

ности, они выполняют на данной территории. В заповедной хозяйственной части и на особо защитных участках других лесов I группы, исключаемых из главного пользования, формы хозяйства по товарности вообще не устанавливаются. Уникальность заповедных экосистем и лучшее проявление защитно-стабилизирующих, природоохранных, эстетических и других полезных свойств лесов в растущем состоянии наиболее полно обеспечиваются высокоствольными древостоями семенного происхождения.

В рекреационной зоне природного национального парка (как и в местах курортов, зон отдыха, туристических маршрутов и в других лесах I группы) при проведении ландшафтных рубок ухода и санитарных рубок необходимо стремиться к усилению устойчивости насаждений против нежелательных стихийных и антропогенных воздействий, улучшению их эстетической привлекательности и санитарно-гигиенической ценности. Формирование живописных пейзажей и ландшафтов должно включать выращивание в лесах этой зоны древесно-кустарниковых пород, биологически устойчивых против пыли, дыма, газов, уплотнения и ухудшения аэрации почв. Они должны иметь улучшенные декоративно-эстетические свойства, максимально проявляющиеся в течение года. Эти мероприятия имеют особенное значение в формировании красивых пейзажей, хорошо просматриваемых в перспективе из так называемых «видовых точек».

На открытых лужайках целесообразно высаживать цветущие кустарники с продолжительным периодом цветения, а в насаждениях оставлять и охранять ценные в эстетическом отношении деревья и их группы. Формирование таких чередующихся групп деревьев в сочетании с живописными полянами, создающими игру цвета, света и тени, является одной из задач ландшафтных рубок ухода за лесом и декоративного озеленения, определяет своеобразную технику их выполнения.

В лесах рекреационной зоны большое внимание должно уделяться благоустройству территории: созданию дорожной и тропиной сети, установке в «видовых точках» павильонов, беседок и скамеек для отдыха, проведению других лесохозяйственных и организационных мероприятий. Все мероприятия по организации территории лесов рекреационной зоны и их благоустройству должно разрабатывать лесоустройство.

#### ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Лес и охрана природы / Под ред. С. Г. Синицына.— М.: Лесн. пром-сть, 1980.— 288 с. [2]. Одум Ю. Основы экологии.— М.: Мир, 1975.— 740 с. [3]. Опыт и методы экологического мониторинга: Матер. Всесоюз. совещания.— Пушкино: Науч. центр биологических исследований АН СССР, 1978.— 265 с. [4]. Федосимов А. Н., Анисочкин В. Г. Выборочная таксация леса.— М.: Лесн. пром-сть, 1979.— 172 с. [5]. Флора і рослинність Карпатського заповідника / Під ред. С. М. Стойко.— Київ: Наукова думка, 1982.— 220 с. [6]. Цурик Е. И. Дигрессивно-демутационные изменения в почвах ельников и вторичных полонин у верхней границы леса в Карпатах // Почвоведение.— 1986.— № 9.— С. 112—121.

Поступила 14 сентября 1987 г.

УДК 630\*564

### МОДЕЛИРОВАНИЕ РОСТА И ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ ТРОПИЧЕСКИХ СОСНЯКОВ (*Pinus kesiya*)

НГУЕН НГОК ЛУНГ

Ленинградская лесотехническая академия

В настоящее время моделирование древостоев, необходимое для прогнозирования общей производительности и выхода сортиментов, проводится по двум направлениям:

2. Прямая задача по определению оптимальной частоты вращения  $n_{\text{опт}}$  для прокованного диска пилы с любым начальным напряженным состоянием (выше нулевого до критической величины) всегда имеет решение. Постановка обратной задачи проковки «под обороты» с обеспечением максимальной изгибной жесткости диска корректна при условии, если прокованная до критического начального напряженного состояния пила имеет величину  $n_{\text{опт}}$  выше рабочей частоты ее вращения  $n_{\text{раб}}$ .

#### ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Вилстон Э. Д. Производство пиломатериалов.— М.: Лесн. пром-сть, 1981.— 384 с. [2]. Ершов С. В., Стахийев Ю. М. Влияние скорости вращения на изгибную жесткость диска пилы // Науч. тр. / ЦНИИМОД.— 1985.— Проблемы интенсификации лесопильного производства.— С. 143—150. [3]. Ершов С. В., Стахийев Ю. М. Определение оптимальной частоты вращения прокованного диска пилы по критерию изгибной жесткости // Науч. тр. / ЦНИИМОД.— 1987.— Резервы использования материальных и трудовых ресурсов.— С. 154—162. [4]. Стахийев Ю. М. О подготовке диска пилы // Деревообаб. пром-сть.— 1986.— № 6.— С. 5—8. [5]. Стахийев Ю. М. О подготовке диска пилы // Лесн. журн.— 1983.— № 2.— С. 73—79. (Изв. высш. учеб. заведений). [6]. Стахийев Ю. М. Устойчивость и колебания плоских круглых пил.— М.: Лесн. пром-сть, 1977.— 296 с. [7]. Якунин Н. К. Круглые пилы и их эксплуатация.— М.: Лесн. пром-сть, 1977.— 200 с. [8]. Якунин Н. К. Об улучшении качества круглых пил // Деревообаб. пром-сть.— 1985.— № 12.— С. 7—9. [9]. Mote C. D., Szumani R. Основные достижения в области исследований и контроля вибрации тонких круглых пил. Ч. 1. Вибрация круглых пил // Holz als Roh- und Werkstoff.— 1977.— № 5.— С. 189—195. [10]. Szumani R. Решения проблемы круглопильных станков в США // Holz als Roh- und Werkstoff.— 1984.— Т. 42, № 8.— С. 309—314.

Поступила 11 марта 1988 г.

УДК 674.048.3

### ИСПЫТАНИЯ АНТИСЕПТИКОВ НА ОСНОВЕ ОТХОДОВ АЛЮМИНИЕВОГО ПРОИЗВОДСТВА

Н. К. ЧЕРНЫШЕВА, Л. А. МАСЛОВА

Ленинградская лесотехническая академия

Важный момент рациональности и экономичности использования лесных материалов — долговечность объектов, выполненных из древесины.

Традиционные в СССР фтористые антисептики в последние годы из-за более широкого потребления их другими отраслями народного хозяйства перешли в разряд дефицитных материалов.

Одним из источников получения эффективных защитных средств могут быть отходы химических предприятий, особенно это относится к районам Сибири и Дальнего Востока, куда антисептики завозят из Европейской части страны.

Алюминиевые заводы — источники загрязнения окружающей среды фтористыми соединениями. Возможность замены фтористых солей фторсодержащими отходами алюминиевого производства, наряду с экономическим эффектом, позволит решить проблему охраны окружающей среды от токсичных промвыбросов.

Работы в этом направлении в течение ряда лет ведут сотрудники ЛТА на кафедре защиты леса и древесиноведения [2—4, 6, 8, 9]. Шламы газоочистки электролизных цехов алюминиевых заводов предложено использовать в качестве биоцидов при производстве антисептических паст и мягких биостойких древесноволокнистых плит, применяемых в домостроении (ТУ 48-0106-37—85 и ТО к ОСТ 13-35—74).

Нами были проведены полигонные испытания, чтобы выяснить возможность использования предлагаемых антисептических составов на основе отходов алюминиевого производства в условиях контакта с грунтом и представить более полную картину взаимодействия этих составов и комплекса первичных микроорганизмов, поселяющихся на обработанной древесине.

Опытный полигон заложен в Кастенском лесничестве Лисинского учебно-опытного лесничества Ленинградской обл. Для опытов (по ГОСТ 18610—82) брали средние образцы (15 × 15 × 220 мм) двух пород: сосна (заболонь) и береза. Проведено 45 вариантов обработки на сосне и 20 — на березе. Образцы, пропитанные водорастворимыми антисептиками, выдерживали в теплых условиях для фиксации защищающего начала. Образцы, обработанные антисептическими пастами, для лучшей диффузионной пропитки на месяц помещали в условия, предотвращающие их высыхание, а затем кондиционировали в теплом помещении.

Подготовленные для опыта образцы были установлены с заглублением на половину высоты на опушке широко-лиственного леса, почвенные условия которого можно характеризовать как сырой подзол. Травяной покров в течение вегетационного сезона регулярно выкашивали.

Наблюдения за ходом испытаний проводили ежегодно в осенний период, оценивая состояние образцов по методу прокола на линии почвы градуированным щупом. В качестве основного критерия уровня разрушения был выдвинут индекс 50 ( $I_{50}$ ), так как защищающую способность препарата на тот или иной срок нельзя рассматривать удовлетворительной, когда разрушение материала переходит эти границы [1].

Незащищенные контрольные образцы начали разрушаться грибами уже с первого года испытаний, и за четыре года они были разрушены до  $I_{27}$ . Большая скорость разрушения объясняется тем, что в лесном участке в почве находятся более специализированные разрушители древесины.

Все опытные пасты, по полученным результатам, более надежно защищают древесину в условиях контакта с грунтом, чем контрольные, ныне применяемые: ПАФ-КЛ и ПАЛ-Ф. Особенно четко это выражено на пастах, где в качестве связующего использовали каменноугольный лак. Индекс состояния древесины, защищенной ПАФ-КЛ — 51; индекс состояния древесины, защищенной пастами на основе шламов газоочистки различных алюминиевых заводов — 83-100.

Опытные пасты со шламами газоочистки Красноярского, Братского и Канакерского алюминиевых заводов на каменноугольном лаке и Канакерского на латексе за 4 года испытаний не подверглись разрушению.

В древесине лиственных пород гниль распространяется в два и более раз быстрее, чем в древесине сосны [7]. Кроме того, малое количество фтористого натрия в древесине стимулирует развитие комплекса почвенных разрушителей [5]. Вследствие этого считается бесперспективным защищать древесину лиственных пород в условиях контакта с грунтом поверхностной обработкой, однако некоторые рецепты паст сохранили и березовую древесину без изменений.

Пасты на КСДБ (концентрат сульфитно-дрожжевой бражки) легко смываются атмосферными осадками, тогда как пасты на латексе создают на поверхности полимерную пленку, которая более устойчива к атмосферным воздействиям.

Из опытных образцов, находившихся на полигонных испытаниях в течение 2 лет и не имевших видимых признаков разрушения, нами были выделены и идентифицированы до родовой принадлежности грибы, характерные для первой фазы разложения — плесневые и деревоокрашивающие. Видовой приспособленности к какому-либо определенному субстрату не было выявлено, по-видимому, это связано с отсутствием у них узкой специализации в отношении субстрата и других условий. По мнению М. Р. Леви [10], с помощью обычной методики выделения довольно трудно зафиксировать процесс заселения пропитанной химическими средствами древесины из-за низкой жизнеспособности гиф

грибов, затративших большие усилия на преодоление труднодоступного субстрата.

Для определения влияния первой фазы разрушения на механические свойства древесины мы, помимо изучения родового состава грибов, испытывали образцы на статический поперечный изгиб и определяли процент потери массы.

Результаты представлены в таблице.

Состояние образцов после двухлетних полигонных испытаний

Характеристика антисептика	Содержание фтора в отходе, %	Предел прочности при статическом поперечном изгибе, МПа	Потеря массы, %	Выделенные микроорганизмы
Братский алюминиевый завод				
Пыль газоочистки, содержание в пасте на лаке — 50 %	14,6	47,2 ± 4,6	6,2 ± 1,2	Trichoderma sp. Penicillium sp.
То же — 40 %	14,6	49,6 ± 3,8	4,7 ± 1,1	То же
Шлам газоочистки, содержание в пасте на лаке — 50 %	26,7	54,2 ± 4,2	2,7 ± 0,6	То же
То же — 40 %	26,7	58,1 ± 2,6	1,9 ± 0,2	То же
Надвоицкий алюминиевый завод				
Шлам из прудков, содержание в пасте на лаке — 50 %	15,4	48,3 ± 3,1	4,6 ± 0,8	Trichoderma sp.
Шлам из отстойника, содержание в пасте на лаке — 50 %	16,5	53,1 ± 4,9	4,6 ± 0,4	То же
Шлам от вентилятора, содержание в пасте на лаке — 50 %	22,6	67,0 ± 6,2	0,0	То же
Контроль — необработанная древесина	—	44,8 ± 5,6	10,1 ± 1,7	Cephalosporium sp. Trichoderma sp. Chaetomium sp. Fusarium sp.

В результате проведенных исследований выявлено, что пыль газоочистки и шлам из прудков неперспективны для использования в качестве антисептиков. Даже при наличии в пасте каменноугольного лака они не обеспечивают надежной биологической защиты, а кроме того, ухудшают прочностные свойства древесины. Шламы газоочистки, введенные в антисептические пасты на каменноугольном лаке и латексе, могут защищать древесину в условиях контакта с грунтом.

#### ЛИТЕРАТУРА

- [1]. Горшин С. Н. Консервирование древесины.— М.: Лесн. пром-сть.— 1977.— 336 с. [2]. Емельянова Л. А., Маслова Л. А., Чернышева Н. К. Влияние антисептиков на основе фторсодержащих отходов на физико-механические свойства древесины сосны // Экология и защита леса: Межвуз. сб. науч. тр.— Л., 1984.— № 1.— С. 124—128. [3]. Емельянова Л. А., Маслова Л. А., Чернышева Н. К. Влияние антисептических паст на основе фторсодержащих отходов на физико-механические свойства древесины сосны // Деревообработ. пром-сть.— 1985.— № 1.— С. 7—9. [4]. Защита древесноволокнистых плит фторсодержащими отходами / Н. К. Чернышева, Л. А. Маслова, Г. С. Гричанова, М. Р. Горевой // Лесн. журн.— 1985.— № 1.— С. 85—88. (Изв. высш. учеб. заведений). [5]. Калинин А. Я. Противогнилостная защита лесоматериалов в сельском строительстве.— М.: Изд-во АН СССР.— 1958.— 150 с. [6]. Минкевич И. И., Чернышева Н. К., Маслова Л. А. Реакция грибов-ксилофагов на загрязнение среды фторсодержащими соединениями // Экология и биология низших растений: Тез. докл. Всесоюз. симпозиума микологов и лихенологов.— Минск, 1982.— С. 101—102. [7]. Результаты полигонных испытаний стойкости незащищенной и защищенной древесины лиственных пород / С. Н. Горшин, И. Г. Крапивина, И. А. Чернцов, И. П. Черкасов // Вопросы консервирования древесины: Сб. тр. ВНИИдрев.— М., 1981.— С. 65—95. [8]. Чернышева Н. К., Маслова Л. А. Использование отходов алюминиевого производства

для защитной обработки древесины // Деревообраб. пром-сть.— 1984.— № 6.— С. 8—9. [9]. Чернышева Н. К., Маслова Л. А., Клименко В. П. К вопросу об утилизации фторсодержащих отходов алюминиевых заводов // Цветная металлургия.— ЦНИИцветмет экономики и информации.— 1983.— № 23. [10]. Levi M. P. The effects of microorganisms on chromated — copper — arsenate preservative in wood // Mat. a. Org.— 1976.— Bd 3.— S. 297—306.

Поступила 4 марта 1987 г.

УДК 674.815-41

## ВЛИЯНИЕ ПОКАЗАТЕЛЕЙ РЕМОНТНОГО ЦИКЛА НА ПАРАМЕТР ПОТОКА ОТКАЗОВ ЛИНИИ ПРЕССОВАНИЯ ДРЕВЕСНОСТРУЖЕЧНЫХ ПЛИТ

В. В. ШОСТАК

Львовский лесотехнический институт

Производительность завода древесностружечных плит (ДСП) определяется надежностью работы оборудования линии формирования и прессования плит. В состав линии входят смесители, формирующая машина, прессы холодного и горячего прессования, станок для форматной обрезки плит. Стружечные ковры транспортируют от формирующих машин к прессу на поддонах с помощью цепных транспортеров. Все оборудование связано между собой последовательно жесткой связью, и потеря работоспособности любого элемента приводит к отказу линии в целом.

Влияние структуры ремонтного цикла на параметр потока отказов  $\omega$  изучали с 1980 по 1986 г. путем сбора и обработки статистической информации о наработках между отказами линии завода ДСП мощностью 60 тыс. м<sup>3</sup> плит в год. Информация учитывала продолжительность межремонтного периода, длительность простоя в плановом текущем ремонте и порядковый номер межремонтного периода начиная от капитального ремонта.

Структуры ремонтного цикла по годам показаны в табл. 1. Здесь продолжительность планового текущего ремонта  $T_1 = 48$ ,  $T_2 = 72$ ,  $T_3 = 96$  ч.

Таблица 1

1980—1981 гг.

$K - T_1 - T_2 - T_3 - T_2 - T_3 - T_2 - T_3 - T_2 - T_3 - T_2 - T_1 - K$

1983—1984 гг.

$K - T_3 - T_2 - T_2 - T_3 - T_2 - T_1 - T_2 - T_3 - T_2 - T_2 - T_3 - K$

1985—1986 гг.

$K - T_2 - T_3 - T_1 - T_2 - T_2 - T_3 - T_2 - T_3 - T_1 - T_2 - T_2 - K$

За период наблюдений зарегистрировано 66 плановых текущих и 6 капитальных ремонтов. Каждый текущий ремонт планировали заранее, к нему готовились на основании данных о фактическом состоянии оборудования. Простой в текущих ремонтах за ремонтные циклы составлял 34...36 дн. Продолжительность капитального ремонта — 20...22 дня. В каждом межремонтном периоде непрерывно регистрировали продолжительность наработки между отказами, причину отказа, число отказов, длительность восстановления оборудования. Отказы принимали как случайное событие.

За весь период зарегистрировано более 3 000 отказов. Продолжительность межремонтного периода составляла от 25 до 30 дн. Плановый текущий ремонт проводили один раз в начале месяца.

В результате анализа полученной информации установлено, что на параметр потока отказов оказывают влияние показатели, характеризующие структуру ремонтного цикла: вид ремонта, порядковый но-

мер межремонтного периода и суммарная длительность работы оборудования в межремонтном периоде. Эти факторы нелинейно влияют на параметр потока отказов.

Статистическую информацию обрабатывали по В-плану второго порядка при трех факторах, влияющих на функцию отклика. Выборки взяты за 2, 7 и 12 межремонтных периодов каждого цикла. Параметр потока отказов  $\omega$  определяли в интервалах от 0 до 50, от 300 до 350, от 600 до 650 ч суммарной продолжительности работы линии в каждом ремонтном периоде по зависимости:

$$\omega = \frac{m_2 - m_1}{t_2 - t_1} \tau^{-1},$$

где  $m_1, m_2$  — число зарегистрированных отказов в конце и начале интервала (в нашем случае за 50 ч);

$t_2, t_1$  — суммарная продолжительность работы линии в конце и начале интервала.

Принятые уровни кодирования факторов приведены в табл. 2, где введены следующие обозначения:

$t$  — суммарная продолжительность времени, отработанного линией в межремонтном периоде на данный момент (сумма работ между отказами);

$N$  — порядковый номер межремонтного периода;

$P$  — длительность простоя в плановом текущем ремонте, характеризующая вид выполненного ремонта.

Таблица 2

Показатель	Нормализованное значение фактора	Явное значение фактора		
		$t, \text{ч}$	$N$	$P, \text{ч}$
Нижний уровень	-1	50	2	48
Средний »	0	350	7	72
Верхний »	+1	650	12	96
Интервал варьирования		300	5	24
Кодированное обозначение фактора		$x_1$	$x_2$	$x_3$

Общее число опытов В-плана составляет 14. Кроме того, использовали данные контрольного опыта в центре эксперимента. Каждый опыт В-плана имел два повторения. В табл. 3 приведена матрица В-плана в явном виде и результаты опытных данных параметра потока отказов в каждом опыте.

После обработки данных табл. 2 получено уравнение регрессии в нормализованном виде

$$\begin{aligned} y = & 0,07994 + 0,01094x_1 + 0,01072x_2 - 0,01027x_3 + \\ & + 4,487 \cdot 10^{-3}x_1^2 + 2,08686 \cdot 10^{-3}x_2^2 + 1,3686 \cdot 10^{-4}x_3^2 + \\ & + 5,05 \cdot 10^{-3}x_1x_2 + 2,25 \cdot 10^{-4}x_1x_3 + 3,25 \cdot 10^{-4}x_2x_3. \end{aligned}$$

Для проверки однородности всех дисперсий использовали критерий Кохрена  $G$ . Табличное значение  $G_{\tau} = 0,49$  при числе степеней свободы  $f = 1$  и числе выборок  $n = 14$ . Расчетное значение критерия Кохрена  $G_p = 0,333$ . Следовательно, гипотеза однородности всех дисперсий подтверждается.

Таблица 3

№ опы-та	$t$ , ч	$N$	$P$ , ч	$\omega_1$ , ч <sup>-1</sup>	$\omega_2$ , ч <sup>-1</sup>	$\bar{\omega}$ , ч <sup>-1</sup>
1	50	2	48	0,080969	0,079831	0,0804
2	650	2	48	0,088587	0,097813	0,0932
3	50	12	48	0,090798	0,093402	0,0921
4	650	12	48	0,131014	0,116986	0,1240
5	50	2	96	0,059023	0,057377	0,0582
6	650	2	96	0,067796	0,073804	0,0708
7	50	12	96	0,070596	0,069604	0,0701
8	650	12	96	0,10577	0,10223	0,1040
9	50	7	72	0,074235	0,076365	0,0753
10	650	7	72	0,08821	0,098789	0,0935
11	350	2	72	0,077305	0,067095	0,0722
12	350	12	72	0,095695	0,087905	0,0918
13	350	7	48	0,088723	0,08748	0,0881
14	350	7	96	0,069434	0,074546	0,0720
15	350	7	72	0,08026	0,0774	0,0799

Значимость коэффициентов уравнения регрессии проверяли по критерию Стьюдента. Табличное значение критерия Стьюдента  $t_T = 2,14$  при числе степеней свободы  $f = 14$  и уровне значимости  $\alpha = 0,05$ . Доверительный интервал для коэффициентов уравнения регрессии  $\beta = 1,31 \cdot 10^{-3}$ . Следовательно, коэффициенты при  $x_3^2$ ,  $x_1x_3$ ,  $x_2x_3$  имеют значение меньше доверительного интервала, и их можно не учитывать.

После преобразований, с учетом значимости коэффициентов, получили уравнение регрессии в явном виде:

$$\omega = 0,10142 - 2,2 \cdot 10^{-5}t - 2,03 \cdot 10^{-4}N - 4,279 \cdot 10^{-4}P + 4,986 \cdot 10^{-8}t^2 + 8,347 \cdot 10^{-5}N^2 + 3,367 \cdot 10^{-6}tN.$$

Адекватность уравнения регрессии оценивали по критерию Фишера. Табличное значение  $F_T = 3,34$  при числе степеней свободы для большей дисперсии  $m_1 = 3$ , для меньшей дисперсии  $m_2 = 14$  и уровне значимости  $\alpha = 0,05$ . Расчетное значение критерия Фишера  $F_p = 1,55$ .

Ведущую функцию  $\Omega$ , характеризующую суммарное число отказов за межремонтный период, определяли по формуле:

$$\Omega(t) = \int_0^T \omega(t) dt,$$

где  $T$  — продолжительность межремонтного периода.

После подстановки  $\omega$  получили

$$\Omega(T) = (0,10142 - 2,03 \cdot 10^{-4}N - 4,279 \cdot 10^{-4}P + 8,347 \cdot 10^{-5}N^2) T + (1,684 \cdot 10^{-6}N - 1,1 \cdot 10^{-5}) T^2 + 1,663 \cdot 10^{-8}T^3.$$

### Выводы

1. На параметр потока отказов линии формирования и прессования ДСП наибольшее влияние оказывает продолжительность межремонтного периода; с ее увеличением параметр потока отказов возрастает.

2. После проведения плановых текущих ремонтов не происходит полного восстановления оборудования. В очередном межремонтном периоде число отказов возрастает более интенсивно.

3. Продолжительность текущего ремонта, характеризующая вид ремонта, оказывает заметное влияние на параметр потока отказов. С увеличением продолжительности планового ремонта, т. е. при более глубоком ремонте, параметр потока отказов в последующем межремонтном периоде уменьшается.

4. Продолжительность межремонтного периода и его порядковый номер оказывают парное взаимодействие на параметр потока отказов.

5. Изучение характера влияния показателей ремонтного цикла на параметр потока отказов позволяет оптимизировать структуру ремонтного цикла и правильно выбрать стратегию технического обслуживания и ремонта линии формирования и прессования ДСП.

6. Исследование параметра потока отказов в производственных условиях — трудоемкая и продолжительная работа. С целью сокращения ее сроков необходимо проводить изучение на статистических моделях.

---

Поступила 26 февраля 1988 г.