

ОБЩИЕ ВОПРОСЫ ОБРАБАТЫВАЕМОСТИ МАТЕРИАЛОВ РЕЗАНИЕМ

С.С. Силин, В.В. Трусов, В.Н. Макаров, Б.В. Яхонтов

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ РЕЗАНИЯ ТРУДНООБРАБАТЫВАЕМЫХ МАТЕРИАЛОВ С АВТОМАТИЧЕСКИМ ПОДДЕРЖАНИЕМ ПРОТЕКАНИЯ ИХ НА ОПТИМАЛЬНОМ УРОВНЕ

Оптимальные температуры резания обеспечивают инструменту наибольшую размерную стойкость, а детали – наиболее благоприятные свойства материала ее поверхностного слоя.

В связи с этим, становится необходимым оснащение металлорежущих станков автоматическими системами регулирования, которые независимо от случайных или закономерных причин, вызывающих изменение температуры в зоне резания, автоматически поддерживают изменением, например, скорости резания, одно и то же постоянное, заранее заданное, оптимальное значение температуры резания.

Авторами разработана и создана автоматическая система регулирования режима резания для торцевого точения дисков из труднообрабатываемых материалов на лоботокарных станках модели МК 163.

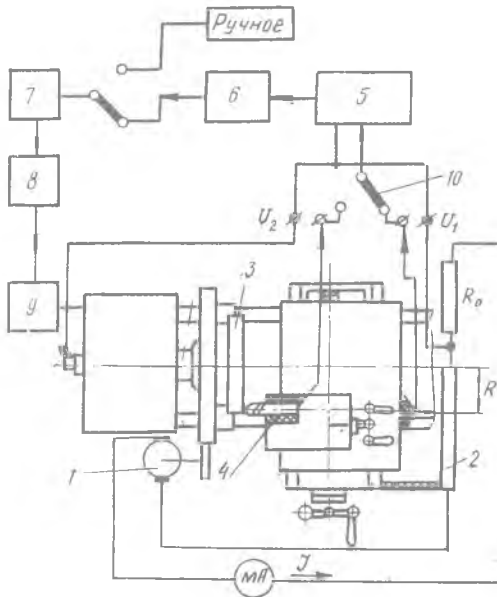
Система позволяет производить раздельно обработку детали как с постоянной скоростью резания, так и с постоянной температурой в зоне резания (рис. 1).

Стабилизация величины скорости и температуры резания осуществляется за счет плавного изменения скорости вращения шпинделя станка. Использованный при модернизации станка датчик скорости резания состоит из тахогенератора 1 постоянного тока и линейного путевого реостата 2, изменяющего свое сопротивление пропорционально радиусу обработки.

Датчиком температуры зоны резания служит естественная термопара, которую образуют разнородные материалы обрабатываемой детали 3 и режущего инструмента 4. Резец электрически изолируется от станка.

Автоматическая система регулирования режимов резания работает следующим образом: выходное напряжение U_1 , U_2 датчиков режима резания подается на вход измерительного блока 5 системы, которым является электронный автоматический потенциометр. В корпусе потенциометра имеется встроенное электроконтактное трехпозиционное ре-

гулирующее устройство 6 с настраиваемой величиной зоны нечувст-



Р и с. 1. Блок-схема универсальной системы автоматического регулирования режима резания на токарном станке, модели МК 163

вительности. Это устройство выполняет функции регулятора режима резания. Средний контакт устройства 7 кинематически связан со стрелочным указателем автоматического потенциометра. Положение всей контактной группы по шкале прибора зависит от настройки регулятора ручкой "Задание".

Усиленный по мощности усилителем автоматического потенциометра сигнал датчика режима резания сравнивается с сигналом настройки "Задание" регулятора режима резания. Посредством электрического однооборотного исполнительного механизма 7 и регулирующего органа 8 регулятор воздействует на производительность насоса гидропривода 9, а, следовательно, и на число об/мин шпинделя станка.

Меняющаяся скорость вращения шпинделя станка приводит к изменению выходного напряжения датчиков, и, тем самым, к уменьшению различий между текущим значением регулируемого параметра и его заданной оптимальной величины.

Настройка станка на заданный режим по температуре резания или по скорости резания - одинакова. Для этого переключатель 10 рода работы устанавливается в одно из двух положений в соответствии с выбранным вариантом обработки. На датчике регулятора режима резания принимается величина сигнала настройки, отвечающая выбранному оптимальному режиму обработки. Управляя вручную числом об/мин шпинделя, скорость резания или температура доводятся до значений, установленных на регуляторе. При этом ведется наблюдение за движением стрелочного указателя электронного потенциометра, снабженного соответствующими шкалами.

После окончания обработки система переключается на ручное управление и переводится в исходное состояние. Для сокращения времени на ручном управлении предусмотрены быстрые перемещения регулирующего органа и автоматическое торможение массивной планшайбы станка.

Технологические испытания показали хорошие результаты. Проведены комплексные технологические исследования особенностей автоматизированного процесса в трех режимах резания:

в режиме постоянного числа оборотов (ПЧО);

в режиме постоянной скорости резания (ПСР);

в режиме постоянной температуры резания (ПТР).

Температура в зонах контакта определялась методом естественной термопары. Регистрирующая аппаратура позволяла производить непрерывное измерение и запись величины скорости, температуры в процессе резания на самопишущих приборах типа КСП-4. Величина износа инструмента определялась измерением средней ширины площадки износа инструмента по задней грани на универсальном микроскопе модели БИМ-1.

Исследования состояли из трех этапов. На первом этапе ставилась задача определения, существования связи между скоростью резания V , термоЭДС E и величиной износа инструмента h_3 . На рис.2 показаны графики зависимости величины износа h_3 , термоЭДС E и скорости резания V от времени работы инструмента t , полученные при резании с ПСР и ПТР. Поскольку от продолжительности работы инструмента t зависит величина износа инструмента h_3 , то на данных графиках можно проследить характер влияния износа инструмента на E и V . Из графиков видно, что при резании с ПСР с увели-

чением износа до 1 мм происходит увеличение E от 25 до 34 мВ,

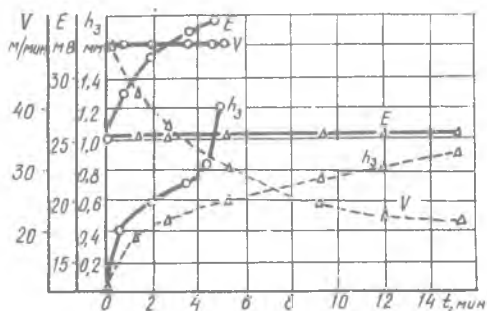


Рис. 2. Графики зависимости скорости резания V , термоЭДС E и ширины площадки износа h_3 от времени резания при точении в режиме ПСР и ПТР: ЭИ698 - ВК6М, геометрия реза $\gamma = 0$, $\alpha = \alpha_1 = 10^\circ$, $\varphi = 45^\circ$, $\varphi_1 = 45^\circ$, $\lambda = 0$, $r = 0,5$ мм;
 - \circ - резание с ПСР;
 - Δ - резание с ПТР

т.е. на 36%. При резании с ПТР постоянная величина E поддерживается за счет автоматического снижения скорости резания V . Следовательно, при резании данным способом с увеличением h_3 до 1 мм происходит уменьшение скорости резания от 50 до 22 м/мин, т.е. в 2,3 раза. Аналогичное явление наблюдается и на других скоростях резания.

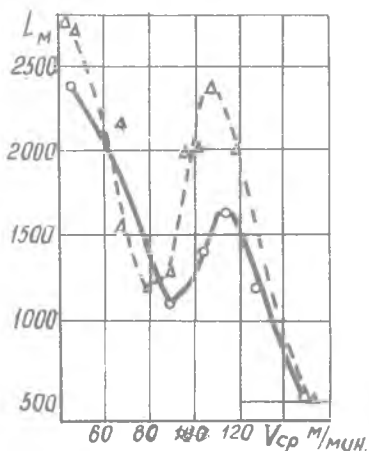
Второй этап исследований посвящен изучению влияния двух способов резания на износ, стойкость режущего инструмента и производительность токарной обработки.

Возвратимся вновь к рис. 2. Кривые зависимости h_3 от t показывают, что при резании с ПСР износ инструмента происходит более интенсивно, чем при резании с ПТР. При резании с ПСР кривая зависимости h_3 от t состоит из трех характерных участков: зоны приработки - в начале резания, зоны нормального износа - в середине и зоны катастрофического износа - в конце резания. При резании с ПТР третья зона - зона катастрофического износа отсутствует. Таким образом, при резании с ПТР нет опасности быстрой тепловой "посадки" инструмента при достижении больших величин износа, процесс становится более надежным.

Сравнение двух способов резания по стойкости показывает, что при резании сплава ЭИ 698 резцами из ВК8М с автоматическим поддержанием постоянства термоЭДС в зоне резания на всем диапазоне исследованных скоростей резания происходит повышение стойкости инструмента в 1,5-4 раза, при этом путь, пройденный резцом за период стойкости, увеличивается в 1,15-2,75 раза. Аналогичные результаты были получены и при точении сплава ЭИ435 и ЭИ691 резцами из Т15К6, сплава ЭИ437ВУ резцами из ВК8.

В сравнительных экспериментах за скорость при резании с ПТР была принята начальная скорость резания $V_{нач}$. Однако при резании с ПТР происходит постепенное понижение начальной скорости. Следовательно, при сравнении данных двух способов резания (с ПСР и ПТР) с учетом влияния их на производительность обработки, за скорость резания в режиме ПТР следует принимать не начальную скорость $V_{нач}$, а скорость резания $V_{ср}$, усредненную за период стойкости инструмента T . Эту среднюю скорость можно определить по величине пути L , пройденного резцом за период стойкости T .

Рис.3. Зависимость пути резания L от усредненной скорости резания $V_{ср}$ при точении в режиме ПСР и ПТР: ЭИ435 - Т15К6; геометрия резца: $\gamma = 0$, $\alpha = \alpha_1 = 10^\circ$, $\varphi = 45^\circ$, $\gamma_2 = 45^\circ$, $\lambda = 0$, $r = 0,5$ мм; режимы резания: $s = 0,11$ мм/об, $t = 0,75$ мм. - о - резание с ПСР; - Δ - ПТР



На рис.3 показаны результаты сравнения двух способов резания (с ПСР и ПТР) при усредненных значениях скорости резания $V_{ср}$. Из графиков видно, что при резании с ПТР происходит увеличение пути L , пройденного резцом за период стойкости T в 1,53 раза. Причем, наибольший эффект наблюдается при резании с поддер-

являем постоянной оптимальной величины термоЭДС, равной 23,9 мВ.

Третий этап эксперимента посвящен исследованию влияния режимов резания с ПЧО, ПТР, ПСР на качество поверхностного слоя и, в частности, на величину остаточных напряжений.

Изменения величины остаточных напряжений в поверхностном слое, замеренные на образцах, вырезанных на различных радиусах из полотно диска, свидетельствуют о преимуществе режима ПТР над режимами ПСР и ПЧО. Наиболее значительный разброс величины остаточных напряжений (70-80%) наблюдается в режиме ПЧО, в режиме ПСР разброс составляет 40-50%, наименьший разброс данных - в режиме ПТР (10-15%).

Следовательно, стабилизация температуры в процессе резания позволяет минимизировать и стабилизировать влияние различных факторов на процесс резания.

При автоматизации режима резания на основе системы ПТР, с автоматическим поддержанием постоянства оптимальной температуры (термоЭДС) в зоне резания повышается точность обработки, снижается износ инструмента, улучшается микрорельеф поверхности, стабилизируется распределение по полотну диска и минимальный уровень остаточных напряжений, повышается производительность обработки.

Эти важные преимущества автоматизированного процесса резания убеждают в том, что он может и должен найти самое широкое применение в системе автоматического регулирования режимов резания по температуре.

М.Э. Иткин, Е.М. Коровин, В.Л. Потапова

ПРИМЕНЕНИЕ ПЛАНИРУЕМОГО ЭКСПЕРИМЕНТА
ДЛЯ ОПТИМИЗАЦИИ ГЕОМЕТРИИ ФРЕЗЫ
ПРИ ОБРАБОТКЕ ЖАРОПРОЧНОЙ СТАЛИ ЭИ696

В эксперименте ставилась задача сравнения эффективности факторного и симплексного планирования при исследовании оптимальной геометрии фрезы. Исследования проводились на горизонтально-фрезерном станке модели 6Н82Г при обработке жаропрочной стали Х12Н20ТЗР (ЭИ696) однозубой фрезой с пластиной из быстрорежущей стали Р12Ф4К5 на режимах: $t = 2$ мм, $b = 16$ мм, $s_z = 0,047$ мм/зуб, $V = 22$ м/мин. Станок имел модернизированный привод для получения малых подач, необходимых при работе однозубой фрезой (табл. I).