

РЕФЕРАТ

Отчет 58 с., 1 кн, 23 рис., 3 табл., 57 источн., 5 прил.

ПОКРЫТИЯ, НАНОАЛМАЗЫ, ХРОМ, НИКЕЛЬ, МОЛИБДЕН, ЦИРКОНИЙ, КАРБИД ВОЛЬФРАМА, ИНСТРУМЕНТ

Объекты исследования – гальванические покрытия хром (Cr) и никель (Ni) – ультрадисперсные алмазы (УДА) детонационного синтеза (ДНА) Cr-ДНА и Ni-ДНА, ионно-плазменные покрытия нитрида и карбида молибдена MoN и MoC, нитрида и карбида циркония ZrN и ZrC, комбинированные Ni-ДНА/MoN, Ni-ДНА/ZrN, Ni-ДНА/ZrC покрытия, твердый сплав карбида вольфрама (WC-Co).

Цель работы – разработка физико-химических основ экспериментальной технологии создания с новой архитектурой градиентных наноструктурированных слоев гальванических и ионно-плазменных покрытий на поверхности режущих элементов инструмента, обеспечивающей повышение ресурса его работы, в т. ч. в агрессивных средах.

Метод проведения работы – разработать методику осаждения и сформировать гальванические слои Cr-ДНА и Ni-ДНА на лезвиях ножей из твердого сплава (WC – 3 вес.% Co) фрезерного инструмента, сформировать на лезвиях ножей из твердого сплава фрезерного инструмента с помощью комбинации методов КИБ (конденсации с ионной бомбардировкой) и гальванической обработки комбинированные Ni-ДНА/MoN, Ni-ДНА/ZrN, Ni-ДНА/ZrC покрытия, сформировать методом КИБ на лезвиях ножей из стали MoC-покрытия, исследовать физико-механические свойства (структуру, фазовый и элементный состав, микротвердость, износостойкость) сформированных слоев. Определить методики и провести лабораторные и опытно-промышленные испытания модифицированного покрытиями на ножах фрезерного инструмента на период стойкости при резании древесностружечной плиты (ДСтП), на мощность резания и период стойкости древесины дуба.

Результаты работы и их новизна – на лезвиях твердосплавных WC – 3 вес.% Co ножей фрезерного инструмента сформированы гальваническим методом Cr- и Ni- ДНА покрытия и комбинированне Ni-ДНА/ZrN, Ni-ДНА/MoN, Ni-ДНА/ZrC покрытия. На поверхности лезвий стальных HS 18-0-1-5 ножей фрезерного инструмента сформировано методом КИБ MoC покрытие. Ni-ДНА композиционные электрохимические покрытия (КЭП) осаждались на стальную (P6M5) и твердосплавную (WC – 3 вес.% Co) основу в гальваностатическом режиме электролиза. Cr-ДНА покрытие содержит отдельные фазы Cr, α -Ni, α -Cu, Ni₂P и наноалмазы. Ni-ДНА/MoN покрытие содержит отдельные фазы α -Mo, α -Ni, Ni₃P, Ni₂P, γ -M₂N и наноалмазы. Ni-ДНА/ZrN покрытие состоит из фаз ZrN, α -Ni, фосфида Ni₃P, а также содержит наноалмазы и графитоподобную фазу. Максимальное значение микротвердости Ni-ДНА покрытий составило $8,3 \pm 0,4$ ГПа. Cr-ДНА покрытия имеют значения микротвердости $14 \pm 0,4$ ГПа. Ni-ДНА/ZrN и Ni-ДНА/MoN покрытия имеют максимальное значение микротвердости $9,1 \pm 0,4$ и 18 ± 1 ГПа, соответственно. Комбинированные Ni-ДНА/MoN, Ni-ДНА/ZrC покрытия имеют слоистую столбчатую структуру, состоящую из ионно-плазменного слоя, который не перемешивается с верхним Ni-ДНА слоем и основой. Для Ni-ДНА/ZrC покрытий, характерен абразивный слоистый износ с переходной областью истирания (до ~100 мкм от острия лезвия), связанной с наличием переходного Ni-ДНА слоя, в отличие от ZrC покрытий с достаточно четкой границей истирания покрытия. Сформированное методом КИБ на поверхности лезвий стальных HS 18-0-1-5 ножей фрезерного инструмента MoC покрытие, испытывая абразивный износ с механическим диспергированием при резании древесины дуба, увеличивает при этом ресурс работы инструмента и его мощность резания в 1,3 и 1,4 раза, соответственно, по сравнению с необработанным инструментом. Cr-ДНА, Ni-ДНА/MoN и Ni-ДНА/ZrC покрытия твердосплавных ножей увеличивают период стойкости фрезерного инструмента при резании ДСтП в 1,6 раза, 1,7–2,0 и 2,0–2,2 раза, соответственно, по сравнению с необработанным инструментом.

Новизна разработки заключается в том, что для получения Cr-ДНА покрытий с целью улучшения их адгезии с твердосплавной основой дополнительно осаждались химическим и электрохимическим методами промежуточные слои никеля и меди, соответственно. При формировании комбинированных наноструктурированных покрытий слои Ni-ДНА осаждались на поверхность ZrN, ZrC и MoN покрытий химическим безэлектролизным методом с целью улучшения их адгезии. Для получения Ni-ДНА КЭП с наименьшей пористостью поверхности и высокой твердостью проводилась ультразвуковая обработка электролита мощностью 100 Вт/дм³. Наличие комбинированных наноструктурированных на основе Ni-ДНА покрытий на лезвиях ножей фрезерного инструмента способствует уменьшению интенсивности их износа при резании древесных материалов.

Рекомендации по внедрению результатов НИР – результаты выполнения НИР, полученные с помощью новых технологических методов, существенному повышению ресурса работы дереворежущих и металлообрабатывающих инструментов, а также деталей и механизмов, работающих в условиях интенсивного износа и ударных нагрузок; выполнению прикладных исследований с целью получения серийных промышленных результатов по данной тематике с предприятиями концерна «Беллесбумпром» и холдинга «АМКО-ДОР». Полученные результаты выполненной НИР могут быть включены в рабочие программы для студентов инженерно-технических и химико-технологических специальностей и адаптированы для внедрения в учебный процесс в курсы лекций, лабораторных и практических занятий по специальным дисциплинам технических и химико-технологических специальностей.

Область применения – результаты проведенных исследований планируется использовать для выполнения работ, связанных с использованием модифицированного режущего инструмента на современных линиях и станках с ЧПУ, на предприятиях концерна «Беллесбумпром» (на предприятиях ЗАО «Холдинговая компания «Пинскдрев», ОАО «Минскдрев» и др.), в станкостроении, а также на предприятиях частной

формы собственности. Результаты НИР планируется внедрить в образовательный процесс в лекционный курс по дисциплине «Физика» для студентов химико-технологического профиля.

Экономическая эффективность работы – Освоение в технологическом производственном процессе предприятий концерна «Беллесбумпром» на станках с ЧПУ модифицированного наноструктурированными MoC, Ni-ДНА/MoN и Ni-ДНА/ZrC покрытиями инструмента из дорогостоящих сталей и сплавов должно обеспечить увеличение ресурса его работы, а также способствовать созданию инструмента из новых материалов в станкостроении, и будет способствовать решению задач снижения материалоемкости, энергоемкости производства в деревообрабатывающей промышленности и станкостроении.

Прогнозные предположения о развитии объекта исследования – на основе полученных результатов выполнения НИР возможно формирование новых заданий по ГНТП по разработке научных и технологических основ модификации и создания металло- и дереворежущего инструмента с характеристиками, не уступающими импортному. Использование на предприятиях деревообрабатывающей промышленности модифицированного синтезированными покрытиями инструмента будет способствовать экспорту переработанной древесины, увеличивая тем самым поступление валютных средств в республику. Детальное изучение характеристик и свойств наноалмазов и поиск новых областей их применения будет способствовать приданию уникальных свойств поверхности различных материалов с помощью комбинированной обработки с ДНА.

Внедрение результатов НИР в образовательный процесс расширит кругозор знаний студентов при чтении лекционного курса по дисциплине «Физика» и по профилю «Лесоинженерное дело».