

вых испытаниях при введении в ПМВ органического амида – 14.0%, а полиола – 7.2%. Одновременное их присутствие в составе ПМВ в количестве по 10 мас.% каждого приводит к потере массы обработанного материала 4.8%.

Из приведенных данных следует, что наиболее эффективным для огнезащиты древесины является состав ПМВ, который дополнительно содержит одновременно полиол и амид. Установлено также, что с увеличением числа амидных групп в составе органического амида возрастает эффективность огнезащитных свойств древесины. Следует отметить, что присутствие в составе ингибитора горения 2–4 мас.% неорганических соединений алюминия практически не изменяет выход твердого продукта при огневых испытаниях антипирированной древесины. При оценке огнезащитных свойств импрегнированной древесины для лучших разработанных фосфор – азотных составов потеря массы образцов составляет 4.4–6.5%, что позволяет отнести разрабатываемый препарат к первой группе огнезащитной эффективности при расходе средства 270–300 г/м<sup>2</sup>.

Исследована взаимозаменяемость ингредиентов вводимых в состав ингибиторов горения (органических амидов разного состава, водных органических дисперсий с разной степенью полимеризации), имеющих разную стоимость. Установлено, что антипирен при замене дорогостоящего органического амида на технический амид, имеет ту же наивысшую эффективность защитных огневых свойств (первую группу) при равном его расходе. Показана возможность замены дорогой импортной водной органической дисперсии на отечественный препарат производства Лидского лакокрасочного завода. Полученные результаты будут использованы для разработки новых эффективных экологически чистых и недорогих антипиренов, применение которых снизит экономические потери народнохозяйственных объектов при пожарах.

УДК 621.785.532

А.И. Сурус, доц., канд. техн. наук;  
С.Е. Бельский, доц. канд. техн. наук; М.Н. Пишов, студ.  
(БГТУ, г. Минск)

### **СНИЖЕНИЕ ЭНЕРГОЗАТРАТ ПРИ ПОВЕРХНОСТНОМ УПРОЧНЕНИИ ДЕТАЛЕЙ МАШИН ЛЕСНОГО КОМПЛЕКСА**

Условия эксплуатации ряда быстроизнашивающихся деталей лесозаготовительных машин, работающих в неблагоприятных условиях смазки, характеризуются значительным трением и интенсивным

износом рабочих поверхностей, что вызывает необходимость их частой замены. В связи с этим на стадиях изготовления и ремонта деталей целесообразно использовать упрочняющие технологии, обеспечивающие повышение ресурса машин, а также возможности замены материалов на более дешевые и менее дефицитные. Для этих целей широко применяется диффузионное упрочнение.

Однако, большинство процессов химико-термической обработки, например цементация, борирование и ряд других проводится при высокой температуре и характеризуется большой продолжительностью, что приводит к значительному энергопотреблению. Кроме того, при высокотемпературном упрочнении часто отмечается ухудшение чистоты обрабатываемых поверхностей, нарушение формы и размерной стабильности деталей. Это вызывает необходимость применения финишной механической обработки, что снижает технологичность их изготовления или ремонта и приводит к дополнительным энергозатратам, особенно при финишной термической обработке после цементации. Одним из путей экономии энергии может быть применение процессов химико-термической обработки, проводимых при более низких температурах и с меньшей продолжительностью. В связи с этим представляются перспективными процессы диффузионного насыщения поверхности азотом, проводимые, как правило, при 550-600 °С. Однако традиционное газозавое азотирование характеризуется значительной длительностью обработки (20-25 ч). Представляется весьма перспективным процесс жидкостной карбонитрации, проходящий при температуре 550-570°С и времени выдержки 2-3 ч. Важнейшим преимуществом такого процесса упрочнения является возможность использования его в качестве финишного, поскольку проведенные исследования показали незначительные изменения шероховатости поверхности и нарушения стабильности размеров упрочняемых деталей [1]. Получаемые в процессе насыщения поверхностные карбонитридные слои успешно сопротивляются развитию коррозии в атмосферных условиях, что характерно для некоторых деталей лесных машин.

Широкому практическому использованию данного способа упрочнения в основном препятствуют недостаточная глубина, твердость и износостойкость поверхностного слоя. Проведенные нами исследования [2] показали, что использование механических колебаний, вводимых в расплав насыщающих солей в ходе обработки, обеспечивает интенсификацию процесса и тем самым в основном устраняет вышеперечисленные недостатки. При этом обеспечивается повышение износостойкости поверхности на 30-50%, а также увеличение на 20-25% числа циклов до разрушения образца. Таким образом, наряду с повы-

шением надежности и ресурса деталей машин, работающих в условиях сочетания трения и динамических нагрузок, интенсификация процесса насыщения происходящая при использовании вводимых в расплав колебаний, обеспечивает сокращение времени выдержки деталей в расплаве солей, что снижает расход энергии. Дополнительному снижению времени насыщения в расплаве способствует предварительный подогрев обрабатываемых деталей в печах до 450–500°C.

В результате исследований установлены оптимальные параметры процесса жидкостной карбонитрации для различных материалов с применением механических колебаний частотой 18 кГц вводимых в расплав с помощью волновода грибового типа.

Данная технология диффузионного насыщения использована для упрочнения ряда деталей трансмиссий лесовозных машин. Проведенные производственные испытания показали существенное повышение эксплуатационного ресурса деталей, что обеспечило сокращение числа ремонтов узлов трансмиссии.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Бельский С.Е., Сурус А.И. Влияние параметров процесса диффузионного упрочнения на шероховатость поверхности обрабатываемых деталей и стабильность их размеров. // Труды БГТУ. Лесная и деревообрабатывающая промышленность. Мн, 2002. Вып. X. С.204–207.

2. Сурус А.И., Урбанск Ж.М., Пуrowsкая И.И., Ольшевский А.Ф. Влияние частоты механических колебаний на содержание компонентов в расплаве азотсодержащих солей и диффузию азота в сталь при ХТО. // Труды БГТУ. Лесная и деревообрабатывающая промышленность. Мн, 1994. Вып. II. С. 158–161.

3. Бельский С.Е., Дулевич А.Ф., Сурус А.И. Влияние технологических параметров диффузионного насыщения легирующими элементами из жидких сред на циклическую прочность и износостойкость сталей. //4 международный симпозиум по трибофатике: сб. трудов. Т.1. Тернополь, 2002. С.674–677.

УДК 539.434

С.Е. Бельский, доц., канд. техн. наук;  
Ф.Ф. Царук, доц., канд. техн. наук; А.В. Блохин, ассист.  
(БГТУ, г. Минск)

#### РЕСУРСО- И ЭНЕРГОСБЕРЕЖЕНИЕ ПРИ ПРОВЕДЕНИИ УСТАЛОСТНЫХ ИСПЫТАНИЙ

Для разработки и создания высоконадежных машин и конструкций лесозаготовительного и деревообрабатывающего оборудования,