

УДК 621.9:001.895

©Холод А.В., Тарасюк А.П.

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА ЧИСТОВОЙ ОБРАБОТКИ НОВЫМ ИНСТРУМЕНТАЛЬНЫМ НАНОМАТЕРИАЛОМ «ВОЛЬКАР»

1. Постановка проблемы

Развитие машиностроения тесно связано с главной технической задачей применения новых технологий и материалов с целью интенсификации производства и достижения высокого качества продукции, а также автоматизацией производственных процессов. Особое значение в машиностроении приобретают эффективные технологии механической обработки новых материалов с повышенными прочностными и эксплуатационными свойствами. К числу наиболее труднообрабатываемых материалов относятся твердые сплавы, в частности вольфрамосодержащие, в связи с их широким применением для изготовления режущего инструмента.

В связи с тем, что в современной промышленности и технике все более широкое применение находят труднообрабатываемые сплавы и материалы, актуальным становится вопрос повышения работоспособности и долговечности этих инструментальных материалов [1, 2]. В качестве нового материала был исследован

«ВОЛЬКАР».

2. Цель исследования

На кафедре резания НТУ «ХПИ» были проведены исследования обрабатываемости материала «ВОЛЬКАР». Исследования, заключались в определение коэффициента шлифования данного материала и сравнение его обрабатываемости и износостойкости с другими материалами данной группы (ВК6, Т5К10, твердосплавная пластина с покрытием производства «Сандвик Коромант»(Швеция)). С помощью данной методики, разработанной на кафедре резания НТУ «ХПИ», мы определяем обрабатываемость материала, вводя соответствующий коэффициент шлифования разработанный под руководством профессора Узуняна М.Д.

3. Основное содержание

Коэффициент шлифования $K_{ш} = \frac{P_z}{P_y}$ отражает процесс резания в динамике, а так же учитывает свойства обрабатываемого материала и состояние рабочей поверхности круга.

Коэффициент шлифования, как правило, меньше единицы, а при определенных условиях его значение может приближаться к коэффициенту трения пары - притупленный шлифовальный круг и обрабатываемый материал.

При больших значениях коэффициента шлифования

взаимодействие абразивного инструмента с материалом более эффективно. Следует также отметить, что в условиях упругого шлифования большему значению силы P_z соответствует лучшая обрабатываемость материала, так как тангенциальное усилие определяется суммарным мгновенным сечением среза.

Измерение силы P_z при постоянной задаваемой силе P_y осуществлялось с помощью специального динамометра, устанавливаемого на приспособление для упругого шлифования. Изучение влияния различных факторов и условий взаимодействия на силы резания позволило оценить коэффициенты шлифования. Для сравнения результатов полученных исследований наноматериала «ВОЛЬКАР» использовали традиционный твёрдый сплав с кобальтовой связкой марки ВК6 (см. рис.1).

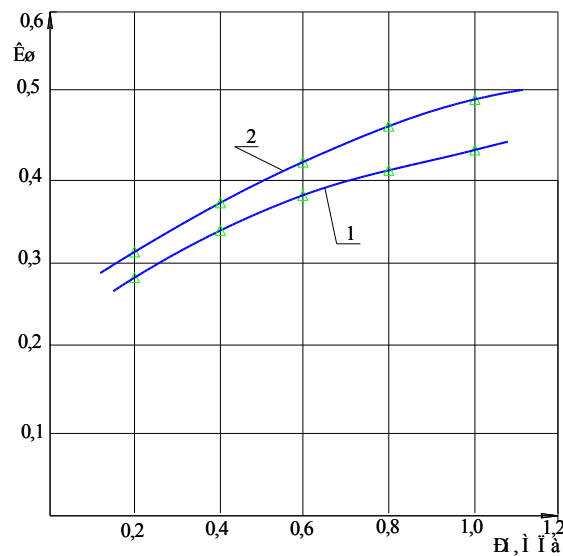


Рис. 1 – Влияние нормального давления на коэффициент

шлифования:

1 – ВОЛКАР; 2 – ВК. Условия обработки: $V = 25$ м/с; круг 12А2-45⁰
АС6 100/80 М1-01-4

Из рис. 1 видно, что коэффициент шлифования для «ВОЛКАРА» меньше чем для ВК6, что свидетельствует о том, что инструмент, при обработке исследуемого материала «ВОЛКАПР» находится в более жестких условиях.

Так, например, при обработке закаленной стали с большим содержанием никеля при скорости 150 м/мин температура достигает 1000 °С. При такой температуре активируются физико-химические процессы взаимодействия инструментального и обрабатываемого материала, особенно диффузионные. Распределение механизмов износа при обработке стали 12Х18Н10 приведено на рис. 2 [1]. Проведенные испытания при обработке режущими пластинами «ВОЛКАР» из монокарбида вольфрама без связки показали, что распределение механизмов износа подобное, однако в связи с тем, что материал имеет достаточно высокую твердость, снижается фактор абразивного износа.

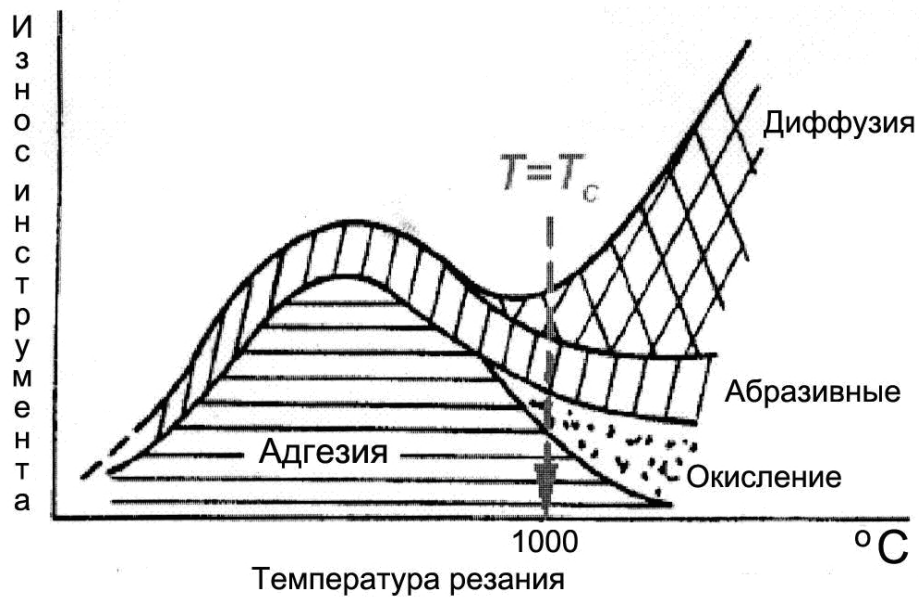


Рис. 2 – Механизмы износа инструментального материала ВОЛЬКАР при обработке стали 12Х18Н10 с твердостью HRC 56...58.

Новый инструментальный материал «ВОЛЬКАР» на основе монокристалла вольфрама показал высокую твердость и износостойкость, сопоставимую с инструментальными материалами на основе кубического нитрида бора. Сравнительные испытания проводились с применением различных инструментальных материалов [2, 3]. Результаты проведенных испытаний показаны на рис. 3.

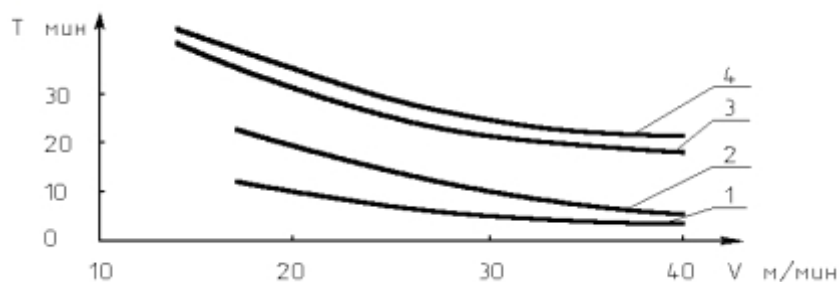


Рис. 3 – Зависимость стойкости инструментальных материалов от скорости резания при обработке Ферротитанита–S: **1** – пластина Т5К10; **2** – твердосплавная пластина с покрытием производства «Сандвик Коромант»(Швеция); **3** – ВолКар; **4** – ВН – «Валенайт»(США).

Обработку Ферротитанита–S пластиной из нитрида бора проводили при скоростях $V = 10, 20$ и 40 м/мин, подаче $S = 0,1$ мм/об и глубине резания $t = 0,2$ мм. Наибольшая интенсивность изнашивания пластин по задней поверхности наблюдалась при точении со скоростью 40 м/мин, наибольшая стойкость при 10 м/мин – $25-26$ мин для одной режущей кромки. За критерий износа принимался износ по задней поверхности $h_{из} = 0,4$ мм. Использовались пластины ВОЛЬКАР с передним углом $\gamma = 5^\circ$ и задним углом $\alpha = 5^\circ$. Для точения инструментами на основе твердых сплавов подача и глубина оставались неизменными: $S = 0,1$ мм/об, $t = 1$ мм. Скорость резания принималась равной 10 и 20 м/мин. При обработке неперетачиваемыми твердосплавными пластинами с покрытием

производства компании «Сандвик Коромант» (Швеция) из-за возникновения сильного абразивного действия обрабатываемого материала на поверхность покрытия происходит интенсивное изнашивание, особенно при обработке высокими скоростями резания. На рис. 3 показан характер износа режущих пластин. В исследованиях при скорости 10 м/мин стойкость режущей кромки твердосплавной пластины производства «Сандвик Коромант» составила 10 – 12 мин, разработанный новый инструментальный материал на основе монокарбида вольфрама при тех же режимах резания показал стойкость почти в три раза выше.

Износ пластин на основе монокарбида вольфрама также абразивный, однако, при скоростях резания 40 м/мин и более периодически образуется небольшой нарост, который исчезает в случае применения СОТС.

Характер износа твердосплавных пластин на основе карбида вольфрама производства «Сандвик Коромант» (Швеция) и Т15К10 производства Кировоградского Завода Твердых Сплавов абразивно-адгезионный, при этом на передней поверхности постоянно образуется нарост. Применение СОТС позволяет избежать образования нароста, однако в этом случае образуется ярко выраженная лунка износа, что в конечном итоге приводит к обсыпанию режущей кромки при образовании площадки износа по задней поверхности более 0,8 мм. Износ пластин на основе монокарбида вольфрама «ВОЛЬКАР» производства «Кермет-У»

(Украина) и на основе кубического нитрида бора фирмы «Валенайт» (США) – преимущественно абразивный. При скоростях резания 40 м/мин и более износ для пластин из монокарбида вольфрама «ВОЛЬКАРА» абразивно-диффузионный. Этим можно объяснить образование небольшой лунки износа на передней поверхности, которая отделяется неизношенной площадкой от режущей кромки. Сечения по лунке износа в данной пластине свидетельствуют об отсутствии пластической деформации сдвига материала. Известно, что скорость диффузионного износа зависит от скорости диффундирования атомов из инструмента в материал заготовки. Несмотря на то, что атомы углерода малы и могут быстро перемещаться между атомами железа, в материале режущей пластины они прочно связаны с вольфрамом и не могут перемещаться самостоятельно. Равномерный износ карбидных зерен подтверждает возможность диффузионного износа. В связи с тем, что в режущей пластине на основе монокарбида вольфрама отсутствует кобальт, износ по задней поверхности происходит значительно медленнее, чем, к примеру, у пластин T15K6. Исследования влияния формы и размеров исследуемых пластин показали, что период стойкости по критерию допустимого износа для различных пластин имеет сходную зависимость от глубины резания. Подача в пределах от 0,05 до 0,1 мм/об практически не влияет на износ исследуемых пластин. Однако при повышении значения подач более 0,1 мм/об, происходит изменение характера стружкоотделения. В частности, при обработке

пластинами на основе монокарбида вольфрама ВОЛЬКАР увеличивается длина стружки надлома и налипание друг к другу, что создает видимость сливной стружки. Это, по-видимому, объясняется более низким коэффициентом трения, между передней поверхностью инструмента и обрабатываемым материалом. У других исследуемых инструментальных материалов такой эффект не наблюдается даже в случае применения охлаждающей жидкости.

Таким образом, проведенные испытания показали, что новый инструментальный материал на основе монокарбида вольфрама «ВОЛЬКАР», имеет достаточно высокую износостойкость и перспективен при обработке труднообрабатываемых материалов.

Применение данного инструментального материала позволяет в несколько раз увеличивать производительность обработки по сравнению с традиционно используемыми твердосплавными материалами. С целью расширения диапазона использования разработанного материала были проведены исследования по его усовершенствованию, в частности были апробированы различные добавки нанопорошков оксида алюминия [2]. Лучшие режущие свойства продемонстрировал. За критерий износа принимался износ по задней поверхности $h_{из} = 0,4$ мм, данные сведены в табл. 1.

Из табл. 1 видно, что режущие пластины, полученные из смеси нанопорошков оксида алюминия (50 мас. %) и карбида вольфрама (50 мас. %) имеют более высокую износостойкость, чем оксидно-карбидная керамика с добавками оксида циркония марки ВОК71

(ГОСТ 26630 – 85). Это объясняется высокой твердостью и прочностью материала, которые являются следствием его тонкой структуры и прочности границ между зернами.

Таблица 1 – Сравнительная стойкость к износу некоторых труднообрабатываемых инструментальных материалов

Материал режущей части	Скорость резания V , м/мин	Подача S , мм/об	Глубина резания t , мм	Стойкость T , мин
ВОК 71	80	0,075	0,5	80
WC – 50мас.% Al ₂ O ₃	80	0,075	0,5	85
ВК6	80	0,75	0,5	50

Вывод

1. Применение материала «ВОЛЬКАР» позволяет заменить дорогостоящие материалы на основе алмаза, и значительно снизить затраты на режущий инструмент в процессе обработки.

2. Обработка труднообрабатываемых материалов сопровождается значительным износом режущей части инструмента. При обработке таких материалов пластинками твердых сплавов, такими как ВК6 и Т5К10, и «ВОЛЬКАРОМ» показало, что износ режущей части пластины «ВОЛЬКАРА» намного ниже, чем у твердых сплавов.

Список использованных источников

1. Семко М. Ф. Интенсифицированные методы алмазно-

абразивной обработки инструментами из сверхтвёрдых материалов / М. Ф. Семко // Пути повышения производительности, качества и эффективности процессов абразивной, алмазной и эльборной обработки в машиностроении : тез. докл. Всесоюз. науч.-техн. конф. Москва, 23-25 ноября 1976 г.) / НИИМАШ. – М., 1976. – С. 21–24.

2. Андриевский Р. А. Нанокompозиты на основе тугоплавких соединений / Р. А. Андриевский, В. С. Урбанович // 1-я Всероссийская конференция по наноматериалам «НАНО-2004», Москва, 17-21 декабря 2004 г.: сб. докл. / ИМЕТ РАН. – М., 2004. – С. 23–27.

3. McCandlish L. E. Processing and properties of nanostructured WC—Co / L. E. McCandlish, B. N. Kear, B. K Kim // Nanostr. Mat. – 1992. – V. 1, N 2. – С. 119–124.

Холод А.В., Тарасюк А.П. «Исследование процесса чистовой обработки новым инструментальным наноматериалом «ВОЛЬКАР».

В статье рассматривается применение нового наноструктурного инструментального материала «ВОЛЬКАР» для обработки труднообрабатываемых материалов, возможность замены дорогостоящих материалов на основе алмаза.

Ключевые слова: чистовая обработка, режущий инструмент, наноматериал, режущая пластина, износостойкость.

Холод О.В., Тарасюк А.П. «Дослідження процесу чистової обробки новим інструментальним наноматеріалом «ВОЛЬКАР».

У статті розглядається застосування нового наноструктурного інструментального матеріалу «ВОЛЬКАР» для обробки важкооброблюваних матеріалів, можливість заміни дорогих матеріалів на основі алмазу.

Ключові слова: чистова обробка, різальний інструмент, наноматеріал, пластина, що ріже, зносостійкість.

Kholod A.V., Tarasyuk A.P. «Research of process of clean treatment by new instrumental nanomaterial of «Volkar».

In the article application of new nanostructured instrumental material of «VOLKAR» is examined for treatment of hard-processing materials, possibility of replacement of expensive materials on the basis of diamond.

Key words: finishing, cutting tool, nanomaterial, cutting plate, wear resistance.

Стаття надійшла до редакції 14 травня 2009 р.