это расположенное на северных склонах Карпат комплексное предприятие имеет хорошие перспективы развития в условиях рыночной экономики. Участники экскурсии благодарят главного лесничего С. В. Брыка за подробный, квалифицированный рассказ о многоплановой деятельности предприятия, знакомство с его объектами. В заключение члены редколлегии побывали на кафедрах и в лабораториях Львовского лесотехнического института.

Следует отметить большую работу члена редколлегии проф. В. П. Рябчука по подготовке и проведению выездного заседания.

Е. С. Романов

Архангельский лесотехнический институт

СОДЕРЖАНИЕ

ЛЕСНОЕ ХОЗЯЙСТВО

<i>А. Р. Родин, Н. Я. Попова.</i> Перспективы использования экологически чистых препаратов в лесных питомниках	3
<i>В. П. Рябчук.</i> Ресурсы лекарственно-технических травянистых растений Украины, имеющих ограниченное распространение	8
<i>В. М. Ивонин, Г. Е. Шумакова.</i> Влияние техногенного загрязнения на состояние придорожных лесных полос	12
<i>Г. П. Сафронова, Л. Р. Нипа.</i> Содержание макроэлементов в хвое сеянцев ели сибирской	17
<i>И. А. Маркевич, А. А. Шужмов.</i> Композиция целостного Валаамского ландшафтно-архитектурного комплекса	21
<i>Э. В. Конев.</i> О влиянии вида растительного покрова на скорость распространения лесных пожаров	25
<i>С. Н. Свалов.</i> О качестве оценок полноты древостоя при реласкопической выборке	30

ЛЕСОЭКСПЛУАТАЦИЯ

<i>С. И. Морозов.</i> Влияние поперечной силы на устойчивость рельсошпальной решетки под поездом	34
<i>В. И. Варавя, Н. А. Гуцелок, С. В. Спиридонов.</i> Анализ процесса протяжки дерева	37
<i>В. И. Бызов, П. В. Бызов, В. В. Юшков.</i> Особенности механизма сцепления коры с цементом	40
<i>А. В. Жуков, О. В. Петрович.</i> Определение положения прицепа-ропуса лесовозного автопоезда на траектории поворота	45
<i>Ю. А. Ширнин, Г. П. Захаренко.</i> Сравнение вариантов трелевки к усам и веткам и выбор оптимального	49
<i>А. А. Андреев, А. И. Андреев-Твердов.</i> Методика определения параметров корчевально-разделочного устройства машин для заготовки пневого осмола	53

МЕХАНИЧЕСКАЯ ОБРАБОТКА ДРЕВЕСИНЫ И ДРЕВЕСИНОВЕДЕНИЕ

<i>Е. Н. Покровская, Ю. Л. Маковский, Б. И. Сидоров, И. М. Осадченко.</i> Огнестойкость древесных материалов, обработанных диметилфосфитом	57
<i>Б. В. Лабудин, Е. Н. Серов, В. В. Яковлев.</i> Резервы формообразования деревянных клееных конструкций в процессе изготовления	59
<i>Л. М. Ковальчук, О. В. Гурин.</i> Влияние схемы нагружения на прогнозирование прочности фанерных образцов	65
<i>Ю. Н. Стрижев, В. С. Соловьев.</i> Сравнительная оценка эффективности многопараметрических систем в деревообрабатывающей промышленности	67
<i>С. М. Плотников.</i> Автоматизация смыкания прессов для изготовления древесных плит	73
<i>А. И. Сопотун, М. Т. Бець.</i> Определение и анализ напряженного состояния древесины при резании	75
<i>Е. Д. Левин.</i> Адсорбционная сушка кормовых добавок	82

ХИМИЧЕСКАЯ ПЕРЕРАБОТКА ДРЕВЕСИНЫ

<i>О. А. Терентьев, В. Н. Хабаров, Л. И. Виноградова.</i> Физическая модель формирования слоистой структуры бумажного полотна	85
<i>К. Г. Боголицын, А. М. Айзенштадт, Т. А. Юлина, Ю. А. Коробовский.</i> Применение косвенной оксидметрии для контроля качества сточных вод сульфит-целлюлозного производства	90
<i>Н. С. Ерошин, Р. А. Степень.</i> Влияние основных видов изменчивости на содержание эфирного масла в хвое и древесной зелени сосны обыкновенной	94
<i>В. А. Мельчанов.</i> Лес как фактор защиты природных водоемов от загрязнения поверхностными стоками	99

ЭКОНОМИКА И ОРГАНИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВА

- Г. Е. Давыдов, Н. И. Попов. О наличии экстремальных свойств у функции потерь от недопоставок древесины на предприятиях ЦБП 102
- Л. С. Кленев. Об управлении лесами в условиях перехода к рыночной экономике 108

КРАТКИЕ СООБЩЕНИЯ И ОБМЕН ОПЫТОМ

- М. М. Долгин. Биология соснового цветоеда — вредителя мужских колосков сосны в Коми ССР 113
- В. П. Коба. О проявлении треххвойности у сосны крымской 115
- В. И. Бирюков. Рост культур хвойных экзотов в условиях центральной лесостепи Липецкой области 118
- В. И. Найденев, Ю. В. Отрашевский. Горение древесного угля при сжигании топливной щепы 120

НАУЧНЫЕ КОНФЕРЕНЦИИ И СОВЕЩАНИЯ

- Декларация X Всемирного лесного конгресса 124

КРИТИКА И БИБЛИОГРАФИЯ

- Н. М. Набатов. Ценные учебные пособия 127

ЮБИЛЕИ

- А. Н. Обливин, А. Н. Кириллов, Б. Н. Уголев, Г. С. Шубин, А. И. Расев, О. М. Соколов, В. И. Мелехов, Е. С. Богданов. Выдающийся педагог и ученый 128

НЕКРОЛОГИ

- Ректорат Лесотехнической академии, деканат факультета механической технологии древесины, коллектив кафедры электротехники и электрооборудования. Алябьев Владимир Михайлович 130

ЛЕСНОЙ ФЕНОЛОГИЧЕСКИЙ КАЛЕНДАРЬ

- В. П. Рябчук. Лесной месяцеслов : 131

- Е. С. Романов. Редколлегия «Лесного журнала» во Львове 133

- Рефераты 138

- Указатель статей, помещенных в «Лесном журнале» в 1991 г. 141

CONTENTS

FORESTRY

A. R. Rodin, N. Ya. Popova. Prospects of using the ecologically harmless agents in arboretums	3
V. P. Ryabchuk. Resources of medicinal and industrial herbaceous plants of Ukraine with limited distribution	8
V. M. Ivonin, G. E. Shumakova. Influence of technogenic contamination . . .	12
G. P. Safronova, L. P. Nipa. Microelements content in needles of Siberian spruce seedlings	17
I. A. Markevich, A. A. Shuzhmov. Composition of the entire Valaam landscape architectural system	21
E. V. Konev. On influence of plant cover kind on forest fire spread rate . . .	25
S. N. Svalov. On evaluation quality of forest stand density at relascopy selection cutting	30

FOREST EXPLOITATION

S. I. Morosov. Effect of cross force rail-sleepers grid stability under train movement	34
V. I. Varava, N. A. Gutselyuk, S. V. Spiridonov. Analysis of tree processing	37
V. I. Bysov, P. V. Bysov, V. V. Yushkov. Features of bark-cement bond mechanism	40
A. V. Zhukov, O. V. Petrovich. Determination of logging truck train sorting position at turn trajectory	45
Yu. A. Shirnin, G. P. Zakharenko. Comparison of skidding variants to spurs and contemporary roads and choice of optimal variant	49
A. A. Andreev, A. I. Andreev-Tverdov. Methods of parameter determination of stump harvesting machine	53

MECHANICAL TECHNOLOGY OF WOOD AND WOOD SCIENCE

E. N. Pokrovskaya, Yu. L. Makovski, V. I. Sidorov, I. M. Osadchenko. Fire resistance of wood materials treated with dimethylphosphate	57
B. V. Labudin, E. N. Serov, V. V. Yakovlev. Reserves of timber glued constructions' formation when manufacturing	59
L. M. Koval'chuk, O. V. Gurin. Influence of loading scheme on veneer specimen forecasting	65
Yu. N. Strizhev, V. S. Solov'ev. Comparative efficiency evaluation of multi-parameter systems in forest product industry	67
S. M. Plotnikov. Automated press jointing for manufacturing of timber panels	73
A. I. Sopotun, M. T. Bets'. Determination and analysis of wood strain condition at cutting	75
B. D. Levin. Absorption drying of feed additives	82

CHEMICAL PROCESSING OF WOOD

O. A. Terent'ev, V. N. Khabarov, L. I. Vinogradova. Physical Model of paper sheet laminated structure forming	85
K. G. Bogolitsyn, A. M. Aizenshtadt, T. A. Yulina, Yu. A. Korobovski. Using of indirect ox-redmetry sulphite for quality control of pulp and-paper industrial effluents	90
N. S. Eroshin, R. A. Stepen'. Influence of main kinds of variability on ether oil content in needles and green wood of common spruce	94
V. A. Mel'chanov. Forest as a protection factor of natural water basins from surface effluents pollution	99

ECONOMICS AND MANAGEMENT

<i>G. E. Davydov, N. I. Popov.</i> On losses function extreme properties due to insufficient supplies at P. P. enterprises	102
<i>L. S. Kleshev.</i> On forest management in the conditions of transition to market economy	108

SUMMARIES AND EXCHANGE OF EXPERIENCE

<i>M. M. Dolgin.</i> Biology of snout beetles-masculine pine spikes pest	113
<i>V. P. Koba.</i> On development of three-leaf needles by Crimea pine	115
<i>V. I. Biryukov.</i> Growth of coniferous exotics cultures in the conditions of central partially-wooded steppe of Lipetsk region	118
<i>V. I. Naidenov, Yu. V. Otrasheski.</i> Wood charcoal combustion at fuel chips' burning	120

SCIENTIFIC AND LEARNED CONFERENCES

Declaration of the X th World forest Congress	124
--	-----

CRITIQUE AND BIBLIOGRAPHY

<i>N. M. Nabatov.</i> Valuable textbooks	127
--	-----

JUBILES

<i>A. N. Oblivin, A. N. Kirillov, B. N. Ugolev, G. S. Shubin, A. I. Rasev, O. M. Sokolov, V. I. Melekhov, E. S. Bogdanov.</i> Distinguished educator and scientist	128
--	-----

OBITUARIS

<i>Administration of Timber Engineering Academy and Dean's Office of Mechanical Technology of Wood Faculty, Staff of Electrical Engineering-und-Equipment Department.</i> Vladimir M. Alyab'ev	130
--	-----

FOREST PHENOLOGY CALENDER

<i>V. P. Ryabchuk.</i> Forest month vocabulary	131
--	-----

<i>E. S. Romanov.</i> The editors of „Lesnoi Zhurnal“ in L'vov	133
--	-----

Précis	138
------------------	-----

Index of articles published in „Lesnoi Zhurnal“ in 1991	141
---	-----

РЕФЕРАТЫ

УДК 631.811.98:630*232.32

Перспективы использования экологически чистых препаратов в лесных питомниках. РОДИН А. Р., ПОПОВА Н. Я. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1991, № 6, с. 3—7.

Рассмотрен вопрос о применении экологически чистых стимуляторов роста: ПАБК, мивала, картолина и биопрепаратов. Показана их высокая эффективность при выращивании сеянцев сосны и ели в лесных питомниках. Табл. 4.

УДК 630*28

Ресурсы лекарственно-технических травянистых растений Украины, имеющих ограниченное распространение. РЯБЧУК В. П. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1991, № 6, с. 8—11.

Приведены биологические эксплуатационные запасы, а также объем возможной заготовки барвинка малого, зверобоя продырявленного, ландыша майского, щитовника мужского и арники горной. Определена масса единицы сырья в свежесобранном и воздушно-сухом состоянии. Табл. 4. Библиогр. список: 10 назв.

УДК 630*425

Влияние техногенного загрязнения на состояние придорожных лесных полос. ИВОНИН В. М., ШУМАКОВА Г. Е. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1991, № 6, с. 12—17.

Показано, что в лесных полосах вдоль автомагистралей накапливаются фитотоксичные металлы не только в листьях и плодах деревьев, но и в верхних горизонтах черноземов. Прилегающие агроландшафты оказываются защищенными от загрязнения. Уточнена схема передвижения свинца в экосистеме придорожной лесной полосы. Ил. 1. Табл. 3. Библиогр. список: 2 назв.

УДК 630*232:674.032.13

Содержание макроэлементов в хвое сеянцев ели сибирской. САФРОНОВА Г. П., ПИПА Л. Р. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1991, № 6, с. 17—21.

Рассмотрен характер накопления основных макроэлементов в хвое сеянцев ели сибирской, выращиваемых в открытом и закрытом грунте. Установлено, что уровень макроэлементов и их соотношение в значительной степени определяются комплексом экологических факторов. Табл. 2. Библиогр. список: 11 назв.

УДК 712.3+72

Композиция целостного Валаамского ландшафтно-архитектурного комплекса. МАРКЕВИЧ И. А., ШУЖМОВ А. А. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1991, № 6, с. 21—25.

Приведена оценка сухопутных и водных пространственных связей, выявлены критерии оценки ландшафтно-архитектурных и культурно-сельтебных районов, рассмотрена взаимосвязь ядер композиции, проанализированы созданные на архипелаге ориентиры, рассмотрена возможность выявления границ исторических, агро- и лесорастительных районов. Библиогр. список: 7 назв.

УДК 630*431

О влиянии вида растительного покрова на скорость распространения лесных пожаров. КОНЕВ Э. В. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1991, № 6, с. 25—29.

На основе анализа данных теплообмена между фронтом горения и сгорающим материалом предложен полумпирический метод

учета влияния растительного покрова на скорость распространения кромок лесного пожара. Ил. 1. Табл. 1. Библиогр. список: 15 назв.

УДК 630*533

О качестве оценок полноты древостоя при реласкопической выборке СВАЛОВ С. Н. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1991, № 6, с. 30—33.

Дано теоретическое объяснение смещенных оценок суммы площадей сечений на 1 га, получаемых реласкопическим методом таксации. Показано, что эти оценки не являются также состоятельными и достаточными. Наибольшие отрицательные систематические ошибки характерны для оценок полноты редкостойных разновозрастных древостоев при небольших значениях реласкопического коэффициента измерительного прибора. Ил. 2. Библиогр. список: 2 назв.

УДК 625.143.482

Влияние поперечной силы на устойчивость рельсошпальной решетки под поездом. МОРОЗОВ С. И. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1991, № 6, с. 34—37.

Установлена принципиальная возможность выброса рельсошпальной решетки под поездом при определенных сочетаниях поперечных сил, действующих на путь от подвижного состава, и сил сопротивления сдвигу шпала поперек пути. Ил. 4. Табл. 1. Библиогр. список: 8 назв.

УДК 630*323.2.001.12

Анализ процесса протяжки дерева. ВАРВА В. И., ГУЦЕЛЮК Н. А., СПИРИДОНОВ С. В. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1991, № 6, с. 37—40.

Выведен спектр воздействия дерева при его протяжке на привод и исследованы случайные колебания сучкорезной машины.

УДК 630*81+691.54

Особенности механизма сцепления коры с цементом. БЫЗОВ В. И., БЫЗОВ П. В., ЮШКОВ В. В. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1991, № 6, с. 40—45.

Приведены результаты изучения механизма сцепления коры с цементом. Дан анализ воздействия химических присадок на процесс схватывания коробетона и влияния режимных параметров и присадок на его свойства. Ил. 4. Библиогр. список: 2 назв.

УДК 629.114.3.001.2

Определение положения прицепа-ропуска лесовозного автопоезда на траектории поворота. ЖУКОВ А. В., ПЕТРОВИЧ О. В. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1991, № 6, с. 45—49.

Предложена методика расчета криволинейной траектории движения прицепа-ропуски лесовозного автопоезда на повороте. Учтены особенности кинематического взаимодействия звеньев автопоезда. Выполнен анализ маневренных характеристик лесовозных автопоездов МАЗ-5434+ГКБ-9362 и МАЗ-509А±+ТМЗ-803. Ил. 2. Библиогр. список: 5 назв.

УДК 630*31.003

Сравнение вариантов трелевки к усам и веткам и выбор оптимального. ШИРНИН Ю. А., ЗАХАРЕНКО Г. П. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1991, № 6, с. 49—53.

Рассмотрены методика, экономико-математическая модель и результаты расчетов на ЭВМ, позволяющие выбрать варианты трелевки и вывозки древесины, расстояние между усами и ветками. Ил. 2.

УДК 630*367.4+630*363

Методика определения параметров корчевально-разделочного устройства машины для заготовки шпалевого остола. АНДРЕЕВ А. А., АНДРЕЕВ-ТВЕРДОВ А. И. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1991, № 6, с. 53—56. Дано обоснование основных параметров корчевально-разделочного устройства. Приведены результаты экспериментов и вариант расчета для конкретных производственных условий. Ил. 2. Библиогр. список: 5 назв.

УДК 674.049.3

Огнестойкость древесных материалов, обработанных диметилфосфитом. ПОКРОВСКАЯ Е. Н., МАКОВСКИЙ Ю. Л., СИДОРОВ В. И., ОСАДЧЕНКО И. М. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1991, № 6, с. 57—59.

Исследован процесс термического разложения древесины в присутствии диметилфосфита (ДМФ) методами дифференциальной термического анализа и газовой пиролитической хроматографии. Разработан огнезащитный состав на основе ДМФ. Ил. 3. Табл. 2. Библиогр. список: 6 назв.

УДК 624.02:[674.028.9+691.116]

Резервы формообразования деревянных клееных конструкций в процессе изготовления. ЛАБУДИН Б. В., СЕРОВ Е. Н., ЯКОВЛЕВ В. В. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1991, № 6, с. 59—65.

Предложено расширить номенклатуру плоскостных (балки, рамы, арки) и пространственных (шатры, купола) систем на основе деревянных клееных конструкций (ДКК) путем рационального раскрытия заготовочных блоков, а также сопряжения прямолинейных элементов посредством криволинейных вставок на зубчато-шипное соединение вдоль и под углом к волокнам. При этом достигается повышение надежности конструкций и снижение по материалоемкости за счет использования рациональной технологии раскрытия, конструирования и формообразования ДКК с учетом статико-геометрических параметров. Ил. 3. Библиогр. список: 13 назв.

УДК 674.093.26.06.001.4

Влияние схемы нагружения на прогнозирование прочности фанерных образцов. КОВАЛЬЧУК Л. М., ГУРИН О. В. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1991, № 6, с. 65—67. Рассмотрен вопрос о выборе схемы испытаний для прогнозирования прочности образцов фанеры. Ил. 2. Табл. 1. Библиогр. список: 2 назв.

УДК 674.093.26.65.11.56

Сравнительная оценка эффективности многопараметрических систем в деревообрабатывающей промышленности. СТРИЖЕВ Ю. Н., СОЛОВЬЕВ В. С. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1991, № 6, с. 67—72.

Приведена методика сравнительной оценки многопараметрических систем, позволяющая выбрать наилучший образец (вариант) по имеющейся совокупности различных показателей. В качестве критерия использован принцип неопределенности, основанный на рассогласии энтропии Шеннона. Табл. 3. Библиогр. список: 4 назв.

УДК 674.815-41

Автоматизация смыкания прессов для изготовления древесных плит. ПЛОТНИКОВ С. М. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1991, № 6, с. 73—75.

Предложен принцип автоматического смыкания плит пресса, основанный на разряде конденсатора. Ил. 1. Библиогр. список: 5 назв.

УДК 674.023(075.8)

Определение и анализ напряженного состояния древесины при резании. СОПОТУН А. И., БЕЦЬ М. Т. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1991, № 6, с. 75—82.

Приведены метод и результаты исследований по определению компонентов тензора напряжений при внедрении лезвия реза в древесину, позволяющие обосновать характер распределения сил по передней грани реза, объяснить физическую сущность удельных сил, возникающих в процессе резания. Ил. 4. Библиогр. список: 4 назв.

УДК 630*865.1:66.081.047

Адсорбционная сушка кормовых добавок. ЛЕВИН Б. Д. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1991, № 6, с. 82—84.

Изложены результаты исследования влияния режимных условий сорбционной сушки на интенсивность обезвоживания и качественные показатели биологически активной кормовой добавки. Табл. 3. Библиогр. список: 3 назв.

УДК 676.017.

Физическая модель формирования слоистой структуры бумажного полотна ТЕРЕНТЬЕВ О. А., ХАБАРОВ В. Н., ВИНОГРАДОВА Л. И. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1991, № 6, с. 85—89.

Изложены результаты теоретического и экспериментального исследования целлюлозных волокнистых систем, реализующих слоистую модель бумаги. Ил. 3. Библиогр. список: 19 назв.

УДК 661.931/937.07:676

Применение косвенной оксидметрии для контроля качества сточных вод сульфит-целлюлозного производства. БОГОЛИЦЫН К. Г., АИЗЕНШТАДТ А. М., ЮЛИНА Т. А., КОРОБОВСКИЙ Ю. А. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1991, № 6, с. 90—94.

Из стоков Архангельского ЦБК, прошедших биологическую очистку, выделены 4 фракции органических веществ. Для каждой из них определен вклад в величину химического потребления кислорода (ХПК) и параметр $\Delta\sigma = i$ (ХПК), которую можно применить при создании автоматических аналитических систем контроля качества сточных вод сульфит-целлюлозных предприятий. Ил. 5. Табл. 1. Библиогр. список: 7 назв.

УДК 668.48

Влияние основных видов изменчивости на содержание эфирного масла в хвое и древесной зелени сосны обыкновенной. ЕРОШИН Н. С., СТЕПЕНЬ Р. А. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1991, № 6, с. 94—99.

Установлен характер зависимости количественного содержания эфирного масла в хвое и древесной зелени сосны от основных видов изменчивости, основными из которых являются индивидуальная и географическая ($V \sim 20\%$) и найдены условия исключения их влияния при определении массовой доли эфирного масла в растительных тканях. Табл. 7. Библиогр. список: 10 назв.

УДК 577.472

Лес как фактор защиты природных водоемов от загрязнения поверхностными стоками. МЕЛЬЧАКОВ В. А. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1991, № 6, с. 99—101.

Показано, что лесные насаждения, расположенные в нижней части полевых водосборов, служат биологическим барьером, препятствующим попаданию биогенных веществ (азот, фосфор, калий) и твердых компонентов стока в природные водоемы. Даны нормативы для выделения сельскохозяйственных земель под стокоочищающие насаждения и рассчитан ежегодный экономический эффект функционирующих стокоочищающих лесных полос. Ил. 2. Библиогр. список: 6 назв.

УДК 630*786

О наличии экстремальных свойств у функции потерь от недопоставок древесины на предприятиях ЦБП. ДАВЫДОВ Г. Е., ПО-

ПОВ Н. И. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1991, № 6, с. 102—107.

Дана экономическая интерпретация экстремальных свойств у функции удельных потерь от недопоставок. Получено общее выражение для расчета координат точки экстремума. Табл. 1. Библиогр. список: 3 назв.

УДК 630*61

Об управлении лесами в условиях перехода к рыночной экономике. КЛЕШЕВ Л. С. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1991, № 6, с. 108—112.

Рассмотрены основные причины неблагоприятного положения дел в лесных отраслях. Предложена схема, позволяющая разделить функции управления лесами и хозяйственной деятельностью, сохранить основное звено — комплексные лесные предприятия.

УДК 595.768.23

Биология соснового цветоседа — вредителя мужских колосков сосны в Коми ССР. ДОЛГИН М. М. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1991, № 6, с. 113—115.

Приведены данные о сроках развития соснового цветоседа и поврежденности их мужских колосков сосны обыкновенной, а также сведения о его паразитах. Ил. 3. Табл. 1. Библиогр. список: 6 назв.

УДК 630*181.61

О проявлении треххвойности у сосны крымской. КОБА В. П. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1991, № 6, с. 115—117.

Показана зависимость встречаемости пучков с тремя хвойниками у сосны крымской от высоты над уровнем моря в разные годы. Отмечена возможность формирования экотипа, для которого характерно это явление. Ил. 2. Библиогр. список: 8 назв.

УДК 630*181.28

Рост культур хвойных экзотов в условиях центральной лесостепи Липецкой области. БИРЮКОВ В. И. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1991, № 6, с. 118—120.

Изложены результаты изучения роста и устойчивости 20 видов хвойных экзотов в ус-

ловиях ЛОСС. Рассмотрены основные свойства и даны рекомендации для их внедрения в защитные, массивные насаждения и зеленое строительство на свежих выщелоченных черноземах и серых суглинистых почвах. Табл. 1.

УДК 662.63

Горение древесного угля при сжигании топливной щепы. НАЙДЕНОВ В. И., ОТРАШЕВСКИЙ Ю. В. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1991, № 6, с. 120—123.

Найдена аналитическая формула, связывающая геометрические параметры топливной щепы, коэффициент диффузии газообразных компонент, концентрацию кислорода, скорость набегающего потока воздуха и время горения. Ил. 2. Библиогр. список: 6 назв.

Декларация X Всемирного лесного конгресса. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1991, № 6, с. 124—126.

УДК [630*18:630*237] (049.3)

Ценные учебные пособия. НАБАТОВ Н. М. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1991, № 6, с. 127.

УДК 630*81

Выдающийся педагог и ученый. ОБЛИВИН А. Н., КИРИЛЛОВ А. Н., УГОЛЕВ Б. Н., ШУБИН Г. С., РАСЕВ А. И., СОКОЛОВ О. М., МЕЛЕХОВ В. И., БОГДАНОВ Е. С. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1991, № 6, с. 128—129.

Алябьев Владимир Михайлович. РЕКТОРАТ ЛЕСОТЕХНИЧЕСКОЙ АКАДЕМИИ, ДЕКАНАТ ФАКУЛЬТЕТА МЕХАНИЧЕСКОЙ ТЕХНОЛОГИИ ДРЕВЕСИНЫ, КОЛЛЕКТИВ КАФЕДРЫ ЭЛЕКТРОТЕХНИКИ И ЭЛЕКТРОБОРУДОВАНИЯ. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1991, № 6, с. 130.

Лесной месяцеслов. РЯБЧУК В. П. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1991, № 6, с. 131—132.

Редколлегия «Лесного журнала» во Львове. РОМАНОВ Е. С. Изв. высш. учеб. заведений. Лесн. журн., 1991, № 6, с. 133.

УКАЗАТЕЛЬ СТАТЕЙ,

ПОМЕЩЕННЫХ В «ЛЕСНОМ ЖУРНАЛЕ»

в 1991 г.

ЛЕСНОЕ ХОЗЯЙСТВО

- Алексеев А. С., Бабинов Б. В. Оценка изменений состояния древостоев сосны на осушенных болотах. № 4—16.
- Бирюков В. И. Рост и продуктивность некоторых видов лиственных пород в центральной лесостепи. № 2—16.
- Бугаев В. А. О проблеме повышения продуктивности лесов. № 2—3.
- Веретенников А. В. Реакция древесных растений на повышение содержания углекислоты в атмосфере. № 3—7.
- Грумманс В. М., Стельмахович С. В. Некоторые аспекты эффективности комбинированных технологий при тушении лесных пожаров. № 3—21.
- Гусев И. И., Коптев С. В. Сортиментная структура северотаежных ельников. № 4—3.
- Гусинов Э. С. Микромилитеты дуба в Азербайджане (сумчатые). № 5—7.
- Гутман А. Л., Успенский В. В. Базисный возраст и закономерности роста древостоев. № 2—6.
- Дебринюк Ю. М. Об использовании схем смешения при создании лесных культур дуба и ели на западе УССР. № 4—30.
- Дружинин Н. А. К методике наблюдений за почвенно-грунтовыми водами и осадкой торфа при гидроресомелиоративных исследованиях. № 5—27.
- Зубарева Л. А., Ельшин С. В., Каратаев А. Б. Воздействие концентрированных рубок на горизонтальную структуру растительного покрова ельников-чернычников и их производных в южной тайге. № 5—22.
- Ивонин В. М., Шумакова Г. Е. Влияние техногенного загрязнения на состояние придорожных лесных полос. № 6—12.
- Изюмский П. П., Дуда В. В. К технологии лесоводственного ухода в сосняках. № 1—15.
- Кабанов С. В. Взаимосвязи запаса лесной подстилки с таксационными показателями дубовых низкотравянистых рубок. № 3—13.
- Колодин И. П., Ковнев Э. В. К расчету остатков отрезков контура лесного пожара. № 4—26.
- Ковнев Э. В. О влиянии вида растительного покрова на скорость распространения лесных пожаров. № 6—25.
- Кузнецов Ю. А. Противопожарные полосы на безлесных участках. № 2—13.
- Курбатский Н. П., Цыкалов А. Г. Параметры фронтальной кромки пожара в лиственниках на вечной мерзлоте. № 3—3.
- Лебедев А. В. Живичная индикация устойчивости деревьев ели к кородеу-типографу. № 1—18.
- Лебедев А. В. Патология и устойчивость деревьев ели в рекреационных древостоях. № 3—17.
- Лебедев А. В., Иванова Э. А. Патология хвойных пород в типичных среднегаевых древостоях. № 5—11.
- Маркевич И. А., Шужмов А. А. Композиция целостного Валаамского ландшафтно-архитектурного комплекса. № 6—21.
- Матвеев Н. М., Прохорова Н. В., Кавеленова Л. М., Терентьев В. Г. О влиянии минерального шлама металлообрабатывающего производства на развитие семян древесных пород. № 3—9.
- Мякушко В. К., Ахмад Х. Развитие и плодоношение бука лесного в искусственных насаждениях за пределами ареала. № 2—10.
- Набатов Н. М. Влияние погодных условий на рост подроста и культур ели при постененных и сплошных рубках. № 1—12.

- Никифорчин И. В., Яновский Л. Н., Моисеев В. С. Взаимосвязи прироста слового подроста по высоте с основными его таксационными показателями. № 1—3.
- Нипа С. С. Влияние агротехнических приемов на видовой состав живого папочвенного покрова. № 1—25.
- Огибин Б. Н., Лобанова А. В., Маслов А. Д., Матусевич Л. С., Цанков Г. Защита круглых лесоматериалов хвойных пород от вредных насекомых в Коми ССР. № 5—16.
- Попова Л. Г., Юринова А. А., Кузьмина М. В., Киприанов А. И., Егоров А. Е. Опыт выращивания семян ели и сосны с применением стимулятора роста на основе черного сульфатного щелока. № 1—22.
- Родин А. Р., Попова Н. Я. Перспективы использования экологически чистых препаратов в лесных питомниках. № 6—3.
- Рябконов А. П. Лесоводственная оценка различных вариантов размещения посадочных мест в сосняках. № 2—23.
- Рябчук В. П. Ресурсы лекарственно-технических травянистых растений Украины, имеющих ограниченное распространение. № 6—8.
- Сафронова Г. П., Нипа Л. Р. Содержание макроэлементов в хвое семян ели сибирийской. № 6—17.
- Свалов С. И. О качестве оценок полноты древостоев при реласкопической выборке. № 6—30.
- Сильванович В. В., Меличко А. В. Определение смолопродуктивности сосны обыкновенной методом микроранений. № 3—24.
- Столяров Д. П., Минаев В. Н. Возможности использования мотоделтапланов для целей исследования лесов. № 4—12.
- Трофимов В. Н., Мушников А. А. Лось, клещи и грибные болезни как факторы ослабления рекреационных ельников Московской области. № 2—19.
- Усольцев В. А., Нагимов З. Я., Демнев В. В., Шарфутдинов Р. Р. Распределение массы ветвей по их толщинам в сосняках Среднего Урала. № 1—7.
- Цурик Е. И. Способ определения параметров функции Дракина-Вуевского. № 5—3.
- Шапкин О. М., Попивший И. И. К проблеме вегетативного размножения ели европейской. № 4—22.
- Юркина Е. В. Факторы, регулирующие численность опасных вредителей почек и побегов в сосновых молодняках Коми ССР. № 5—19.

ЛЕСОЭКСПЛУАТАЦИЯ

- Алябьев В. М., Горбатов Н. М., Знаменский Г. П. О некоторых особенностях коммутации косинусных конденсаторов на предприятиях лесной отрасли. № 5—35.
- Андреев В. И., Герасимов Ю. Ю. Влияние сварного соединения на усталостную долговечность металлоконструкции гидроманипулятора лесозаготовительной машины. № 2—27.
- Андреев А. А., Андреев-Твердов А. И. Методика определения параметров корчевально-разделочного устройства машин для заготовки пневого осмола. № 6—53.
- Библюк Н. И., Перетятко Б. Т., Литвинчук Е. Н. Моделирование поступательного движения лесотранспортного средства. № 2—33.
- Библюк Н. И. Математическая модель пакета хлыстов. № 5—38.

- Бызов В. И., Бызов П. В., Юшков В. В. Особенности механизма сцепления коры с цементом № 6—40.
- Варава В. И., Ведерников О. М. Моделирование хлыстов и их подвеса при трелевке в полупогруженном положении. № 3—29.
- Варава В. И., Гуцелюк Н. А., Свиридов С. В. Анализ процесса протяжки дерева № 6—37.
- Воронцов Ю. Ф., Кучин А. В. Коэффициент полндревности плотов при различных способах сортировки сырьевочного сырья на лесосплавных рейдах. № 3—46.
- Вторнина Э. Д. Изменение массы на крюке крана-лесопогрузчика башенного типа при выгрузке круглых лесоматериалов из грейфера на весу. № 4—52.
- Гагарин П. И. Теоретическая модель турбулентного плоского движения жидкости за гасителем течения. № 1—43.
- Демидовский Б. Б., Васильев-Козлов Б. Д. Результаты испытаний гребневых тормозных колодок из чугуно-капронового пресс-материала на тепловозах УЖД. № 4—13.
- Доидов И. Е. Устойчивость движения фронтально-навесного машинно-тракторного агрегата (ФМТА). № 2—45.
- Елисеев А. П. Сравнительная оценка работоспособности шпал узкой колес. № 3—39.
- Жуков А. В., Янушко В. В., Мохов С. П. Статистическая оценка нагруженности лесовозного тягача при холостом пробеге. № 4—35.
- Жуков А. В., Горюновский А. Р., Асмоловский М. К. Оценка параметров колесных тракторов при агрегатировании с лесозаготовительным технологическим оборудованием № 5—31.
- Жуков А. В., Петрович О. В. Определение положения прицепа-роспуска лесовозного автопоезда на тракторной поворота. № 6—45.
- Иванов Г. А. Уточнение методики расчета сменной производительности трелевочного трактора. № 4—46.
- Коротяев Л. В. К расчету силового момента от ветровой нагрузки на словое дерево. № 2—50.
- Мазуркин П. М. Бесстружечное срезание кустарника и поросли. № 1—35.
- Морозов В. С. Расчет толщины зимних лесовозных дорог на болотах. № 3—48.
- Морозов В. С. Исследование напряженно-деформированного состояния двухслойных зимних дорог на болотах. № 5—55.
- Морозов С. И., Невзорова Л. Г. Анализ факторов, влияющих на угон рельсов лесовозных УЖД. № 1—29.
- Морозов С. И., Попов М. В., Елисеев А. П. Удерживающая сила пружинных противоугонов ПП-Р24. № 2—29.
- Морозов С. И. Влияние поперечной силы на устойчивость рельсошпальной решетки под поездом. № 6—34.
- Сленко И. И. Динамические усилия в несущем канате при падении на него дерева. № 1—51.
- Стуков В. П. Метод расчета мостовых деревянных балок, работающих совместно с железобетонной плитой. № 2—38.
- Стуков В. П. Теоретические основы расчета нагеля в древесине. № 5—43.
- Уваров Б. В. Воздействие динамической нагрузки на железобетонные плиты лесовозных автодорог. № 3—35.
- Уваров Б. В., Жабин В. И., Щелкунов В. В. О деформациях и напряжениях в рельсах и шпальном основании. № 4—38.
- Фаст В. И. Методика выбора системы лесосечных машин для конкретных условий эксплуатации. № 1—39.
- Фролов В. А., Журавлев Н. А. Обоснование оптимального числа хлыстов в трелевочной пачке. № 3—43.
- Харитонов В. Я. Условия поперечного перемещения плавающих одиночных бревен. № 3—27.
- Шимкович Д. Г. Об устойчивости системы сжатых цилиндрических тел и вероятных значениях критической силы. № 5—42.
- Ширин Ю. А., Захаренко Г. П. Сравнение вариантов трелевки к усам и веткам и выбор оптимального. № 6—49.

МЕХАНИЧЕСКАЯ ОБРАБОТКА ДРЕВЕСИНЫ И ДРЕВЕСИНОВЕДЕНИЕ

- Вольникин В. Н. Магнитная сепарация древесной муки. № 5—79.
- Вольнский В. Н. О взаимосвязи прочности древесины с несколькими ее параметрами, определяемыми неразрушаемым способом. № 1—60.
- Вольнский В. Н. Математическое описание процесса деформирования древесины при изгибе. № 2—63.
- Вольнский В. Н. Влияние влажности и температуры на механические показатели древесины с учетом ее плотности. № 5—75.
- Грубе Н. А., Яковлев Г. И. Остаточная концентрация пыли в очищенном воздухе при использовании циклопов типа УЦ. № 1—68.
- Исупова Т. С. К вопросу стабилизации усилия натяжения пилы вертикального ленточнопильного станка. № 4—74.
- Ковальчук Л. М., Гурий О. В. Влияние схемы нагружения на прогнозирование фанерных образцов. № 6—65.
- Коробовский А. А. К вопросу о затуплении шлифовальных лент при обработке древесины. № 3—67.
- Кунтыш В. Б. Теплообмен и аэродинамическое сопротивление шахматных стесенных пучков из труб с накатными ребрами. № 2—74.
- Лабудин Б. В., Орлов Р. Б., Базенков Т. Н. Сопротивление элементов клееной древесины местному смятию под углом к волокнам № 3—59.
- Лабудин Б. В. Расчетные сопротивления клееной древесины при местном смятии. № 5—66.
- Лабудин Б. В., Серов Е. Н., Яковлев В. В. Резервы формообразования деревянных клееных конструкций в процессе изготовления. № 6—59.
- Левин Б. Д. Адсорбционная сушка кормовых добавок. № 6—82.
- Огурцов В. В. Нормирование достоверности прочности пиломатериалов для клееных несущих конструкций. № 5—72.
- Павлов Ю. Г., Иванников А. С., Шереметьев К. П. Автоматизация управления технологическим процессом лазерного раскроя. № 3—56.
- Плотников С. М. Автоматизация смыкания прессов для изготовления древесных плит. № 6—73.
- Покровская Е. Н., Маковский Ю. Л., Сидоров В. И., Осадченко И. М. Огнестойкость древесных материалов, обработанных диметилфосфитом. № 6—57.
- Прокофьев Г. Ф., Гриньков В. В. Теоретические исследования криволинейных аэро-статических направляющих ленточнопильного станка. № 1—70.
- Прокофьев Г. Ф. Определение параметров механизма привода пилы ленточнопильного станка с криволинейными аэро-статическими направляющими. № 4—55.
- Прокофьев Г. Ф. Боковые силы, действующие на рамные пилы, и влияние их на точность пиления древесины. № 5—82.
- Разиньков Е. М. Особенности структурообразования связующего в древесностружечных плитах. № 1—64.
- Разиньков Е. М. Пористость древесностружечных плит. № 2—59.
- Рюмина Е. Б., Успенская Г. Б. Достоверность прогноза длительной прочности конструктивных пиломатериалов № 1—78.
- Сенькевич Л. В., Соловьев В. В., Моргачев А. М. Определение пороговых коэффициентов интенсивности напряжений сталеб, предназначенных для изготовления дереворежущих пил. № 2—57.
- Соловьев В. В. Оценка надежности рамных пил. № 3—63.
- Сопотун А. И., Бець М. Т. Определение компонентов поля напряжений при резанции древесины. № 3—75.

- Сопотун А. Н., Бець М. Т. Определение и анализ напряженного состояния древесины при резании. № 6—75.
- Стахив Ю. М. Резонансные колебания и потеря устойчивости плоской формы равновесия тонкого вращающегося диска при неравномерном нагреве. № 2—80.
- Стрижев Ю. Н., Соловьев В. С. Сравнительная оценка эффективности многопараметрических систем в деревообрабатывающей промышленности. № 6—67.
- Суровцева Л. С., Бахметьева Л. И. Возможность укрупненной сортировки бревен по диаметрам в лесопильном потоке, оснащем базоформирующей линией. № 4—63.
- Торопов А. С. К определению параметров процесса раскряжевки при вращательной подаче круглой пилы. № 2—68.
- Торопов А. С. Математическое и программное обеспечение для расчета круглых пил с вращательным движением подачи. № 5—52.
- Умаров М. У., Чавчавадзе Е. С., Забабурина И. В. Влияние промышленного загрязнения на структуру древесины березы извилистой (*Betula tortuosa* Ldb.). № 4—71.
- Федак А. В., Качан В. Ф., Сун-Чен-Ли Л. А. Влияние магнитной обработки на незавершенность релаксационных процессов при формировании полиэфирных покрытий. № 3—53.
- Хрулев В. М., Хашимов А. Ю. Пропиточная установка для защитной обработки древесины серой. № 1—58.
- Шаммаев В. А., Гаврилов Г. К. Жесткость древесины как функция ее гидротермического состояния. № 4—58.
- Шостаков В. В. Оптимизация режимов пиления на круглопильных станках. № 3—70.
- Юрченко С. К., Брюквин А. В. Теоретическое исследование влияния различных конструктивных параметров на устойчивость ленточных пил. № 4—67.
- ХИМИЧЕСКАЯ ПЕРЕРАБОТКА ДРЕВЕСИНЫ**
- Боголицын К. Г., Айзенштадт А. М., Юлина Т. А., Коробовский Ю. А. Применение косвенной окредметрии для контроля качества сточных вод сульфит-целлюлозного производства. № 6—90.
- Борзенкова А. Я., Дашевская Р. И., Третинникова Г. К., Елканович И. В. Пути использования лигносульфонатов в технологии переработки эластомеров. № 4—90.
- Гамова И. А., Ефимов В. П., Эльберт А. А. Использование модифицированного связующего вещества в технологии декоративного бумажнослоистого пластика. № 2—85.
- Гермер Э. И. Влияние pH на кинетику деглинификации и растворения полисахаридов при кислородно-щелочной варке древесины. № 3—95.
- Горбунова О. Ф., Боголицына Г. М., Кочергина Г. Г. О деглинификации с азотной кислотой. № 3—89.
- Груздева Т. Н., Епыхов Б. П., Наумов А. Н., Плотников А. П. Структурные изменения в бумаге при комплексных механических воздействиях. № 3—86.
- Груздева Т. Н., Ерыхов Б. П., Наумов А. Н. Влияние синусоидальных сдвиговых напряжений на структуру бумаги. № 4—82.
- Дуда Я. В., Яремчук Л. А., Хохлаева В. В. Применение физико-химических методов для исследования структуры полиэфирных покрытий. № 4—87.
- Ерошин Н. С., Степень Р. А. Влияние основных видов изменчивости на содержание эфирного масла в хвое и древесной зелени сосны обыкновенной. № 6—91.
- Каменков С. Д., Гамова И. А., Царев Г. И. Модификация карбамидоформальдегидной смолы талловой канифолью. № 1—97.
- Канарский А. В. Влияние способа обработки целлюлозы на свойства фильтровального картона. № 2—97.
- Киселев И. Я. Разложение пероксида водорода под действием ферментов зеленых листьев древесных растений. № 1—92.
- Ламоткин А. И., Мамоненко И. В., Шульгин И. Л. Применение полуэмпирических аддитивных методов для определения термодинамических свойств каренов. № 1—94.
- Ламоткин А. И., Бутыко Т. А., Каленикова С. И., Проневич А. Н., Проскуракова Э. Н. Коагуляция гидрозолей терпено-маленовых смол. № 5—108.
- Левин Б. Д. Об адсорбционной сушке гидролизного лигнина в барабанной сушилке. № 4—94.
- Левина Л. Ф., Левин Б. Д. Динамика механической прочности бумаги в ходе ее сушки. № 1—87.
- Леонович А. А., Королева М. И., Оболенская А. В. Термомеханический анализ полиморфных модификаций целлюлозы. № 1—82.
- Личутина Т. Ф., Никитинская М. Н., Новоселова Т. М. Влияние содержания коры и толщины щелы на выход и качество небеленой сульфатной целлюлозы. № 5—100.
- Лузина Л. И., Мосур Л. А. Влияние расхода щелочи при сульфатной варке на сорбцию ее целлюлозными волокнами. № 5—98.
- Мельчанов В. А. Лес как фактор защиты природных водоемов от загрязнения поверхностными стоками. № 6—99.
- Мосур Л. А., Трящина Н. П., Никитин Я. В., Болотин Д. Б., Троянская А. Ф., Личутина Т. Ф. Распределение серосодержащих соединений метанола и этанола в конденсатах сульфатно-целлюлозного производства. № 1—103.
- Никандров А. Б., Дейнеко И. П. Деглинификация древесины в условиях кислородно-спиртовой варки. № 5—105.
- Паюсов С. А., Крылов В. С., Шарыпова Л. Н. Уравнение для единого описания кинетики реакций гидролиза. № 1—100.
- Терентьев О. А., Васильева С. Г., Тотухов Ю. А. Оценка влияния поверхностных свойств волокон на структурообразование суспензий. № 4—85.
- Терентьев О. А., Хабаров В. И., Виноградова Л. И. Физическая модель формирования слоистой структуры бумажного полотна. № 6—85.
- Тихомирова Г. В., Лебедева О. И., Рубчевская Л. П., Хвойный воск кедр. № 5—96.
- Туманова Т. А., Габриелян А. Р., Часовенная В. А., Дьяченко Ю. И., Пузырев С. С. Влияние хелатного соединения на процесс отбелки древесной массы растворами дитионита натрия. № 3—81.
- Туманова Т. А., Габриелян А. Р., Дьяченко Ю. И., Часовенная В. А. Отбелка рафинерной древесной массы дезаэрированным водным раствором дитионита натрия. № 5—90.
- Черная Н. В., Колесников В. Л., Гридюшко Г. С. Влияние режимов латексной проклейки в массе при производстве бумаги на свойства образующегося оборотного брака. № 2—87.
- Шинаков Е. П., Шкут В. М., Цыкунова Т. В., Стебакова С. А. Влияние азотнокислых и комплексных солей, вносимых на стадии инверсии гидролизата, на состав дрожжевой биомассы. № 2—94.
- Эльберт А. А., Коврижных Л. П., Козловский И. Ф. Применение лигносульфонатов в производстве древесностружечных плит повышенной релаксационности. № 4—77.
- Яковлев В. А., Григорьева Н. В., Макаренко В. А., Верх Е. А., Полторацкий Г. М. Изучение равновесий, имеющих место при абсорбции серосодержащих соединений из газовых выбросов ЦБК. № 2—91.
- ЭКОНОМИКА И ОРГАНИЗАЦИЯ ПРОИЗВОДСТВА**
- Гавриленко В. И., Лобовиков М. А., Смирнова А. И. Перестройка хозяйственного механизма при хозрасчетной организации лесохозяйственного производства. № 1—110.

- Гейзлер П. С., Федоренчик А. С. Оптимизация технологическо-транспортной структуры лесозаготовительного предприятия. № 2—101.
- Гейзлер П. С. Модель оптимизации производственной программы комплексного лесного предприятия (объединения). № 5—112.
- Давыдов Г. Е. Оценка надежности поставок древесины при специализации и закреплении части ресурсов за определенным потребителем. № 4—103.
- Давыдов Г. Е., Попов Н. И. О наличии экстремальных свойств у функции потерь от недопоставок древесины на предприятиях ЦБП. № 6—102.
- Клешев Л. С. Об управлении лесами в условиях перехода к рыночной экономике. № 6—108.
- Кудинов И. П. Методические основы расчета экономической эффективности организации лесопромышленных узлов. № 2—104.
- Лазарев А. С. О дифференциальном доходе по качеству в новых лесных таксах. № 2—108.
- Логачкий В. Н. Методы определения арендной платы при многоцелевом лесопользовании. № 3—107.
- Мурашкин Н. В. О ценах на новую лесную технику. № 2—117.
- Петров В. Н. Услуги по охране и защите леса как особый вид продукции лесного хозяйства. № 5—116.
- Пластинин А. В., Суханов Г. Г. О методике построения комплексного показателя эффективности производства на предприятии. № 4—107.
- Романов Г. Е. Организация производственной деятельности лесозаготовительных предприятий с источниками лесосырьевыми базами. № 2—114.
- Романов Е. С. Аренда на лесосплавном рейде. № 3—103.
- Синякивич И. М. О совершенствовании экономических отношений в лесовыращивании. № 4—100.
- Смирнова И. В. Состояние и источники развития социальной инфраструктуры лесозаготовительных предприятий. № 5—118.
- Сухопаров Н. Ю. Выбор формы хозрасчета с учетом хозяйственного риска. № 1—113.
- Чупров Н. П., Антуфьева Е. Д., Ярунова Т. П., Шулпина В. Б. Расчет и обоснование размера неистощительного пользования лесом в Архангельской области. № 3—113.
- Карпов С. В., Сабуров Э. Н. К определению расходных характеристик циклонных аппаратов. № 4—118.
- Коба В. П. О проявлении треххвойности у паратов. № 1—118.
- Лобжанидзе Э. Д., Картвелишвили Н. И., Синауридзе Л. Н., Рухадае М. Ш. Анатомическое строение и физико-механические свойства древесины глобовины (*Sorbus torminalis* L.) и перспективы ее использования. № 3—128.
- Логгинов Б. И., Попа Ю. Н., Козак А. В., Медьник А. А. Подстилка в лесных насаждениях на терриконках антрацитовых шахт Донбасса. № 1—117.
- Меланхолин П. Н. Изменение почвенного покрова в старых культурах за пять лет. № 5—122.
- Найденков В. И., Отрашевский Ю. В. Горение летучих топливной щепы. № 5—128.
- Найденков В. И., Отрашевский Ю. В. Горение древесного угля при сжигании топливной щепы. № 6—120.
- Некрасов В. В., Некрасова Н. В. Исследование энтропии вязкого течения растворов сульфатного лигнина. № 2—124.
- Огурцов В. В., Матвеева И. С., Захаров М. И. Измерение силы упругости движущихся пиломатериалов в процессе их сортировки по механическим свойствам. № 1—125.
- Орлов В. П., Юрьев Ю. Л. Выбор рационального типа конвективной сушилки для измельченной древесины. № 4—123.
- Панкратова Р. П. О возможностях лесовыращивания в зоне горнометаллургических предприятий. № 5—125.
- Пахучий В. В. Оптимизация параметров осушительных систем на слабоотформованных лесных землях. № 1—118.
- Писанов В. С. Этап формирования сосняка ягодниково-зеленомошного в условиях заповедности и влияния водохранилища. № 4—111.
- Пищик И. И., Гончарова Е. В. Изменение микростроения древесины в процессе ее эксплуатации в памятниках. № 1—120.
- Пунык Б. М. Производительность естественных насаждений на трассах трубопроводов Украинских Карпат. № 3—120.
- Сметанин А. С., Брагин А. П. Способ определения объема пачек хлыстов по нагрузке в грузовом канате. № 2—122.
- Соловьев Б. П., Ведерникова А. Я., Цветков Л. А. Целевые культуры ускоренного лесовыращивания. № 4—115.
- Суханова Г. П., Новожилов Е. В., Богомолов Б. Д. Десорбция гемцеллюлоз при размоле целлюлозы различной жесткости. № 1—128.
- Чернов Н. Н. Лесоводственные способы повышения продуктивности пихтовых лесов. № 3—122.

КРАТКИЕ СООБЩЕНИЯ И ОБМЕН ОПЫТОМ

- Арапова Н. Н. Видовой состав и значимость микромнцев в очагах сосновой ядвенцы в Казахстане. № 2—119.
- Бирюков В. И. Рост культур хвойных экзотов в условиях центральной полосы Ленинградской области. № 6—118.
- Бырюк Н. П., Лашенко А. П., Касперов Г. И. Экспериментальные исследования конструкции дорожной одежды с теплоизоляционным слоем. № 3—126.
- Гамидуллаев С. Н., Ряхтер Н. Е., Леонович А. А., Соловьева С. Ю., Чупка Э. И. Действие лесохимической добавки в щелочной среде на древесину при нагревании. № 2—126.
- Долгин М. М. Биология соснового цветоеда — вредителя мужских колосков сосны в Коми ССР. № 6—113.
- Ерусалимский В. И. Транспирация дуба и сопутствующих пород в культурах засушливой степи. № 4—113.
- Изаков А. Ф., Лейнартас Е. К. Определение высоты пакета круглых лесоматериалов при перегрузке в гибких стропконтейнерах. № 1—123.
- Исупова Т. С. Результаты экспериментальных исследований точности распиловки древесины на вертикальных ленточнопильных станках. № 2—121.
- Карамышев В. Р., Метальников М. С., Алябьев Ф. И. Особенности конструкции и расчета комбинированной двухпоточной предохранительной муфты лесохозяйственных машин. № 3—124.

ИСТОРИЯ НАУКИ

- Авдеев А. Н., **Дыренков С. А.**, Э. Ф. Дамберг — ботаник и лесовод. № 2—129.
- Игнатьев А. Ф., Мартынов А. Н. Дмитрий Никифорович Кайгородов (к 145-летию со дня рождения). № 3—131.
- Редько Г. И. «Не во славу свету свое рассуждение оставляю...» (к 225-летию опубликования книги Ф. Г. Фокеля). № 4—125.
- Уголев Б. Н. Выдающийся лесовод Леонид Михайлович Перельгин (к 100-летию со дня рождения). № 5—134.

ИЗ ЖИЗНИ ВУЗОВ

- Иванов А. П. ЛТИ ЦБП — 60 лет. № 2—134.
- Кучерявый В. А., Костыцкий В. В., Тарасов О. Ю. Эколого-правовая подготовка инженеров лесной отрасли. № 1—130.
- Портной В. Н., Свириденко В. Е. Лесохозяйственный факультет Украинской сельскохозяйственной академии (к 150-летию юбилею). № 2—132.
- Рябчук В. П., Магазинчикова И. П., Семкив В. О., Землинский С. Н. О повышении уровня подготовки специалистов лесного хозяйства. № 1—132.

НАУЧНЫЕ КОНФЕРЕНЦИИ
И СОВЕЩАНИЯ

- Бондаренко В. Д., Чернявский Н. В.** Всесоюзная конференция по дубравам. № 5—135.
- Веретенников А. В.** Всесоюзное совещание по проблемам лесоведения и лесной экологии. № 2—137.
- Веретенников А. В.** Второй съезд Всесоюзного общества физиологов растений. № 3—136.
- Веретенников А. В.** Всесоюзное совещание по анатомии, физиологии и экологии лесных растений. № 4—131.
- Декларация X Всемирного конгресса.** № 5—124.
- Дедеган И. В., Бондаренко В. Д.** Третий Международный симпозиум по лосю. № 3—134.
- Уголев Б. Н.** Восьмой международный симпозиум по фундаментальным исследованиям древесины. № 1—135.
- Уголев Б. Н.** Сессия и симпозиум Координационного совета по лесоведению. № 2—135.

КРИТИКА И БИБЛИОГРАФИЯ

- Мозолевская Е. Г., Сергеева Е. П., Костенчук Н. А.** Новая книга «Экологическая альтернатива». № 1—137.
- Набатов Н. М.** Ценные учебные пособия. № 6—127.

Суханов В. И. Полезная книга о подпочке хвойных пород. № 4—133.

ЮБИЛЕИ

- Мазуркин П. М.** Василию Евдокимовичу Печенкину — 90 лет. № 4—135.
- Обливин А. Н., Кириллов А. Н., Уголев Б. Н., Шубин Г. С., Расев А. И., Соколов О. М., Мелехов В. И., Богданов Е. С.** Выдающийся педагог и ученый. № 6—128.

НЕКРОЛОГИ

- Группа товарищей.** Борис Абрамович Таубер. № 4—137.
- Ректорат Ленинградской лесотехнической академии, деканат лесинженерного факультета, коллектив кафедры технологии лесозаготовительных производств.** Василий Григорьевич Кочегаров. № 3—138.
- Ректорат Лесотехнической академии, деканат факультета механической технологии древесины, коллектив кафедры электротехники и электрооборудования.** Алябьев Владимир Михайлович. № 6—130.

ЛЕСНОЙ ФЕНОЛОГИЧЕСКИЙ
КАЛЕНДАРЬ

- Рябчук В. П.** Лесной месяцеслов. № 6—131.
- Романов Е. С.** Редколлегия «Лесного журнала» во Львове. № 6—133.