

В статье рассматривается разработка расчет параметров инструмента и стружки для резания с высокотемпературным подогревом срезаемого слоя. Резанию большинства конструкционных материалов при определенных условиях сопутствует явление, называемое наростом образованием. Наростом называют клиновидную, неподвижную часть материала обрабатываемой заготовки, расположенную у лезвия инструмента на его передней поверхности. В сотые доли секунды нарост возникает, увеличивается до максимального размера, а затем частично или полностью разрушается. Частота срывов нароста растёт с увеличением скорости резания и при $V = 40...60$ м/мин составляет 3000...4000 циклов в минуту.

Высокотемпературный предварительный подогрев срезаемого слоя позволяет при резании труднообрабатываемых сталей и сплавов достичь подач до 10 мм/об. Автоматическая уборка стружки при такой производительности процесса трудна и первым шагом для ее организации должно стать стружколомение в рабочей зоне инструмента. Для этой цели передняя поверхность режущего клина обязана строго профилироваться во взаимосвязи с режимом обработки.

Температура на контактных площадках распределяется в соответствии с величиной и направлением тепловых потоков. Различные слои стружки, режущего инструмента и обрабатываемой заготовки нагреваются не равномерно. В стружке наибольшее количество теплоты концентрируется в тонких слоях, прилегающих к передней поверхности режущего инструмента. Образование стружки можно проследить на примере работы строгального резца. Резец, перемещаясь относительно обрабатываемой заготовки, с силой F (P_z) вдавливается в ее поверхностный слой, подлежащий удалению. Под действием этой силы сначала происходит упругая деформация удаляемого слоя заготовки, а затем, по мере увеличения перемещения и силы, и пластическая деформация. Срезаемый слой деформируется, отдельные его частицы смещаются относительно друг друга. Чем больше главный передний угол γ резца, тем легче происходит переход срезаемого слоя в стружку и тем меньше составляющая F силы резания.

У режущего инструмента больше всего разогрет участок передней поверхности, расположенный в середине длины площади контакта со стружкой. Температура обрабатываемого материала, лежащего ниже поверхности резания, значительно меньше. В процессе обработки происходит накопление теплоты в заготовке и резце, приводящее к повышению средней температуры резания.

Разработанная нами методика позволяет рассчитать параметры профиля клина и габаритные размеры отрезков дроблёной стружки на стадии проектирования технологической операции. Методика подобного расчета является единой для разнообразных профилей инструмента и состоит из следующих этапов:

1. Рассчитывается температура зазубренной стороны стружки после выхода ее из контакта с резцом для заданных режимов обработки;
2. Для найденной температуры рассчитывается значение критической деформации разрушения стружки;
3. Решается уравнение разрушения стружки, связывающее начальные и конечные ее параметры для рассчитанного значения критической деформации. При этом находятся численные значения безразмерных параметров, управляющих процессами завивания и разрушения стружки при ее разгибании;
4. По найденному значению параметра завивания стружки, рассчитывается парно-связанных параметров желаемого профиля передней поверхности клина и выбирается из него одна любая пара;

5. По найденному значению параметра, характеризующего конечную стадию разгибания стружки с учетом потери устойчивости формы наиболее нагруженного ее участка, определяются габаритные размеры отрезков дробленной стружки.

Количественные оценки тепловых явлений, происходящих в зоне стружкообразования, производят различными методами. Наиболее распространено измерение температуры, а не количества теплоты. Средняя температура резания – показатель тепловой напряженности процесса резания.

Установлено, что температура резания при прерывистом течении несколько ниже и с увеличением частоты она падает по сравнению с непрерывным. Кроме того, для каждой частоты прерывания подачи соответствует своя оптимальная скорость резания, при которой значение поверхностного относительного износа резца минимальна. с увеличением или уменьшением частоты прерывания от оптимального значения при неизменной скорости резания происходит соответственно уменьшение или увеличение температуры резания. При работе на различных частотах, которым соответствуют свои оптимальные скорость резания (где минимум интенсивности износа), наблюдается одна и та же средняя температура контакта.

При рабочих равных условиях оптимальная скорость резания при прерывистом течении указанных сталей до 30 % выше по сравнению с непрерывным течением; для всех подач имеются точки минимума кривых поверхностного относительного износа, наблюдающегося при различных скоростях резания. Во всех оптимальных скоростях резания значения поверхностного относительного износа минимальны и соответствуют оптимальным – температурам резания для данного сочетания обрабатываемого материала и инструмента. Полученные результаты силовых экспериментов показали, что перепад увеличения температур значительно меньше, чем сил резания.

В статье приведены результаты исследования влияния частоты прерывания, скорости резания и подачи на температуру резания при прерывистом течении сталей X18H10T, X5M и 40X твёрдосплавным резцом T15K6.

Температура на контактных площадках распределяется в соответствии с величиной и направлением тепловых потоков. Различные слои стружки, режущего инструмента и обрабатываемой заготовки нагреваются не равномерно. В стружке наибольшее количество теплоты концентрируется в тонких слоях, прилегающих к передней поверхности режущего инструмента.

У режущего инструмента больше всего разогрет участок передней поверхности, расположенный в середине длины площади контакта со стружкой. Температура обрабатываемого материала, лежащего ниже поверхности резания, значительно меньше. В процессе обработки происходит накопление теплоты в заготовке и резце, приводящее к повышению средней температуры резания.

Количественные оценки тепловых явлений, происходящих в зоне стружкообразования, производят различными методами. Наиболее распространено измерение температуры, а не количества теплоты. Средняя температура резания – показатель тепловой напряженности процесса резания. По мере продвижения инструмента деформация возрастает до тех пор, пока напряжение в деформируемом слое превысит предельно допустимое на срез, после чего происходит местное разрушение металла, т.е. скалывание кусочка деформированного металла – элемента стружки по поверхности среза (скалывания). Таким образом, постепенно весь слой металла, подлежащий удалению, превращается в стружку.

В процессе резания в тонком при резцовом слое стружки толщиной менее 0,01-0,3 мм линии текстуры изгибаются в сторону, обратную движению стружки. Это свидетельствует о наличии вторичной пластической деформации обрабатываемого материала, перешедшего в стружку, возникающей под действием силы трения на передней поверхности инструмента и тормозящей движение стружки. При этом, чем больше сила трения F , тем больше толщина заторможенного слоя и больше искривление линии текстуры. Большие значения силы трения

Ф объясняются высокими касательными напряжениями τ , возникающими при трении свеж образованной идеально чистой, новой (ювенильной) поверхности стружки по зачищенной, освобожденной от окислов передней поверхности инструмента.

Для уменьшения наклёпа и остаточных напряжений применяется термическая обработка: отжиг и отпуск. Отжиг характеризуется нагревом на высокую температуру – вплоть до температуры рекристаллизации, – и медленным остыванием в догревочной печи. Он применяется только в том случае, когда степень наклёпа очень большая и требуется практически полностью избавиться от него. Отпуск характеризуется нагревом на меньшую температуру и более быстрым остыванием на воздухе или в теплоизолированных камерах. Он бывает высоким, средним и низким в зависимости от температуры нагрева и скоростью охлаждения. Для уменьшения остаточных напряжений может применяться естественное или искусственное старение, однако на промежуточных этапах изготовления детали они практически не используются.

При разрушении нароста одна его часть внедряется в обработанную поверхность, а другая уносится со стружкой. Силы сцепления нароста с передней поверхностью достаточно большие и поэтому часто наблюдается разрушение твердосплавных инструментов, имеющих пониженное сопротивление на разрыв. По этой причине твердые сплавы рекомендуется использовать только на тех режимах резания, когда нарост отсутствует

Анализ тепловых явлений в технологическом оборудовании состоит из трех этапов: определение мощности источников тепловыделения; расчет или экспериментальное определение температурных полей в узлах и элементах конструкции оборудования; расчет или экспериментальное определение термических деформаций узлов и определение их влияния на точность взаимного расположения инструмента и заготовки, а также на работу механизмов станка.

Для упрощения решения задачи об оценке влияния температурных деформаций на точность обработки обычно рассматривают два периода в работе станка: первый период – от начала пуска станка до достижения теплового равновесия, соответствующий нестационарному тепловому состоянию системы, и второй – от момента теплового равновесия до окончания обработки – стационарное тепловое состояние.

Список использованных источников

1. Шуваева Е.А. Материаловедение. Москва: Изд-во: Дом МИСИС, 2012.-73 с.
2. Сайфуллин Р.Н. Повышение эксплуатационных свойств деталей машин электроконтактным припеканием композиционных материалов //Трение и износ, 2007. Том 28. № 2. С. 200-205.
3. Фетисов Г.П., Карпман М.Г. и др. Материаловедение и технология металлов. -М: «Высшая школа», 2014.
4. Бородина Н.В. Практикум по теории резания металлов: Учеб. пособие: В 2 ч. Екатеринбург: Изд-во ГОУ ВПО «Рос. гос. проф.-пед. ун-т», 20012. Ч.2..105 с. ISBN 978-5-8050-0226-8