

4. Выявленные противопоказания к применению РВС-ИПИ: значительные механические повреждения узлов трения, одновременное применение с другими присадками, кондиционерами, смазками из-за возможной химической несовместимости.

5. Все проведенные исследования подтверждают эффект от применения РВС-ИПИ: частичное восстановление изношенных поверхностей, упрочнение поверхностей трения, снижение коэффициента трения в парах трения происходит в режиме штатной эксплуатации.

Библиографический список

- 1) Мур Д. Основы применения трибоники. Пер. с англ. к.ф.-м.н. С.А.Харламова под ред. д.т.н., проф. И.В.Крагельского и к.т.н. Г.И.Трояновской. – М.: Мир, 1978. - 483 с.
- 2) Крагельский И.В., Добычин М.Н., Комбалов В.С. Основы расчетов на трение и износ М.: Машиностроение, 1977. - 526 с.
- 3) Марков Д.П. Трибология и ее применение на железнодорожном транспорте Труды ВНИИЖТ. - М.: Интекст, 2007. - 408 с.
- 4) Машков Ю.К. Трибофизика металлов и полимеров: монография Омск: изд-во ОмГТУ, 2013. - 240 с.
- 5) Бреки А.Д., Медведева В.В. и др. Жидкие и консистентные смазочные композиционные материалы, содержащие дисперсные частицы гидросиликатов магния, для узлов трения управляемых систем Тула: Изд-во ТулГУ, 2016.-166 с.
- 6) И.Ф. Пустовой. 14-летний опыт Питерской РВС-технологии/ Труды ГОСНИТИ, т. 107, М., 2011.

Выбор предельной глубины резания при точении поверхности переменного профиля

Боршова Л. В., канд. техн. наук, доц.
НТИ (филиал) УрФУ, г. Нижний Тагил

В статье рассмотрены вопросы определения глубины резания при черновой токарной обработке деталей сложного профиля в зависимости от геометрических характеристик обрабатываемой поверхности. Показан характер изменения предельной глубины резания при изменении геометрических параметров контура детали и режущего инструмента.

Получены графики, позволяющие определить предельно допустимую величину припуска, допускающего выполнение однократной обработки поверхности переменного профиля с различными углами наклона обрабатываемой поверхности для резцов, оснащенных режущими пластинками разных форм в пределах имеющегося диапазона размеров.

Ключевые слова: глубина резания, переменный профиль.

Главной задачей технолога при проектировании технологического процесса является выбор рационального варианта обработки детали. Немаловажную роль в решении этой задачи играет правильное определение величины параметров режима резания.

Рассмотрим вопросы, возникающие при выборе экономичных режимов токарной обработки деталей с переменным профилем наружной или

внутренней поверхностей. Они, как правило, имеют сложное очертание, состоящее из цилиндрических, конических, сферических и криволинейных участков, причем диапазон колебания размеров детали даже при обработке одного участка может быть значительным.

В условиях обработки деталей с большим перепадом диаметров величина скорости резания значительно изменяется в процессе выполнения технологического перехода. В случае же обработки с постоянной скоростью резания частота вращения шпинделя меняется в большом диапазоне. При обходе криволинейного профиля будет меняться и фактическая величина подачи. Вместе с тем на черновых операциях значение глубины резания также является величиной переменной. При этом возникают сложности с определением стойкости инструмента и силы резания. Для их определения используются эмпирические формулы, в которые значения режимов резания входят в степени не равной единице, поэтому изменение фактического значения любого параметра обработки приводит к существенному отклонению величин, рассчитанных по таким формулам, от их реального значения.

Первым этапом назначения режимов обработки является определение глубины резания. При чистовой и получистовой обработке решение этой задачи обычно не вызывает проблем и определяется требованиями чертежа по точности размеров и качеству поверхностей детали. При черновой же обработке глубину резания рекомендуется назначать максимальной, исходя из параметров инструмента и возможностей станка.

В тех случаях, когда деталь обрабатывается из цилиндрической заготовки на станках с ЧПУ, определение оптимальной глубины резания обычно не вызывает затруднений, потому что черновой профиль детали формируется с использованием одной из схем многопроходной обработки. Как правило, такая обработка выполняется параллельно оси детали и ничем не отличается от обработки цилиндрической поверхности, что позволяет воспользоваться справочными рекомендациями по назначению глубины резания. Если используется схема с подборкой, точение по контуру детали в конце каждого прохода идет на небольшую высоту, не превышающую предельно допустимую глубину резания. Если же применена схема с получистовым проходом, то для его выполнения требуется уменьшать глубину резания в соответствии с рекомендациями для получистовой обработки.

Проблема правильного выбора глубины резания появляется при обработке детали из штампованной или литой заготовки. Когда детали обрабатываются большими партиями, экономически целесообразно изготавливать точную заготовку. При этом колебание величины припуска на всех поверхностях детали будет незначительным, но это не значит, что условия обработки всех элементов контура детали будут одинаковыми. Дело в том, что выполняя обработку по контуру, резец совершает плоскопараллельное перемещение. При перемещении резца по криволинейной траектории с из-

менением профиля обрабатываемой поверхности будут меняться реальные значения главного φ и вспомогательного φ_1 углов в плане (рис. 1).

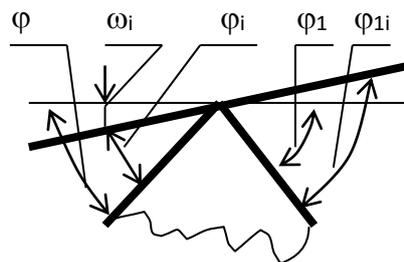


Рисунок 1. Изменение углов в плане при изменении профиля поверхности

Это оказывает влияние на условия протекания процесса резания и должно быть учтено при определении величины параметров режима резания. Исключение составляет обработка деталей на оборудовании, оснащённом инструментальной головкой, способной менять ориентацию инструмента в процессе обработки, при изменении профиля детали.

При увеличении угла наклона обрабатываемой поверхности ω_i увеличивается толщина срезаемого слоя и может достигнуть значений, превышающих допустимую глубину резания для выбранной пластины. При автоматизированной разработке управляющей программы система программирования автоматически выполняет проверку возможности обработки рассматриваемого элемента профиля. В противном случае технолог должен самостоятельно выполнить такую проверку.

Ситуация еще более осложняется при обработке маленьких партий деталей. В этих условиях изготавливать для каждого типоразмера детали свою заготовку становится невыгодно и разрабатывают групповую заготовку, что позволяет существенно снизить себестоимость. Однако появляется другая проблема – припуск становится переменной величиной, поэтому для каждого геометрического элемента контура необходимо выполнять проверку возможности его обработки однократным точением.

Наиболее просто задача решается для конических участков, имеющих постоянный угол наклона обрабатываемой поверхности. Для сферических элементов необходимо определить угол наклона касательной к образующей профиля. Этот угол является переменной величиной, но для таких участков достаточно выполнить проверку только для наиболее опасной зоны с максимальным углом наклона касательной. Для выпуклой поверхности это точка начала сферического элемента, а для вогнутой поверхности – точка его окончания (рис. 2).

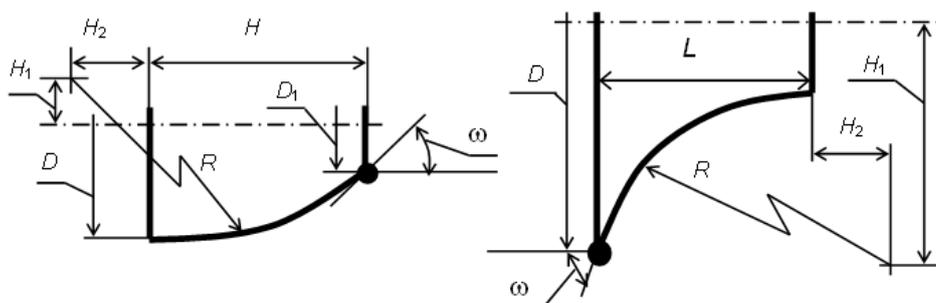


Рисунок 2. Параметры сферических поверхностей

Угол наклона касательной к образующей профиля для выпуклой поверхности с возрастающим диаметром определяется по формуле (1)

$$\omega = -\arccos \frac{0.5D_1 + H_1}{R} = -\arcsin \frac{H + H_2}{R}. (1)$$

Угол наклона касательной к образующей профиля для вогнутой поверхности с возрастающим диаметром определяется по формуле 2

$$\omega = -\arccos \frac{H_1 - 0.5D}{R} = -\arcsin \frac{L + H_2}{R}. (2)$$

Наиболее часто при черновой обработке используют резцы с ромбической пластиной с главным углом в плане 95° и углом при вершине 80° . Такие пластины имеют размеры $b = 6 - 25$ мм. На рис. 3 приведены графики, позволяющие определить предельно допустимую величину припуска в зависимости от угла наклона обрабатываемой поверхности.

С помощью этого графика для каждого размера режущей пластинки можно проверить возможность обработки имеющегося припуска однократным точением. В тех случаях, когда для данной поверхности такая обработка невозможна, следует выбрать резец с пластиной большего размера или разбивать припуск и выполнять обработку за два прохода.

Также при черновой обработке используют резцы с квадратной пластиной. Размеры таких пластин: $b = 9 - 25$ мм. На рис. 4 приведены графики, позволяющие определить предельно допустимую величину припуска в зависимости от угла наклона обрабатываемой поверхности.

Возможно использовать при черновой обработке резцы с треугольной пластиной с углом при вершине 60° . Размеры таких пластин: $b = 6 - 33$ мм. На рис. 5 приведены графики, позволяющие определить предельно допустимую величину припуска в зависимости от угла наклона обрабатываемой поверхности.

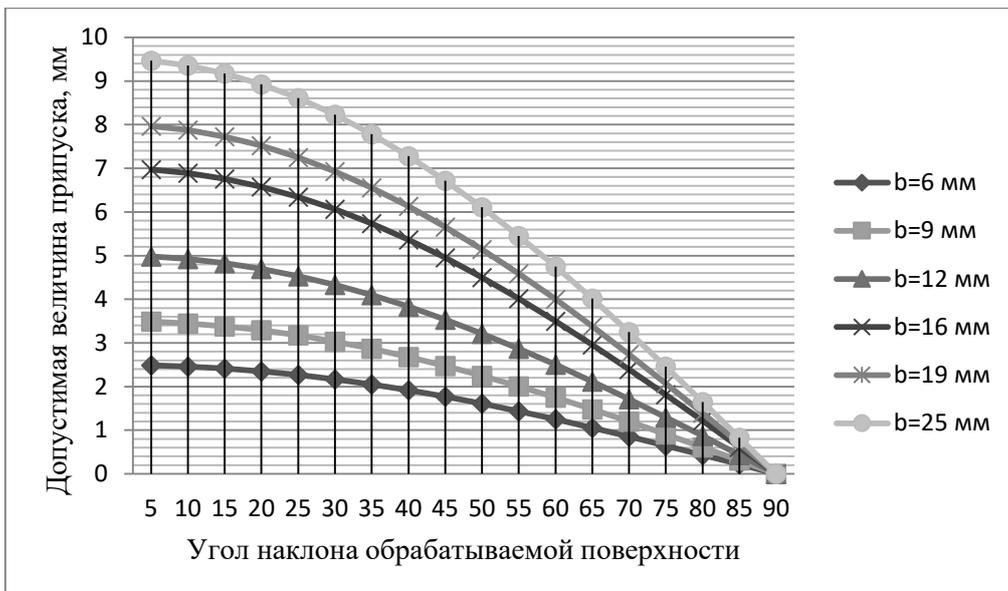


Рисунок 3. Допустимая величина припуска для ромбической пластины

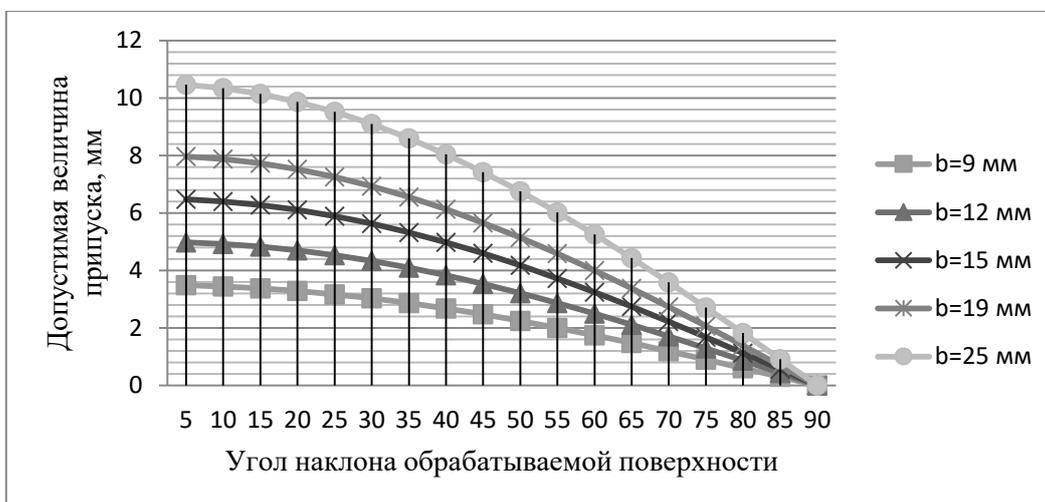


Рисунок 4. Допустимая величина припуска для квадратной пластины

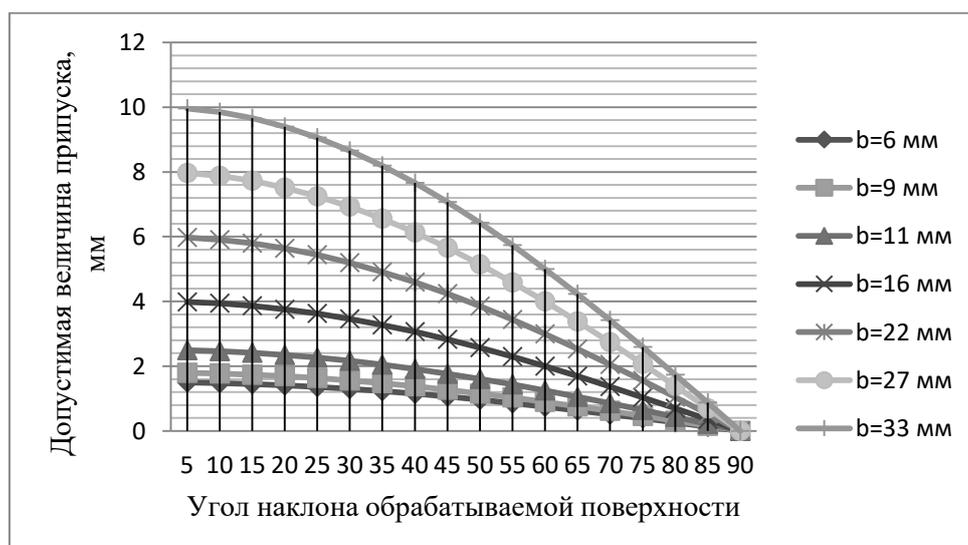


Рисунок 5. Допустимая величина припуска для треугольной пластины

Обработку криволинейных поверхностей часто бывает выгодно выполнять резцами с круглой пластиной. Диаметр таких режущих пластинок варьируется от 5 до 32 мм. Такие резцы позволяют выполнять обработку не только полуоткрытых, но и закрытых зон контура детали. Такая пластина позволяет выполнять обработку в пределах отдельного геометрического элемента с постоянной глубиной резания, однако на стыке элементов возможен резкий скачок толщины срезаемого слоя. Поэтому в таких точках также требуется выполнить проверку возможности обработки. Для этой цели получены графики, представленные на рис. 6.

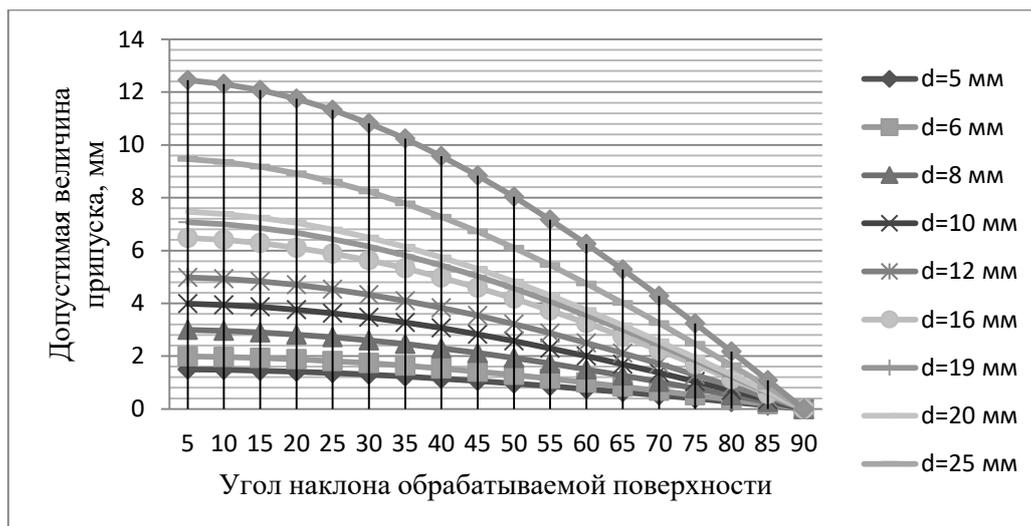


Рисунок 6. Допустимая величина припуска для круглой пластины

Таким образом, получены графики, позволяющие определить предельно допустимую величину припуска, допускающего выполнение однократной обработки поверхности переменного профиля с различными углами наклона обрабатываемой поверхности для резцов, оснащенных режущими пластинками разных форм в пределах имеющегося диапазона размеров.

Исследование микроструктуры сварных соединений, выполненных в условиях отрицательных температур

Голиков Н. И., канд. техн. наук,
 Сидоров М. М., канд. техн. наук
 Максимова Е. М.
 ИФТПС СО РАН, г. Якутск
 Сараев Ю. Н., докт. техн. наук
 ИФПМ СО РАН, г. Томск

Проведено исследование макро- и микроструктуры сварных соединений, полученных сваркой на постоянном и модулированном токе (импульсно-дуговой сваркой) с применением отечественных сварочных электродов в условиях отрицательных температур. Для исследований применены стереомикроскоп «Stemi 2000-C» и оптический микроскоп Neophot 32. Выявлено, что при импульсно-дуговой сварке происходит из-