

ва, приводя в конечном итоге к некачественной окраске текстильных материалов.

При технологическом контроле качества крашения с применением активных красителей применяют химические методы, обладающие повышенной сложностью, большой длительностью проведения анализа и невозможность определения процентного содержания активной и дезактивированной части красителя в окрашенном материале.

С целью устранения изложенных недостатков был предложен метод определения качества крашения с использованием активных красителей, основанный на методах релаксационной спектроскопии и, в частности, инфранизкочастотной диэлектрической спектроскопии.

По данному методу о качестве окраски или в каком виде краситель находится в объеме полимера судят по частотной зависимости фактора диэлектрических потерь (ϵ'') на инфранизких ($10^{-1} - 10^{-4}$ Гц) частотах. При этом диэлектрические потери на данных частотах определяют по объемному электрическому сопротивлению окрашенных образцов. О характере связи красителя с полимером судят по изменению частоты проявления максимума ϵ'' или $\text{tg}\delta$ в зависимости от концентрации красителя в красильной ванне или в самом материале.

При исследовании влияния типа связи краситель-полимер на инфранизкочастотные спектры полиамида, поливинилового спирта, ацетата целлюлозы, было обнаружено, что введение красителя в материал приводит к сдвигу ϵ''_{max} в область более высоких частот в случае ковалентной фиксации красителя и снижению его по абсолютной величине. Ковалентно-несвязанный краситель не приводит к изменению частоты ϵ''_{max} , но вызывает значительное увеличение этого параметра по абсолютной величине. Эти данные свидетельствуют о неизменности кристаллической структуры полимера при введении красителей в форме инертных наполнителей и ухудшении ее при ковалентной фиксации, дублируя температурные испытания.

Для использования полученных данных в технологическом контроле качества крашения процентное содержание в материале активной и неактивной части определяют графически, по величине угла наклона зависимостей $\lg F_{\text{max}} = f(C)$ и $\epsilon''_{\text{max}} = f(C)$, где F_{max} – частота проявления максимума ϵ'' , C – концентрация красителя.

Так в случае преобладания в материале активного красителя зависимость $\epsilon''_{\text{max}} = f(C)$ убывающая, если краситель гидролизован (дезактивирован) – возрастающая. Одновременно, если краситель химически связан с полимером, то зависимость $\lg F_{\text{max}} = f(C)$ – возрастающая и если краситель не связан химически с полимером, то частота максимума фактора диэлектрических потерь не зависит от концентрации красителя.

Предложенный метод был испытан при модификации активными красителями (с целью повышения жесткости и износоустойчивости) габаритных зубчатых полиамидных шестерен, применяемых в хлебоуборочных комбайнах и показал высокую экспрессивность и хорошую воспроизводимость результатов.

ВЫБОР ОПТИМАЛЬНОГО ВАРИАНТА ЛЕСОПИЛЬНОГО ОБОРУДОВАНИЯ

Новоселов В.Г., Кузнецов А.И.

Уральский государственный лесотехнический университет (УГЛТУ),
Екатеринбург,

В настоящее время для распиловки круглых лесоматериалов используется разнообразное оборудование: лесопильные рамы, ленточнопильные и круглопильные станки, различающиеся принципом механизма резания, что, несомненно, сказывается на эксплуатационных характеристиках. При создании современного диверсифицированного производства возникает задача выбора оптимального варианта оборудования, отвечающего ряду критериев, зачастую не выражаемых количественно.

Сравнительная оценка по качественным характеристикам: надежность, автоматизированность, травмобезопасность, возможность индивидуального раскроя, мобильность и т.д. по пятибалльной шкале с весовыми коэффициентами, выбранными экспертами УГЛТУ, показала лучший результат у лесопильных рам (4 балла). Худший результат принадлежит круглопильным станкам (3,55 балла). Средний результат – ленточнопильным станкам (3,8 балла).

Для сравнения эффективности различных типов оборудования из каждой категории выбрали по одному станку, обладающему сходными технико-экономическими характеристиками: стоимость оборудования, установленная электрическая мощность, наличие автоматизированного устройства подачи, распространенность, отечественный изготовитель. В качестве представителей каждой категории выбраны: лесопильная рама Р63-4Б, ленточнопильный станок ЛЛК-1 и круглопильный станок СК-1200-М.

Сравнение производилось по трем критериям: производительность, выход продукции и инвестиционные затраты.

В качестве сырья был принят круглый лесоматериал, порода сосна, диаметр в вершинной части 20 см, длина 6 м, сбег 0,67 см/м. Продукция – необрезная доска толщиной 25 мм.

При расчете производительности авторы столкнулись с проблемой интерпретации результатов. Дело в том, что производительность станка обычно выражается либо в кубических метрах распиленного сырья – круглого лесоматериала, либо в кубических метрах готовой продукции в единицу времени. Эта производительность учитывает, но не отражает глубину переработки древесины. Предлагается ввести новое понятие – “производительность формообразования” – величина равная произведению суммы высот пропила на скорость подачи. Она более точно описывает производительность станка вне зависимости от ассортимента получаемой пиломатериала.

Для оценки эффективности лесопильных станков по трем выбранным критериям введем приведенный интегральный показатель, объединяющий оценки по разным признакам сравнения

$$\mathcal{E} = \frac{A \times K_o}{C \times \mathcal{E}_{\text{max}}},$$

где A – производительность станка, $m^2/ч$; K_0 – объемный выход полезной продукции, %;

C – стоимость станка, тыс.руб.; Ξ_{max} – максимальное значение интеграционного показателя в данной выборке.

Лучший результат показала лесопильная рама Р63-4Б, хотя она по объемному выходу и незначительно уступила ленточнопильному станку, производительность у нее оказалась выше в 2 раза по сравнению с круглопильным станком СК-1200-М и в 2,65 раза – с ленточнопильным ЛЛК-1. Цена Р63-4Б ниже, чем у конкурирующих станков. Предложенная методика позволяет оптимизировать выбор типа и технико-экономических показателей лесопильного оборудования.

НОВЫЕ ПОДХОДЫ К АНАЛИЗУ НАДЕЖНОСТИ ТРАНСПОРТНЫХ МАШИН

Плютов Ю.А., Хомич Л.В.

*Государственный университет цветных
металлов и золота,
Красноярск*

В настоящее время при анализе надежности транспортных машин используется, как правило, классическая (системная, математическая) теория надежности, основанная на статистических методах обработки эксплуатационных данных [1, 2]. Такие подходы получили в технике чрезвычайно широкое распространение, что, на наш взгляд, обусловлено преимущественно достаточной простотой сбора и обработки статистической информации, и возможностью получения достаточно в перспективе эффективных методов и приемов построения научно обоснованных систем эксплуатации [3, 4].

Вместе с тем, будучи в свое время разработана для оценки надежности компонент изделий радиоэлектронной промышленности, математическая теория надежности может быть применена к объектам и системам другой природы с большой осторожностью. При этом формальный аппарат теории надежности таков, что не возникает никаких затруднений в применении его к любым системам. Получаемые при этом результаты и прогнозные оценки надежности, выходя правдоподобными, в значительной степени расходятся с действительными значениями, однако выявляется это гораздо позднее, после длительных сроков эксплуатации и накопления статистики по отказам.

Не касаясь объектов и систем другой природы, применительно к механическим конструкциям основная причина такого положения заключается в следующем. К механическим конструкциям, как и к другим техническим объектам, вполне применимы системные подходы, однако специфика этих конструкций в чрезвычайно тесном взаимодействии элементов таких систем. Это взаимодействие настолько сильно, что, хотя формально и можно разделить конструкцию на подсистемы, работает она всегда как единое целое, объединенное общими силовыми потоками, полями напряжений и деформаций. Практически не выполняется допущение математической теории надежности о

независимости отказов отдельных элементов. Отказ или снижение работоспособности элемента механической конструкции приводит к перераспределению силовых потоков, изменению интенсивности деградиционных процессов, изменению показателей надежности всех остальных элементов.

Понимание ограниченных возможностей математической теории надежности применительно к механическим конструкциям сформировалось достаточно давно. Так, в [5] отмечается, что при анализе надежности механической системы необходимо учитывать следующее.

1. Расчет надежности механической системы по схемам с параллельным и последовательным соединением элементов – необходимое (дает зависимость надежности системы от надежности входящих в нее элементов), но недостаточное условие для правильного суждения о ее надежности, поскольку результат расчета по этим формулам не учитывает разницу в протекании физико-химических процессов в деталях и отдельных звеньях механической системы под влиянием действующих нагрузок и окружающей среды.

2. Для окончательного заключения о надежности механической системы необходимо определить ведущий вид разрушения в наиболее слабом элементе системы и исследовать его вероятностные закономерности.

В [6] отмечается, что последовательное и параллельное соединение подсистем правомерно только в том случае, если все процессы механического и физико-химического взаимодействия локализованы в пределах каждой подсистемы, так что с точки зрения надежности их взаимодействие является чисто логическим.

В течение нескольких десятилетий разрабатывались подходы, совмещающие математическую теорию надежности и физику процессов деградации элементов механических конструкций. Наиболее последовательное развитие теории приводит практически к отказу от формального аппарата теории надежности и построению методов оценки вероятности отказа и ресурса в рамках чисто механических представлений о процессах в деталях и элементах конструкций [6]. Вместе с тем, продолжается и развитие более сложных структурно-логических схем, которые, однако, имеют в своей основе те же схемы параллельного и последовательного соединения элементов.

В наиболее полном виде эти схемы рассмотрены в [7]. В настоящее время в теории надежности известен ряд логических схем, демонстрирующих структуру и механизм формирования показателей надежности систем произвольной природы. При этом в качестве основного показателя обычно рассматривается вероятность безотказной работы. Кроме классических схем последовательного и параллельного соединения элементов рассматриваются мажоритарные, мостиковые, комбинированные и многофункциональные схемы.

В настоящее время накоплены и обработаны статистические данные по технологической и эксплуатационной дефектности, отказам, разрушениям и ава-