



МЕХАНИЧЕСКАЯ ОБРАБОТКА ДРЕВЕСИНЫ И ДРЕВЕСИНОВЕДЕНИЕ

УДК 621.822.001.02

Е.А. Памфилов, Е.В. Шевелева, Д.И. Муратов

Памфилов Евгений Анатольевич родился в 1941 г., окончил в 1964 г. Брянский институт транспортного машиностроения, заслуженный деятель науки РФ, доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой механической технологии древесины Брянской государственной инженерно-технологической академии. Имеет более 250 печатных работ в области обеспечения долговечности машин и оборудования.



Шевелева Елена Викторовна родилась в 1978 г., окончила в 2000 г. Брянскую государственную инженерно-технологическую академию, кандидат технических наук, ассистент кафедры механической технологии древесины БГИТА. Имеет около 20 работ в области использования модифицированной древесины и древесно-металлических композиционных материалов для изготовления подшипников скольжения.



Муратов Дмитрий Игоревич родился в 1980 г., окончил в 2002 г. Брянскую государственную инженерно-технологическую академию, аспирант кафедры механической технологии древесины БГИТА. Имеет 4 работы в области использования модифицированной древесины и древесно-металлических композиционных материалов.



СОЗДАНИЕ НОВЫХ КОМПОЗИЦИОННЫХ ДРЕВЕСНО-МЕТАЛЛИЧЕСКИХ МАТЕРИАЛОВ

Проанализированы перспективы повышения работоспособности деталей из древесно-металлических материалов; предложены принципы формирования новых композиционных древесно-металлических материалов для изготовления вкладышей подшипников скольжения.

Ключевые слова: композиционные древесно-металлические материалы, подшипники скольжения, проектирование, работоспособность.

Одним из эффективных путей углубления комплексной переработки древесины и более широкого ее использования в народном хозяйстве является развитие производства композиционных материалов на основе древесины. Композиционные древесно-металлические материалы получают раз-

мещением в древесине, обладающей высокими виброгасящими свойствами, металлических элементов. Эти элементы, обеспечивая повышенную теплопроводность материала, наиболее приемлемы для изготовления вкладышей подшипников скольжения.

Анализ показал, что повышение работоспособности деталей из древесно-металлических материалов может быть достигнуто как за счет формирования благоприятной совокупности объемных характеристик, определяемых строением и свойствами отдельных структурных составляющих древесной матрицы и металлической фазы, так и за счет управления свойствами функциональных поверхностных слоев, обеспечиваемых в основном условиями их обработки резанием.

Объемную структуру подшипниковых материалов создают в процессе их проектирования и изготовления заготовок. При проектировании обосновываются основные триботехнические и физико-химические свойства материалов. Наиболее существенные из них: антифрикционность, сопротивляемость изнашиванию и тепловому воздействию, теплопроводность, теплоемкость, совместимость материалов пары трения, прирабатываемость, диссипативные характеристики, прочность, твердость, модуль упругости и др.

Структура поверхностных слоев и микрогеометрия контактирующих поверхностей определяют величину коэффициента трения и способность интенсивного отвода тепла с пятен фактического контакта в глубь материала вала и подшипника скольжения. Поэтому все аспекты создания благоприятного структурного состояния должны быть рассмотрены во взаимосвязи, что будет способствовать достижению требуемой работоспособности подшипников скольжения.

Для гарантированного формирования эксплуатационных свойств, определяющих работоспособность подшипников из древесно-металлических материалов, разработана система их многофакторной оптимизации (см. рисунок). В основу ее положены следующие основные принципы.

Поскольку в подшипниковых узлах рекомендуется использовать разнородные материалы (чаще всего металл – неметалл), то в качестве неметаллической составляющей целесообразно применять прессованную древесину. Она обладает совокупностью свойств, позволяющих сохранять необходимые эксплуатационные характеристики в условиях недостаточного смазывания, при проникновении абразива в зону фрикционного контакта, воздействию динамических нагрузок.

Однако уровень механических характеристик прессованной древесины и сравнительно невысокие допускаемые значения рабочих температур существенно ограничивают скорости и давления, реализуемые в подшипниках скольжения, изготовленных из древесных материалов. Для повышения долговечности прессованного древесного антифрикционного материала за счет снижения температурного режима эксплуатации предлагается [1–3] располагать в нем металлические теплопроводящие элементы различной



Система взаимосвязи эксплуатационных особенностей подшипников скольжения, факторов, обеспечивающих управление уровнем работоспособности, и возможных путей ее оптимизации

формы, изготовленные из обладающих повышенной теплопроводностью и антифрикционностью материалов.

Наиболее перспективно использование металлических элементов, размещаемых в объеме материала вкладыша, поскольку в иных случаях получается материал с резко выраженной анизотропией свойств как по глубине, так и по поверхности фрикционного контакта. При использовании металлической фазы в виде сферы можно достичь более равномерного ее распределения в древесной матрице и обеспечить регулирование ее концентрации по толщине вкладыша в зависимости от задаваемых условий эксплуатации.

Выбор размеров и распределение металлической фазы в древесно-металлическом композиционном материале можно осуществлять по следующим схемам:

металлическая фаза одинаковой дисперсности, произвольно расположенная в древесной матрице;

металлическая фаза разной дисперсности, произвольно расположенная в древесной матрице;

металлическая фаза разной дисперсности, послойно размещенная в древесной матрице.

Одним из наиболее важных факторов при проектировании древесно-металлических композиционных материалов является выявление благоприятного уровня концентрации металлической фазы в объеме подшипникового материала и ее дисперсности. Это обусловлено, в значительной степени, необходимостью обеспечения существенного снижения уровня температурного режима эксплуатации древесно-металлических подшипниковых материалов.

Ранее выполненное решение температурной задачи, позволило установить, что объемная концентрация металлической фазы по мере приближения к рабочей поверхности вкладыша должна возрастать. При этом максимальная поверхностная температура материала вкладыша T_{\max} и глубинная температура T_h на расстоянии h от поверхности контакта отличаются в

$k = \frac{T_{\max}}{T_h}$ раз. Поэтому интенсивность отвода тепла на поверхности должна

быть в k раз больше, чем в глубине материала. На основании этого можно считать, что объемные концентрации металлической фазы в поверхностном слое и в глубине объема древесно-металлического вкладыша должны отличаться в k раз.

Для повышения износостойкости вкладыша необходимо обеспечить целесообразный выбор металлической и древесной составляющих композиций, способа модификации древесины, соотношения древесной и металлической фаз, провести оптимизацию состояния функционального поверхностного слоя (шероховатость, волнистость, погрешность формы и др.), а также предусмотреть функциональные элементы для концентрации и удаления из зоны трения загрязнений и продуктов износа.

Благоприятный уровень теплофизических характеристик (теплостойкость, теплопроводность, теплоемкость) обеспечивается за счет оптимального химического состава металлической составляющей, породы древесины, направления ее волокон и характера модификации, а также рационального соотношения в древесно-металлическом материале древесной и металлической фаз. Существенную роль при обеспечении требуемого уровня теплофизических характеристик подшипникового материала играет его сплошность, характеризующаяся плотностью контакта между металлической и древесной фазами.

На температурный режим работы узла существенное влияние оказывает коэффициент трения, определяемый, помимо прочих факторов, шероховатостью и волнистостью контактирующих поверхностей, а также соотношением на них древесной и металлической составляющих. Величина коэффициента трения определяется режимом смазывания, в том числе, и созданием условий для обеспечения протекания избирательного переноса.

Необходимый уровень диссипативных характеристик древесно-металлического подшипникового материала достигается выбором породы древесины, степенью ее уплотнения и насыщения металлической составляющей.

Таким образом, при создании новых древесно-металлических композиционных материалов необходимо обязательно учитывать указанные факторы и их взаимосвязь для достижения эксплуатационных требований. В связи с этим предложен следующий алгоритм формирования древесно-металлической композиции.

1. Выбор породы древесной составляющей композиционного материала и задание направления волокон по отношению к прилагаемой нагрузке и скорости скольжения в подшипниковом узле.
2. Выбор марки металлической фазы, ее дисперсности и послойного объемного содержания.
3. Выбор способа имплантации металлической фазы в древесную составляющую.
4. Выбор схемы модифицирования древесины.
5. Выбор задания функциональных характеристик рабочих поверхностей подшипников скольжения и технологических приемов их формирования при механической обработке антифрикционного материала.

Структура и характеристики отдельных составляющих подшипниковых материалов, их влияние на обрабатываемость материалов и износостойкость используемого инструмента в значительной степени определяют состояние поверхностных слоев изнашиваемых поверхностей подшипников скольжения. Выявление закономерностей образования структуры поверхностного слоя обеспечивает получение благоприятного сочетания характеристик качества поверхности после формирования обработкой резанием лезвийным инструментом. Эти закономерности могут быть установлены на основе анализа зависимостей, связывающих физико-химические и структур-

ные свойства с показателями обрабатываемости исследуемых материалов и свойствами формируемых поверхностей.

Свойства функциональных поверхностей, формируемые в процессе механической лезвийной обработки, главным образом определяются режимом резания, угловыми параметрами резца и свойствами древесной и металлической фаз. Это связано с тем, что в процессе обработки происходит одновременное резание древесной и металлической фаз. При этом металлическая фаза может вдавливаться в упругую основу, перерезаться с образованием на поверхности фрикционного контакта металлического пятна или полностью вырываться из древесной основы. Характер протекания процесса определяется степенью закрепления металлической фазы в матрице, сопротивлением имплантированного металла срезанию, величиной касательной силы резания, зависящей от прочностных характеристик и уровня срезания частицы.

Качество поверхностей, получаемых при обработке резанием, определяется поверхностной структурой, микрорельефом, позволяющим управлять площадью контакта, наличием на ней выходов металлической фазы и отсутствием вырывов металлической составляющей.

Такие требования выполняются при сохранении стабильных режущих свойств применяемых инструментов, что может быть достигнуто за счет существенного повышения их износостойкости. Поэтому повышение износостойкости инструментов, используемых для механической обработки древесно-металлических материалов, является необходимым фактором обеспечения высокой работоспособности изготавливаемых из них вкладышей подшипников скольжения.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Памфилов, Е.А. Исследование древесно-металлических композиционных материалов на основе модифицированной древесины [Текст] / Е.А. Памфилов, А.П. Симин, Е.В. Шевелева // Деревообраб. пром-сть. – 2004. – № 1. – С. 12–15.
2. Памфилов, Е.А. Повышение триботехнических характеристик подшипников скольжения из древесно-металлических композиционных материалов [Текст] / Е.А. Памфилов, А.П. Симин, Е.В. Шевелева // Машиностроитель. – 2004. – № 1. – С. 21–25.
3. Пат. 2226240 РФ F 16 C 33/04. Подшипник скольжения/ Памфилов Е.А., Евельсон Л.И., Симин А.П., Шевелева Е.В. – Заяв. 23.11.2001; опубл. 27.03.2004, Бюл. № 9.

E.A. Pamfilov, E.V. Sheveleva, D.I. Muratov

Creation of New Composite Wood-metallic Materials

Prospects of increasing operational capacity of parts made of wood-metallic materials are analyzed; formation principles of new composite wood-metallic materials for producing split-shell bearings are offered.