

В настоящее время применение новых технологий позволяет получить материалы разных структур с улучшенными и новыми свойствами: защитными, антисептическими, терморегулирующими и другими. Особый интерес представляет модификация текстильного материала веществами с изменяемым фазовым состоянием (Phase Change Materials – PCM), способным осуществлять активную терморегуляцию.

Целью данной работы была разработка материала, обладающего терморегулирующими свойствами на основе модификации подкладочной полиэфирной ткани. Предполагаемая область применения разрабатываемого материала – нижний слой пакета боевой одежды пожарных.

Первоначально осуществлен выбор исходного сырья для производства подкладочной ткани. В качестве основы использованы полиэфирные комплексные нити линейной плотности 8,4 текс в основе и 12 текс в утке. Разработана схема технологического процесса производства подкладочной ткани с терморегулирующим эффектом, которая включает этапы подготовки к ткачеству, формирования ткани, ее крашения и пропитки суспензией с содержанием микрокапсулированных веществ.

Для достижения терморегулирующего эффекта выбрано микрокапсулированное вещество с изменяемым фазовым состоянием. Для закрепления микрокапсул на ткани использовалось катионное связующее на основе акрилатных сополимеров. Проведены исследования по оценке влияния состава суспензии с микрокапсулированным веществом на повышение поверхностной плотности полиэфирной подкладочной ткани.

Установлено, что повышение содержания микрокапсул в эмульсии с 10 до 16 % приводит к увеличению закрепления капсул на поверхности волокна. При обработке крашеной ткани количество микрокапсул, закрепляемых на ней, снижается на 30%. В условиях НПЦ МЧС (Витебск) проведены экспериментальные исследования теплофизических свойств модифицированных текстильных материалов согласно ГОСТ 1971-2009 [1].

Установлено, что при воздействии теплового потока  $2 \text{ кВт/м}^2$  значения температуры на внутренней стороне модифицированного материала ниже показателей немодифицированного материала, что говорит о присутствии теплоаккумулирующего эффекта. В результате исследований подтверждено, что обработка текстильных материалов суспензией с микрокапсулированным веществом оказывает влияние на их теплофизические свойства и может быть рекомендована для производства подкладочных тканей изделий специального назначения.

#### *Литература*

1. Левшицкая О.Р., Рыклин Д.Б., Агиевич Д.Ю. Оценка терморегулирующей способности текстильного материала, модифицированного микрокапсулированным веществом с изменяемым фазовым состоянием // Вестник ВГТУ. 2017. Вып. 32. С. 71–81.

©ПГУ

### **ИССЛЕДОВАНИЕ ФИЗИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК СКОРОСТНОЙ ОБРАБОТКИ ПОВЕРХНОСТЕЙ ДЕТАЛЕЙ**

**В.С. АНИСИМОВ**

**НАУЧНЫЕ РУКОВОДИТЕЛИ – Н.Н. ПОПОК, ДОКТОР ТЕХН. НАУК ПРОФЕССОР, Р.С. ХМЕЛЬНИЦКИЙ**

В статье дан анализ исследований в области высокоскоростной обработки. Рассматривается комбинированный способ скоростного резания сферических поверхностей деталей. Приведены результаты эксперимента по изменению частоты вращения инструмента, мощности и силы резания на этапах врезания, выхаживания и выглаживания комбинированной обработки

Ключевые слова: высокоскоростная обработка, сферическая поверхность, комбинированная скоростная обработка, кинематическая схема резания.

**Введение.** Постоянное повышение точности и качества машиностроительных изделий требует разработки прогрессивных методов и способов обработки поверхностей деталей. Одним из направлений поиска новых технических решений в области металлообработки является применение высокоскоростной обработки резанием, которая обеспечивает наряду с высоким качеством и точностью значительное повышение производительности получения изделий. Однако при высокоскоростной обработке используются приводы и режущие инструменты с высокой ценой, что удорожает производство. Зачастую, особенно при обработке сложных поверхностей деталей экономически целесообразно применять универсальное оборудование с новыми кинематическими схемами лезвийной обработки на скоростях резания сопоставимыми со скоростями шлифования. Однако физические характеристики применяемых схем скоростной лезвийной обработки сложных поверхностей деталей исследованы недостаточно, что сдерживает применение стандартных инструментальных материалов и станочных приводов в диапазонах скорости резания выше традиционных.

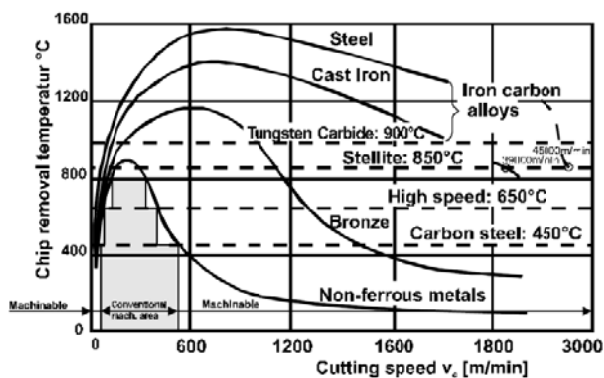


Рисунок 1 – Зависимость температуры стружки от скорости резания



Рисунок 2 – Зависимость силы резания от скорости резания

**1. Анализ физических особенностей высокоскоростной обработки.** В настоящее время в машиностроительном производстве одним из приоритетных направлений стала высокоскоростная обработка материалов резанием. Первое упоминание высокоскоростной обработки относится к началу 20 века, когда немецкий изобретатель Карл Саломон получил патент № 523594 «Способ обработки материалов резанием» [1]. В данном патенте было определено, что при некоторой скорости резания, которая в 5-10 раз выше, чем при обычной механообработке, теплопередача от стружки к инструменту начинает уменьшаться, а это делает возможной обработку заготовок на более высоких скоростях (рисунок 1).

Теоретическим обоснованием высокоскоростной обработки являются так называемые кривые Саломона (рисунок 2), которые показывают снижение сил резания в некотором диапазоне скоростей, при выходе из которого дальнейшая обработка невозможна.

В 1938 г. инженер Н.И. Щелконогов опубликовал результаты опытно-исследовательской работы по обработке закаленных сталей резцами, оснащенными твердым сплавом, проведенной в лаборатории резания Киевского краснзнаменного завода в конце 1936 г. [2]. В данной работе проводилась исследования по обработке на токарном станке углеродистой стали Ст-5 (НВ 477), хромоникелевой стали ХН (НВ 514), инструментальной углеродистой стали У7 (твердость по Шору 78), инструментальной углеродистой стали У10 (твердость по Шору 100) и быстрорежущей стали (твердость по Роквеллу 62–64) резцами оснащенными твердыми сплавами ВК6, ВК8, Т21К8, сергонит (близкий по химическому составу к сплаву Т15К6). Обработка указанных материалов производилась со скоростями до 400 м/мин. Исследования качества обработанной поверхности показали, что чем выше скорость резания, тем чище обработанная поверхность.

В середине прошлого столетия исследования высокоскоростной обработки были затруднены в связи с тем, что отсутствовало оборудование, обеспечивающее высокие скорости резания и требуемую точность. Исследования на обычных станках не позволяли получить требуемые скорости, но на баллистических установках учеными были зафиксированы следующие значения скорости резания: В.Д. Кузнецовым в 1947 г. – 50000 м/мин; Кроненбергом в 1958 г. – 72000 м/мин; Арндтом в 1972 г. – 132000 м/мин. На основании своих исследований они предложили физические и математические модели, объясняющие эффект отображенный на графиках К.Саломона.

Распространение высокоскоростной обработки при изготовлении деталей в машиностроении стало возможным только после появления высокоскоростных моторшпинделей в середине 70-х годов, позволяющих развивать в настоящее время частоту вращения до 60 000 мин<sup>-1</sup>. Одной из лидирующих фирм в данной области является фирма IBAG [3]. Практическое применение высокоскоростного фрезерования в авиакосмических приложениях при скоростях резания до 1980 м/мин ведется американскими учеными с 1977 года. Ограничивающим фактором развития высокоскоростной обработки является режущий инструмент. Для решения данной проблемы твердый сплав изготавливают мелкозернистым с нанесением многослойных покрытий.

В настоящее время под понятием высокоскоростной обработки подразумевается процесс, все составляющие которого реализуются специальными методами с использованием специального оборудования, где обработка ведется с высокой частотой вращения шпинделя, позволяющей превратить тяжелый и/или сложный процесс обработки в более гибкий и легкий [4].

**2. Результаты экспериментальных исследований скоростной обработки сферических поверхностей деталей.** Предложен способ комбинированной обработки резанием, который реализуется на универсальных и специальных станках, оснащенных скоростным приводом (частота вращения

3000 мин<sup>-1</sup> и более). При обработке сферических поверхностей деталей по этому способу режущий инструмент 1 совершает главное вращательное движение  $D_r$ , а заготовка 2 диаметром  $D_{сф}$  – вращательное движение подачи  $D_s$ . Заготовке также сообщается установочное (поступательное) движение  $D_y$ , которое обеспечивает глубину резания.

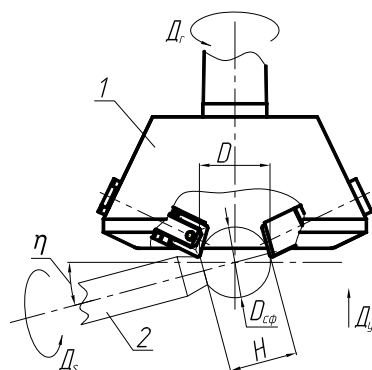


Рисунок 3 – Схема комбинированной скоростной обработки сферической поверхности детали

При этом режущие лезвия инструмента 1 настраиваются на диаметр  $D$ , а заготовка 2 устанавливается относительно инструмента под углом к оси вращения  $\eta$ . Оси вращения заготовки и инструмента пересекаются в одной точке. Схема установки обеспечивает получение неполной ограниченной с одной стороны сферической поверхности высотой  $H$  [5]. Обрабатываются сферические поверхности неполных форм – ограниченные плоскостью с одной или с двух сторон. Кинематическая схема резания может быть двух- (два вращательных движения) и трех- (два вращательных и поступательное движения) элементной, реализуемые на трех переходах операции формообразования сферы: врезание вращающегося инструмента во вращающуюся заготовку (черновая обработка), выхаживание поверхности (получистовая обработка) и выглаживание (чистовая обработка) поверхности сферы, когда лезвия инструмента выходят на требуемый размер сферы.

С целью всестороннего изучения процесса резания сферических поверхностей деталей и сопоставления результатов экспериментов проводились одновременные исследования изменения мощности и силы резания, а также температуры в детали во времени при различных значениях частоты вращения инструмента и детали.

С течением времени обработки частоты вращения инструмента и заготовки несколько снижаются, что связано с износом режущих лезвий (рисунок 4).

Об этом свидетельствует и рост мощности резания (рисунок 5).

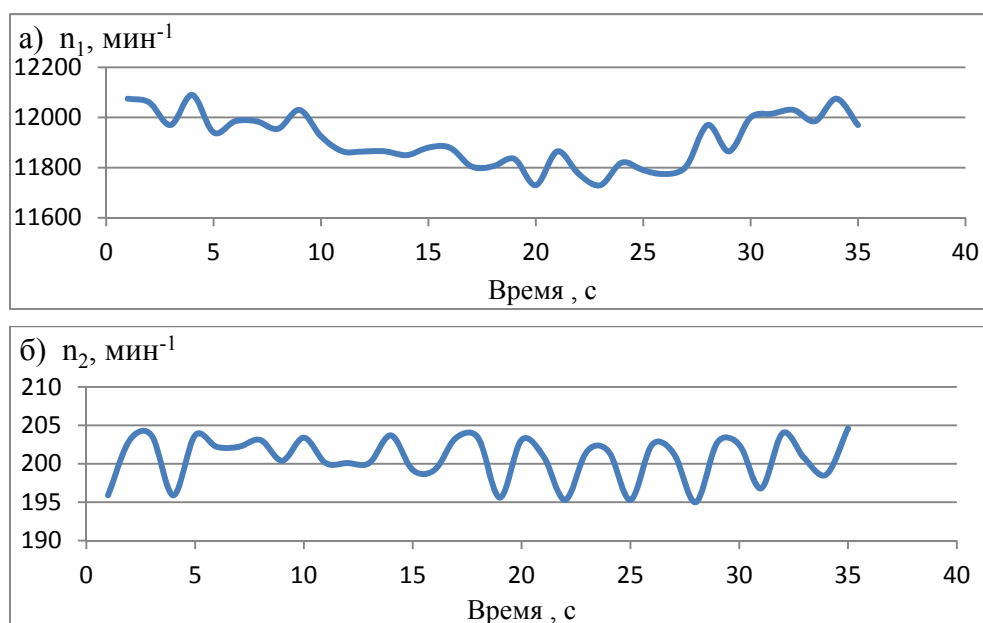


Рисунок 4 – Изменения частоты вращения во времени:  
а) инструмента (номинальная частота вращения фрезы  $n_1 = 12000 \text{ мин}^{-1}$ );  
б) заготовки (номинальная частота вращения заготовки  $n_2 = 200 \text{ мин}^{-1}$ )

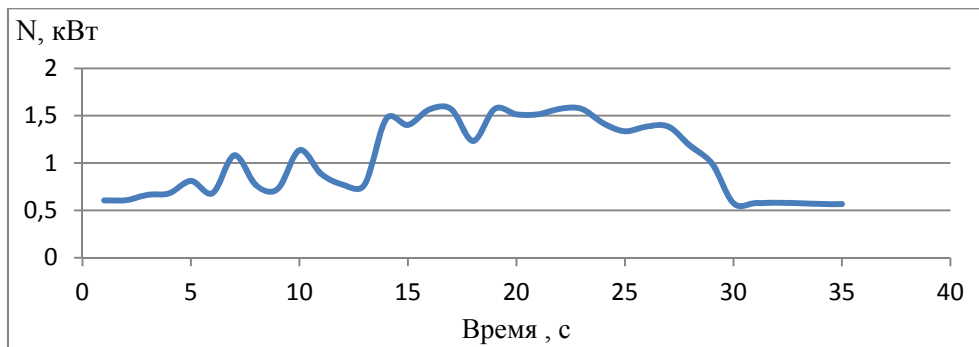


Рисунок 5 – Изменение мощности двигателя во времени при частоте вращения фрезы  $n_1 = 12000 \text{ мин}^{-1}$  и заготовки  $n_2 = 200 \text{ мин}^{-1}$

При этом на графиках четко видны пики роста мощности резания и снижения частоты вращения инструмента и заготовки на этапе врезания инструмента в заготовку. И, наоборот, снижение мощности резания и увеличение частоты вращения инструмента и заготовки на этапе выхаживания. На этапе выглаживания поверхности сферы частоты вращения инструмента и заготовки и мощность резания соответствуют примерно их значениям на холостом ходу (см. рисунки 4 и 5).

Аналогичный характер изменения кривой имеет график по силе резания (рисунок 6).

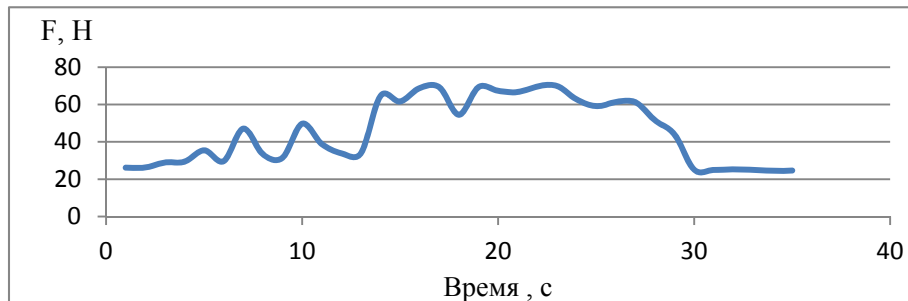


Рисунок 6 – Изменение силы резания во времени при частоте вращения фрезы  $n_1 = 12000 \text{ мин}^{-1}$

С увеличением частоты вращения инструмента силы резания снижаются (см. рисунок 6) и при  $12000 \text{ мин}^{-1}$  не превышает  $70 \text{ Н}$ . Такой результат свидетельствует о преимуществах скоростной обработки с точки зрения нагрузки на шпиндельные узлы вращения инструмента и заготовки.

С увеличением времени обработки температура детали растет с  $20$  до  $50^\circ\text{C}$  (рисунок 7). Интенсивность роста температуры зависит от частоты вращения инструмента, скорости поперечной подачи и износа режущего лезвия, причем в большей степени влияет износ режущего лезвия.

Интенсивность изменения температуры в зависимости от частоты вращения инструмента ( $n_1 = 3150, 6300, 9000, 12000 \text{ мин}^{-1}$ ) наглядно демонстрирует рисунок 7 – чем выше частота вращения, тем выше интенсивность роста температуры.

Построение этой зависимости с учетом последовательности работы лезвий и возрастании их износа во времени показывает рост температуры детали.

#### Закключение.

1. Анализ результатов исследований в области высокоскоростной обработке показывает ее преимущества по сравнению с традиционной и, вместе с тем, требует проведения дальнейших исследований по изучению физических особенностей процесса, позволяющих увеличить производительность и качество обработки.

2. В предложенной комбинированной скоростной обработке сферической поверхности детали реализуется переходящие друг в друга трех- и двухэлементная кинематические схемы резания, соответствующие переходам врезания, выглаживания и выхаживания, что приводит к изменению положения в пространстве и величины результирующей скорости резания и оказывает существенное влияние на физические характеристики процесса резания.

3. Установлен характер изменения частоты вращения инструмента, мощности и силы резания на этапах врезания, выхаживания и выглаживания комбинированной обработки: с течением времени обработки частота вращения падает, а мощность и сила резания возрастают.

4. С увеличением времени обработки температура детали растет. Чем выше частота вращения инструмента, тем выше интенсивность роста температуры детали.

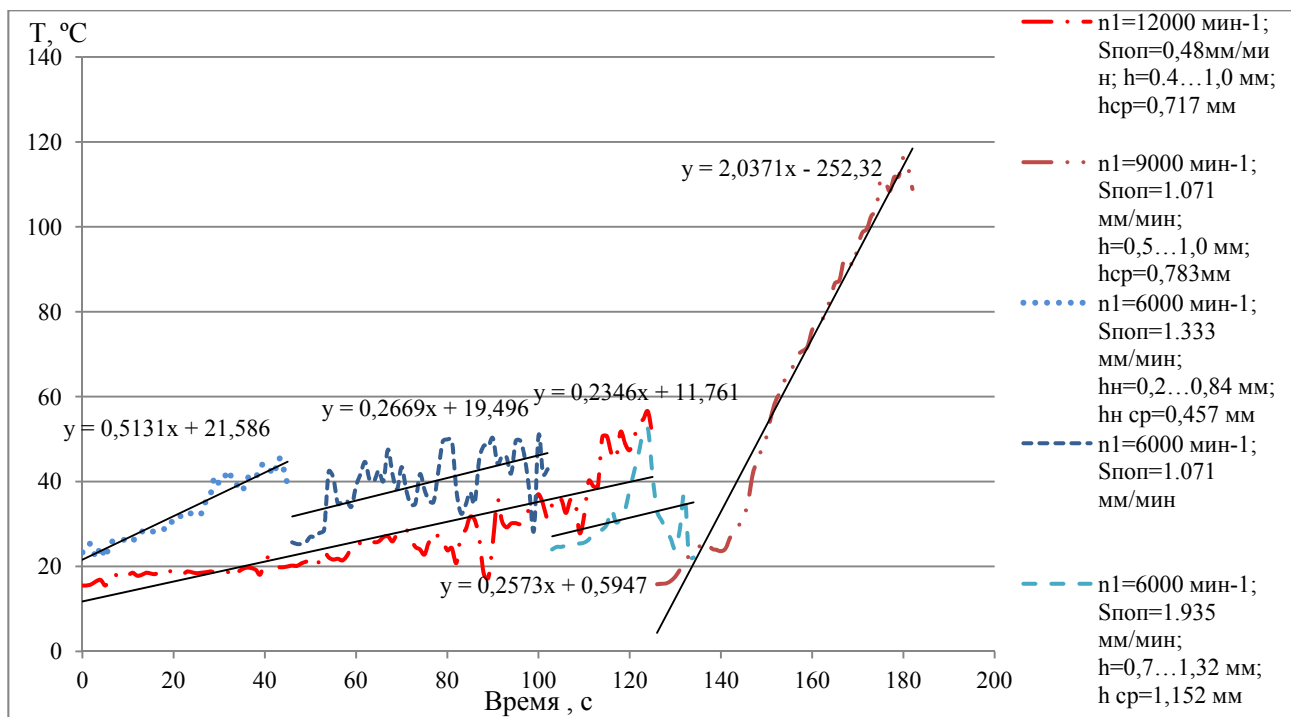


Рисунок 7 – Изменение температуры детали от времени обработки

5. Установлены диапазоны частоты вращения инструмента и заготовки, при которых обеспечивается требуемая стойкость лезвий:  $n_1 = 3000 \div 6000$  мин<sup>-1</sup>;  $n_2 = 20 \div 200$  мин<sup>-1</sup>.

#### Литература

1. Salomon C., «Verfahren zur bearbeitung von metallen oder bei einer bearbeitung durch schneidende werkzeuge sich ähnlich verhaltende werkstoffe», Deutsches Patent Nr. 523594, 931, 4, 1931.
2. Щелконогов Н.И. Обработка закаленных сталей резами из твердых сплавов и предпосылки для механической обработки стали при особо высоких скоростях резания // Вестник Металлопромышленности – 1938. – № 1. – С. 39-54.
3. Официальный сайт официального представителя фирмы IBAG Switzerland AG и HAGE Sondermaschinenbau GmbH [Электронный ресурс] / Высокоскоростная обработка. Определение, особенности и примеры применения в авиакосмической промышленности. Сергеева Е.В. – Дойч Эфферн, 2011. – Режим доступа: <http://www.sergeev-hsc.de/40136.html> – Дата доступа: 12.03.2018 г.
4. Маслов А. Р. Высокая скорость вращения шпинделя – всего лишь первый шаг//Мир техники и технологий. -2004. - № 5. -С. 17.
5. Попок Н.Н., Кунцевич И.П., Хмельницкий Р.С, Анисимов В.С. Моделирование влияния шероховатости сферической поверхности детали на выбор скорости подачи вращающегося режущего инструмента // Вестник Полоцкого государственного университета: Промышленность, Прикладные науки. Серия В. 2016. – № 3 – С. 28-37.

©БГУИР

### МОБИЛЬНОЕ ПРИЛОЖЕНИЕ НА ПЛАТФОРМЕ IOS «ДНЕВНИК ПИТАНИЯ»

Д.А. АНТОНЕНКО

НАУЧНЫЙ РУКОВОДИТЕЛЬ – Н.В. ЛАПИЦКАЯ, КАНДИДАТ ТЕХН. НАУК, ДОЦЕНТ

Целью этой работы является разработка мобильного приложения (платформы iOS) для сбора информации о дневнике пользователя и основы для формирования базы знаний для разработки системы рекомендаций по личной стратегии здорового питания на основе предпочтений пользователя

Ключевые слова: мобильное приложение, платформа iOS, дневник питания, сбалансированное питание, язык программирования Swift

Объектом исследования является разработка мобильного приложения для наблюдения за процессом жизнедеятельности человека на примере мониторинга потребления пищи и управления сбалансированным питанием.

Цель работы – разработка мобильного приложения на платформу iOS, предназначенного для сбора достоверной информации о питании пользователей, а так же создание инструмента для разработки и предоставления персональных рекомендаций для принятия на их основе решений о выборе стратегии сбалансированного питания.

Разработка данного программного средства направлена на формирование базы знаний продуктов и стратегий питания пользователей, с возможностью аналитики и классификации. На основании об-