

ОТЗЫВ

зарубежного научного консультанта на диссертационную работу Айнабековой С.С. на тему «Оптимизация режимов резания при термофрикционной обработке труднообрабатываемых материалов на основе исследования физико-механических свойств поверхностного слоя», представленной на соискание степени доктора философии (PhD) по специальности 6D071200 – «Машиностроение»

Актуальность исследования. Интенсивное развитие ведущих отраслей машиностроения: авиационной, ракетной, космической, электронной и атомной техники, энергетического и химического машиностроения, неразрывно связано с большим использованием труднообрабатываемых материалов со специальными физико-химическими свойствами. Трудоемкость механической обработки таких материалов соизмеримы с ресурсом инструмента.

Термофрикционная обработка считается одной из прогрессивных направлений в обработке металлов резанием.

Известно, что традиционная технология термофрикционной отрезки основана на разупрочнении обрабатываемого материала в зоне реза за счет высокой скорости трения скольжения. При этом, чем выше скорость, тем больше количество тепла аккумулируется на контакте. Вследствие этого обрабатываемый материал подвергается большему разупрочнению, а режущий диск сохраняет прочностные свойства из-за минимизации нахождения конкретного участка периферии диска в контакте. Однако чрезмерное увеличение скорости приводит к ужесточению требований, предъявляемых к оборудованию.

Кафедрой «Технологическое оборудование, машиностроение и стандартизация» Карагандинского технического университета разработан перспективный способ термофрикционной отрезки (ТФО) с импульсным охлаждением, который реализуется на малых скоростях и является ресурсосберегающим. Его реализация позволяет сократить расходы: на электроэнергию (не более 7-10 кВт), на инструмент (режущий диск изготавливается из Ст.45, Ст.50 и др.).

Диссертационная работа Айнабековой С.С. направлена на развитие и расширение технологической возможности данного способа отрезки.

Оптимизация геометрии инструмента и режимов резания при ТФО труднообрабатываемых материалов на основе исследования физико-механических свойств поверхностного слоя, которые оцениваются глубиной и степенью наклепа, величиной и знаком остаточных напряжений, микроструктурой, распределением тепла в зоне резания и вглубь заготовки, а также управление этими тепловыми потоками в процессе обработки является актуальной задачей.

Особенное значение это имеет при обработке заготовок из труднообрабатываемых материалов, для которых способ ТФО в ряде случаев является единственно возможным.

Докторант для получения полной информации о физико-механических свойствах поверхностного слоя и тепловых явлениях, происходящих в контакте «инструмент-заготовка» при ТФО с импульсным охлаждением, а

также для уточнения механизма резания способа отрезки проводила экспериментальные исследования и исследования с использованием специальной компьютерной программы DEFORM-3D.

Исследованием было выявлено, что наряду с труднообрабатываемыми материалами со специальными физико-химическими свойствами, операция отрезка сложно поддается и обычные конструкционные стали с низким содержанием углерода. Учитывая эту проблему, докторант проводила исследования по обработке конструкционных сталей с различным содержанием углерода.

Экспериментально, а также с помощью моделирования в программе DEFORM-3D исследовано влияние геометрических параметров дисковой пилы и режима отрезки на физико-механические свойства отрезаемой поверхности, распределение температуры вглубь заготовки от контакта «инструмент-заготовка» при отрезке различных материалов. Исследовано напряженно-деформированное состояние обрабатываемой поверхности на сниженных скоростях резания при обработке различных материалов.

Конструкция дисковой пилы разработанной докторантом позволила достигнуть увеличение эффективности охлаждения, снижение частоты циклов нагрев-охлаждение $i < 100 \cdot 10^3$, частоты вращения дисковой пилы до 2000 об/мин при диаметре $D=285$ мм.

Научная новизна работы заключается в следующем:

- установлены оптимальные режимы обработки и геометрические параметры дисковой пилы для отрезки различных материалов;
- установлены закономерности распределения температуры и её влияния на физико-механические свойства обрабатываемого материала;
- выявлена эмпирическая зависимость для определения шероховатости поверхности при отрезке различных материалов;
- впервые при ТФО с импульсным охлаждением в зависимости от режимов резания и геометрии дисковой пилы с помощью ПК DEFORM-3D было получено:
 - подтверждение гипотезы о механизме резания ТФО с импульсным охлаждением и времени установления процесса обработки $0,0024 \div 0,0250$ сек;
 - значение расстояния распределения температуры вглубь заготовки от контакта «инструмент-заготовка» $0,74 \div 1,02$ мм и толщины контактного слоя $0,0112 \div 0,076$ мм.

Практическая значимость заключается в разработке специальной конструкции дисковой пилы и методики определения влияния режимов резания и геометрии дисковой пилы на распределение температуры вглубь заготовки в процессе ТФО с импульсным охлаждением, а также создание устройства позволяющее подачу импульсного охлаждения в процессе отрезки и рекомендации для производства.

Обоснованность и достоверность научных положений, выводов и результатов подтверждается корректностью постановки задачи, адекватностью теоретических и экспериментальных исследований. Докторантом получены патенты Республики Казахстан (РК) на конструкцию дисковой пилы и устройства для ТФО с импульсным охлаждением. На методику определения влияния режимов резания и геометрии дисковой пилы

на распределение температуры вглубь заготовки в процессе ТФО с импульсным охлаждением получено свидетельство РК о государственной регистрации прав на объект авторского права на интеллектуальную собственность.

Личный вклад автора заключается в постановке задач и разработке методики исследования; разработке и изготовлении специальных конструкций дисковых пил и создании устройства позволяющего осуществлять подачу импульсного охлаждения в процессе отрезки; получение моделей регрессии по определению оптимальных режимов резания; организации и проведении экспериментальных исследований ТФО труднообрабатываемых материалов.

Докторант Айнабекова С.С. проходила научную стажировку на кафедре «Оборудование и технологии обработки материалов» Энгельсского технологического института (филиала) «Саратовского государственного технического университета» имени Гагарина Ю.А. (г. Энгельс, Россия). В период прохождения стажировки докторант проводила исследования в области обработки металлов, а также изучала научные разработки ученых кафедры в научной библиотеке университета.

Во время научной стажировки докторант выступила с докладом на кафедрах «Оборудование и технологии обработки материалов» Энгельсского технологического института и «Технология и системы управления в машиностроении» (ТСУ) Саратовского государственного технического университета им. Ю.А. Гагарина, а также на базе предприятия ООО «Интехком» (г. Саратов, Россия) по теме диссертации. В результате проведенных семинаров были получены рекомендации по дальнейшей работе.

Диссертационная работа Айнабековой С.С. на тему: «Оптимизация режимов резания при термофрикционной обработке труднообрабатываемых материалов на основе исследования физико-механических свойств поверхностного слоя» выполнена на требуемом научном уровне, имеющая научную и практическую значимость в науке, работа выполнена в полном объеме с поставленными целью и задачами. Автор работы Айнабекова С.С. заслуживает присуждения степени доктора философии (PhD) по специальности 6D071200 - «Машиностроение».

Зарубежный научный консультант,
д.т.н. кафедры «Технология и системы
управления в машиностроении» Саратовского
государственного технического университета
имени Гагарина Ю.А., профессор

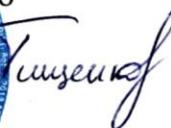


Т.Г. Насад

Подпись д.т.н. профессора Насад
Татьяны Геннадиевны

заверяю

Ученый секретарь Ученого Совета Саратовского
государственного технического университета
имени Гагарина Ю.А.



Н.В. Тищенко

18.08.2020