

ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(12)

РЕСПУБЛИКА БЕЛАРУСЬ



НАЦИОНАЛЬНЫЙ ЦЕНТР
ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ
СОБСТВЕННОСТИ

(19) ВУ (11) 23446

(13) С1

(46) 2021.06.30

(51) МПК

C 23C 14/06 (2006.01)

B 24D 3/34 (2006.01)

(54)

ИЗНОСОСТОЙКОЕ ПОКРЫТИЕ ДЛЯ ДЕРЕВООБРАБАТЫВАЮЩЕГО ИНСТРУМЕНТА

(21) Номер заявки: а 20190390

(22) 2019.12.30

(71) Заявитель: Учреждение образования "Белорусский государственный технологический университет" (ВУ)

(72) Авторы: Жилинский Валерий Викторович; Чаевский Вадим Витальевич; Корженевский Александр Павлович; Штемплюк Роман Георгиевич (ВУ)

(73) Патентообладатель: Учреждение образования "Белорусский государственный технологический университет" (ВУ)

(56) ЧАЕВСКИЙ В.В. и др. Труды БГТУ. - 2017. - Серия 1. - № 2. - С. 381-384.

RU 2548346 С1, 2015.

RU 2527829 С1, 2014.

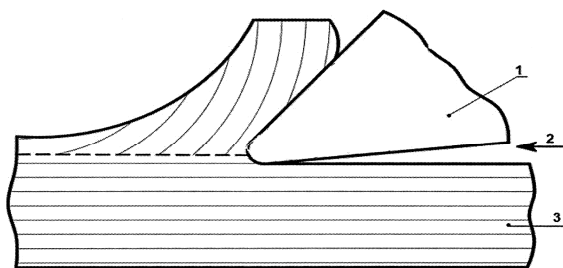
RU 2674795 С1, 2018.

RU 107496 U1, 2011.

(57)

Износостойкое покрытие для деревообрабатывающего инструмента, состоящее из промежуточного композиционного никелевого слоя, содержащего частицы ультрадисперсного алмаза, осажденного гальваническим способом, и износостойкого слоя на основе карбидов тугоплавких металлов, отличающееся тем, что в качестве карбидов тугоплавких металлов содержит карбиды Ti, Zr, W и Mo, толщина промежуточного слоя составляет 0,5-1,5 мкм, а толщина износостойкого слоя - 0,5-1,75 мкм.

Изобретение относится к износостойким покрытиям дереворежущих инструментов, на поверхности корпуса которых методом электрохимического осаждения наносится металлический связующий материал, содержащий порошок ультрадисперсного алмаза (УДА), и износостойкое ионно-плазменное покрытие на основе нитридов и карбидов тугоплавких металлов (Ti, Zr, W и Mo). Ножи с таким износостойким покрытием используются в устройствах, оборудовании, станках механической обработки древесины и прессованных дерево-стружечных материалов.



Фиг. 1

Одной из основных характеристик, определяющих работоспособность инструмента, является период стойкости и прочность удержания ионно-плазменного покрытия на поверхности режущей кромки ножа. В процессе работы при высоких скоростях резанья происходит разогрев до 500 °С режущей кромки и ионно-плазменного покрытия, которое под действием внутренних напряжений термического расширения подвергается повышенному износу и растрескиванию. По мере появления трещин образующийся абразивный материал легко снимает упрочняющее ионно-плазменное покрытие на основе нитридов и карбидов тугоплавких металлов (Ti, Zr, W и Mo) с режущего инструмента, вызывая его дальнейшее необратимое разрушение. Поэтому актуальной задачей является защита ионно-плазменного покрытия от чрезмерного износа продуктами резания при повышенной температуре.

Известен способ создания ножей и других режущих инструментов [1], имеющих лезвия с твердым покрытием. На одну из поверхностей лезвия нанесено покрытие. Покрытие тверже, чем материал основы лезвия, и имеет слоистую микроструктуру, идущую параллельно покрытой стороне поверхности. Когда одна поверхность лезвия имеет твердое покрытие, то эта поверхность будет изнашиваться существенно меньше, чем другая, не имеющая покрытия. Износ приводит к постепенному удалению материала с непокрытой поверхности лезвия. В результате, после некоторого промежутка времени работы инструмента, режущая кромка будет содержать в основном слой твердого покрытия, который поддерживается с одной стороны при помощи базового (основного) материала лезвия. Когда базовый материал лезвия стирается (снашивается) и не обеспечивает достаточную опору для всего покрытия, то микрочастицы покрытия отрываются в соответствии с рельефом ее структуры. После этого остается более тонкое покрытие на кромке лезвия, которое повышает ее остроту. Покрытие может быть многослойным, которое содержит слои с различной твердостью, причем по меньшей мере один из слоев представляет собой самый твердый слой. Различные технологии нанесения покрытий могут быть использованы для осаждения материала покрытия, в том числе химическое осаждение из паровой (газовой) фазы (CVD). Настоящее изобретение может быть использовано для создания инструментов для резки металла, дерева и/или пластмасс, в том числе для создания пил, рубанков, сверл и других режущих инструментов.

К причинам, препятствующим достижению указанного ниже технического результата при использовании известного способа создания самозатачивающихся ножей и других режущих инструментов, имеющих лезвия, снабженных твердым покрытием, относятся механическое диспергирование материала покрытия при обработке древесных материалов, а также унос с граней резца с покрытием, содержащим карбид вольфрама, карбидной фазы в результате воздействия древесины и появления усталости металла, вызывающего выпадение карбида, увлекающего за собой некоторое количество более мягкого компонента основы. Кроме того, в условия знакопеременных нагрузок, при высоких скоростях резания в покрытии достаточно быстро появляются микротрещины на контактных площадках, что приводит к его выкашиванию и разрушению при резании. Существует также ряд недостатков при получении покрытий методом CVD: взрывоопасность и токсичность водорода как газа-носителя; наличие большого количества непрореагированных компонентов и, соответственно, проблемы их утилизации без ущерба для окружающей среды; сложность технологического оборудования.

Одним из технических решений является использование многослойных износостойких покрытий с чередованием градиентных слоев, полученных гальваническим и ионно-плазменным способом. В качестве гальванических слоев широко распространены алмазо-содержащие металлические покрытия [2].

Известны алмазные износостойкие гальванические инструменты, содержащие алмазные зерна, удерживаемые на поверхности корпуса никелевой гальванической связкой. Для повышения износостойкости инструмента наружный слой связки содержит ультрамелкие

порошки, в качестве которых использованы алмазные порошки размером 100А [3]. Гальванический слой с ультрамелкими порошками имеет более высокую твердость, чем основной никелевый слой, позволяющий более длительное время противостоять воздействию стружки. Недостаток инструмента заключается в следующем. Известно, что алмазные порошки имеют невысокую термостойкость, в частности ультрамелкие алмазные порошки при температуре 400-450 °С начинают окисляться и графитизироваться. Также известно, что при работе инструмента в зоне резания возникают мгновенные температуры, величина которых достигает 800-900 °С. Такие температуры вызывают нагрев гальванической связки, при этом ультрамелкие алмазные порошки через некоторое время претерпевают изменения своих физико-механических свойств, что приводит к разупрочнению связки. В связи с этим алмазные зерна начинают выпадать до того, как они выработали свой ресурс.

Известны алмазные инструменты на гальванической связке, у которых поверх гальванической связки нанесено гальваническое никель- или никель-фосфорное покрытие, содержащее микронные частицы тефлона [4]. Никель- или никель-фосфорное покрытие, содержащее тефлон, выполняет функцию смазочного материала, обеспечивая своевременное удаление продуктов обработки с рабочей поверхности инструмента. Однако такое покрытие не обладает достаточной износостойкостью и в случае большого скопления продуктов обработки между алмазными зернами подвергается истиранию, сокращая срок службы инструмента.

Наиболее близким к заявленному изобретению (прототип) является алмазный гальванический инструмент с износостойким покрытием, содержащий корпус с закрепленными на нем при помощи гальванической связки алмазными зернами и износостойкое покрытие, нанесенное на гальваническую связку методом физического осаждения из паровой фазы (PVD), отличающийся тем, что он содержит промежуточный слой толщиной 0,5-3,0 мкм, нанесенный методом химического осаждения из паровой фазы (CVD) и расположенный между гальванической связкой и износостойким покрытием, при этом слой износостойкого покрытия имеет толщину 0,5-6,0 мкм и выполнен из материала, выбранного из группы нитридов, карбидов или карбонитридов Ti, Zr, Hf, Al или их соединений, а промежуточный слой выполнен из материала, выбранного группы карбидов и карбонитридов Ti, Zr, Al или их соединений [5]. Использование микроразмерных частиц алмаза в гальванической связке приводит к излишней шероховатости поверхности и быстрому износу инструмента.

Технической задачей изобретения является повышение срока службы дереворежущего инструмента из однокарбидного твердого сплава (например, ВК3 (97 мас. % WC и 3 мас. % Co)) путем улучшения адгезии ионно-плазменного покрытия на основе нитридов и карбидов тугоплавких металлов (Ti, Zr, W и Mo) к рабочей поверхности и уменьшения разогрева режущей кромки при истирании.

Решение технической задачи заключается в том, что износостойкое покрытие для деревообрабатывающего инструмента, состоящее из промежуточного слоя композиционного никелевого покрытия, содержащего частицы ультрадисперсного алмаза, осажденного гальваническим способом, и износостойкого слоя на основе карбидов тугоплавких металлов, отличается тем, что в качестве карбидов тугоплавких металлов содержит карбиды Ti, Zr, W и Mo, толщина промежуточного слоя составляет 0,5-1,5 мкм, а толщина износостойкого слоя - 0,5-1,75 мкм. Таким образом достигается необходимый теплоотвод от износостойкого карбидного слоя через композиционное никелевое покрытие, содержащее включения частиц УДА.

Сущность изобретения состоит в нанесении промежуточного слоя из композиционного никелевого покрытия, содержащего частицы УДА и обладающего повышенной теплопроводностью [2]. Нанесение ионно-плазменного покрытия протекает при высоких температурах - 1000 °С. При такой температуре происходит адгезионное взаимодействие

ВУ 23446 С1 2021.06.30

PVD слоя с гальваническим никелем, обеспечивающее необходимое сцепление слоев. В то же время покрытия, нанесенные методом PVD, характеризуются наличием сжимающих напряжений, что оказывает положительное влияние на работоспособность инструмента.

Изобретение поясняется примером:

Пример.

Износостойкое покрытие изготавливается следующим образом: на поверхность деревообрабатывающего инструмента из твердого сплава ВКЗ или быстрорежущей стали Р8М6 гальваническим способом наносится композиционное никелевое покрытие из электролита Уоттса ($250 \text{ г/дм}^3 \text{ NiSO}_4 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$, $60 \text{ г/дм}^3 \text{ NiCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$, $30 \text{ г/дм}^3 \text{ H}_3\text{BO}_3$, температура $40\text{-}50 \text{ }^\circ\text{C}$, катодная плотность тока 2 А/дм^2), содержащего $1\text{-}5 \text{ г/дм}^3$ УДА (ТУ РБ 28619110.00-95), по известной в отрасли технологии [6]. Технология предусматривает закрепление гальванической связкой зерен УДА в покрытии и их зарастивание. Микротвердость композиционного никелевого покрытия с включением УДА в 2,2 раза выше никелевого покрытия, полученного из электролита Уоттса, и составляет $750 \pm 50 \text{ HV}$. Все измерения микротвердости покрытий проводили на микротвердомере с использованием наконечника Кнупа при нагрузке на индентор, равной $0,02 \text{ Н}$. После формирования промежуточного слоя на него наносится износостойкое покрытие методом PVD. В качестве материалов для износостойкого ионно-плазменного покрытия выбраны материалы из группы карбидов Ti, Zr, W и Mo с микротвердостью $2500\text{-}3500 \text{ HV}$. Толщина износостойкого покрытия составляет $0,5\text{-}1,75 \text{ мкм}$, что не приводит к закруглению режущей кромки.

Таким образом, наличие на инструменте промежуточного слоя из композиционного никелевого покрытия с включением УДА, нанесенного гальваническим способом, и износостойкого покрытия, нанесенного методом PVD, позволяет увеличить срок службы инструмента благодаря улучшенной адгезии износостойкого PVD слоя с гальваническим покрытием. При этом выбор в качестве материалов для промежуточного слоя композиционного никелевого покрытия с включениями УДА, обладающего высокой теплопроводностью, адгезией к основе и достаточной микротвердостью, позволил значительно уменьшить отрицательное воздействие высоких температур на физико-механические характеристики рабочего PVD слоя.

Полученное по предлагаемому примеру износостойкое покрытие обладает необходимой твердостью и теплопроводностью, которая обеспечивает увеличение периода стойкости инструмента в 2-3 раза при обработке дерево-стружечных плит [4].

Изобретение поясняется фигурами:

фиг. 1 - процесс работы лезвия;

фиг. 2 - лезвие с упрочненными передней и задней поверхностями;

фиг. 3 - микрофотография скола износостойкого покрытия.

На фиг. 1 показан процесс работы лезвия (1) по направлению главного движения резания (2). При внедрении лезвия (1) в материал (3) по направлению главного движения резания (2) материал (3) разрушается, отделяясь в виде стружки и двигаясь по передней поверхности лезвия (1), вследствие чего в зоне контакта из-за трения происходит механическое диспергирование лезвия (1). Аналогичные процессы происходят по задней поверхности лезвия (1).

На фиг. 2 изображено лезвие (1) с предлагаемым износостойким покрытием: промежуточный слой (4) из композиционного никелевого покрытия с включениями УДА и твердый износостойкий слой (5), упрочненный тугоплавким материалом (например, нитридов, карбидов, карбонитридов Ti, Zr, W и Mo), передней и задней поверхности лезвия (1) из твердого сплава.

На фиг. 3 показан скол износостойкого покрытия, нанесенного на поверхность ножа из твердого сплава ВКЗ. Промежуточный слой из композиционного никелевого покрытия с включениями УДА (до 5 мас. %) имеет толщину $1,5 \text{ мкм}$. Толщина гальванического слоя связки обычно составляет 30-75 % толщины всего покрытия. Поверх промежуточного

BY 23446 C1 2021.06.30

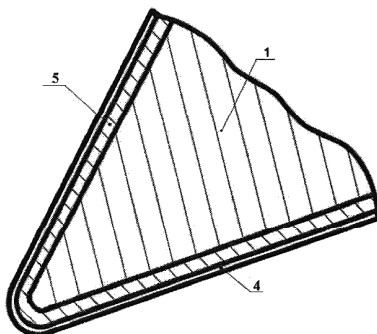
слоя нанесен внешний слой из ZrC методом PVD. Износостойкий слой покрытия так же, как и промежуточный слой, может покрывать всю рабочую поверхность инструмента либо только отдельные участки рабочей поверхности инструмента.

Наличие в заявляемом износостойком покрытии промежуточного слоя с повышенной теплопроводностью позволяет обеспечить увеличение периода (полного периода) стойкости деревообрабатывающих инструментов, способствует уменьшению мощности на резание и повышению качества обработанной поверхности, тем самым значительно расширяя возможности применения инструментов в производственной сфере.

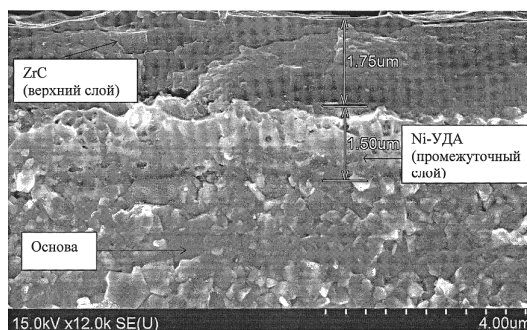
Заявляемое износостойкое покрытие для деревообрабатывающего инструмента может быть использовано при текущем ремонте твердосплавных ножей хвостовых фрез для обработки дерево-стружечных плит на ОАО "Пинскдрев", ОАО "Минскдрев", а также на других предприятиях деревоперерабатывающей промышленности Республики Беларусь.

Источники информации:

1. Патент RU 2305623 C2, 2003.
2. Chayeuski V.V., Zhylinski V.V., Rudak P.V., Rusalsky D.P., Visniakov N., Cemasejus O. Characteristics of ZrC/Ni-UDD coatings for a tungsten carbide cutting tool//Applied Surface Science. - 2018. - No. 446. - P. 18-26.
3. Патент WO 9605942, В 24D 3/00, 1995.
4. Патент US 5178643, В 24D 3/00 1991.
5. Патент RU 2 548 346 C1, 2013 (прототип).
6. Патент RU 2048573 C1, 1995.



Фиг. 2



Фиг. 3