

На втором уровне полученные данные подвергаются первичной оценке с помощью этих же программных продуктов. Результатом оценки являются параметры (показатели) процесса – ход процесса, гистограммы, контрольные карты, индексы воспроизводимости и пригодности и т.д. Эти результаты оценки могут быть представлены в различной форме в зависимости от получателя этих результатов.

На третьем этапе данные передаются в центральную базу данных.

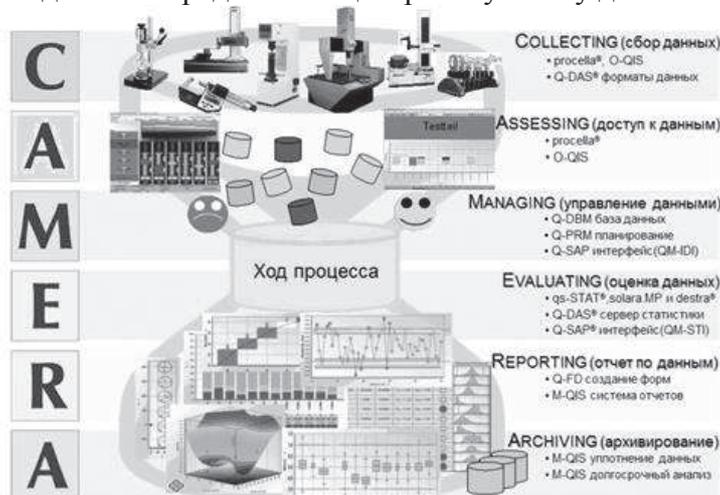


Рисунок 5. Схема концепции CAMERA

На четвертом этапе при необходимости производится более глубокий анализ полученных данных. С помощью программного продукта *solara.MP* реализуется анализ пригодности средств измерения. Программный продукт *qs-STAT* предназначен для получения практически любых статистических оценок процесса, а программный продукт *destra* позволяет с применением статистических методов (например, регрессионного и вариационного анализа) оптимизировать изучаемый процесс.

На пятом уровне происходит составление отчетов по проведенным оценкам. Формы и наполнение отчетов можно изменять в зависимости от адресата получения отчета.

Наконец, шестой уровень обеспечивает архивацию полученных данных для дальнейшего хранения и проведения долгосрочного анализа.

Литература

1. Эванс Дж. Управление качеством: учебн. Пособие / Дж. Эванс.-М.: Юнити-Дана, 2007.
2. Статистические методы повышения качества. Монография / пер. с англ. Ю.П. Адлера, Л.А. Конарева; под ред. Кумэ.-М.: Финансы и статистика, 1990.
3. Экономический контроль качества произведенного продукта. У.А. Шухарт: Вэн Ноустренд К., Нью-Йорк, 1931 – с. 50.
4. ГОСТ Р 50779.40-96 Статистические методы. Контрольные карты. Общее руководство и введение.
5. ИСО 7966-93 Приемочные контрольные карты.

Совершенствование процесса обработки винтовых поверхностей

Щавелев П.А., д.т.н. Клепиков В.В., к.т.н. Солдатов В.Ф.
Московский государственный индустриальный университет
8(495)620-39-59 mcgrendel@yandex.ru

Аннотация. В статье рассмотрены вопросы обработки винтовых поверхностей, а также автоматизация производства за счет использования САПР систем. Рассматривается проблема базирования заготовок, и приводится зависимость способа базирования от способа обработки и формы заготовки.

Ключевые слова: винтовые поверхности, САПР система, обрабатывающие центры с ЧПУ

В машиностроении широко используются изделия с поверхностями сложной формы, которые в настоящее время обрабатываются на многокоординатных станках с числовым программным управлением. Значительную часть сложных поверхностей составляют винтовые поверхности, получаемые при вращении кривой с постоянной угловой скоростью вокруг неподвижной оси и одновременное перемещение с постоянной скоростью вдоль этой оси.

Наибольшее применение нашли линейчатые открытые (образующая при своем движении не пересекает ось) винтовые поверхности (сверла, фреза, метчики и т.д.), образованные винтовым движением прямой.

Для построения винтовой поверхности существуют уравнения архимедовых геликоидов. Для упрощения построения винтовых поверхностей уравнения геликоида часто заменяют уравнением для шага винтового движения. Шаг винтового движения (расстояние, пройденное проекцией движущейся точки на ось при одном обороте) можно оценить в виде отношения скорости по прямой V к угловой скорости ω или подачи инструмента S к частоте вращения шпинделя токарного станка в минуту N .

Второе уравнение может использоваться при анализе формирования винтовой поверхности на токарном универсальном станке, но только для случая, если образующей винтовой поверхности является прямая.

Для случая, когда образующей винтовой поверхности является кривая необходимо применять более сложные уравнения, описывающие данную кривую. Винтовые поверхности, образованные кривыми, для обработки требуют применения специальных дисковых фасонных острозаточенных или затылованных фрез. Но эти инструменты характеризуются сложностью проектирования и изготовления, а также требуют большой номенклатуры режущего инструмента для каждой конкретной детали.

Эти проблемы можно решить за счет использования обрабатывающих центров с ЧПУ и заменой сложного инструмента стандартным с прямолинейными режущими кромками (концевые фрезы). Обработка винтовых поверхностей относится к 5-ти осевой обработке, что требует применения мощной САПР системы, в частности: *ADEM VX9.0*, *ProEngineer 5.0*, *Unigraphics NX*, *CATIA*. Использование перечисленных систем позволяет получать управляющие программы для станков с числовым программным управлением, которые обеспечивают сложные перемещения режущего инструмента и обрабатываемой заготовки с необходимой точностью (рисунок 1).

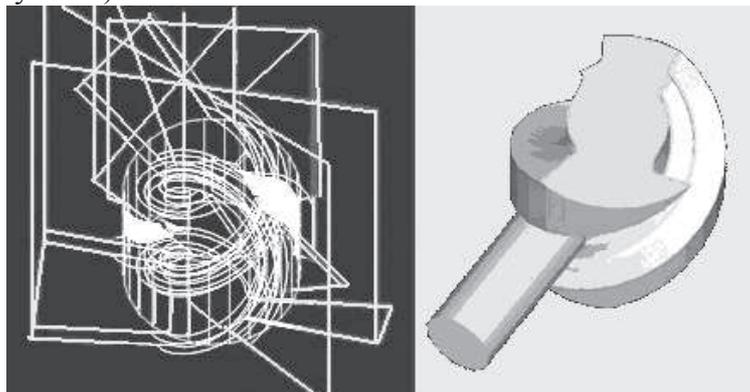


Рисунок 1. Траектория движения режущего инструмента в системе ADEM

Ввод в производство обрабатывающих центров с числовым программным управлением потребовал новых специалистов – программистов станков с числовым программным управлением. Это привело к тому, что множество вопросов подготовки производства поделились между инженером-технологом и программистом станков с числовым программным управлением. Эти вопросы необходимо решать совместно в единой САПР среде, что позволяет экономить время на подготовку производства. К этим вопросам относятся:

- разработка новой оснастки или подбор имеющейся;
- подбор режущего инструмента (режущие элементы, инструментальный удлинитель, переходники, оправки, державки) и выбор оптимальных режимов резания;

- определение последовательности обработки.

Выше перечисленные вопросы решаются в тесной взаимосвязи «технолог-программист». Эта взаимосвязь привела к возникновению термина сквозное проектирование.

При создании управляющей программы для станков с числовым программным управлением необходимо подготовить трехмерную модель отвечающую требованиям чертежа. Большая часть САПР систем позволяет автоматизировать процесс построения винтовых поверхностей, что позволяет избежать математических ошибок при вычислении геометрии детали и сводится к заполнению диалогового окна (диалоговый режим построения).

Трехмерную модель необходимо создавать в той же системе, в которой позже будут создаваться управляющие программы для обработки винтовых поверхностей. За создание трехмерной модели отвечает конструктор, что приводит к взаимосвязи «конструктор → технолог → программист». Это приводит к тесному взаимодействию конструктора, инженера-технолога и программиста. Таким образом, обычное проектирование преобразуется в сквозное проектирование в САПР среде, отличающееся большей гибкостью, что обуславливается единой программной средой. Например, при изменении конструкции детали конструктором, а также изменением трехмерной модели, данное изменение отображается у технолога. Он в соответствии с изменениями преобразует технологический процесс, что отображается у программиста, который в соответствии с технологическим процессом изменяет управляющую программу.

Работа с трехмерной моделью винтовой поверхности в различных САПР системах может приводить к различным ошибкам, например, в адаптации. Ошибки адаптации трехмерных моделей в САПР системах могут проявляться в непонимании некоторых элементов (не отображение 2D или 3D элементов) или искажении элементов (пересчет 2D или 3D элементов) вследствие отличия математического ядра.

Таким образом, для успешного сквозного проектирования изготовления винтовых поверхностей необходимо использование многокоординатных обрабатывающих центров совместно с качественной САПР системой.

Одной из проблемных задач, решаемых на начальных этапах производства изделия, является определения метода обработки.

При обработке заготовки с винтовой поверхностью следует учитывать, что они могут быть как с отверстием, так и без него. Отверстие же является существенным элементом, определяющим способ базирования заготовки на станке.

В частности при фрезерной обработке винтовой поверхности в заготовке без отверстия в качестве зажимного приспособления применяется трехкулачковый патрон (таблица 1 схема 1), при этом обработка винтовой поверхности осуществляется концевыми фрезами, а последующая отрезка готовой детали дисковой фрезой.

При фрезерной обработке винтовой поверхности в заготовке с отверстием применяется специальное приспособление (таблица 1, схема 2), в котором заготовка устанавливается по торцу и центральному отверстию, что требует подготовительной обработки отверстия и двух торцов на токарном станке. Часто в отверстии изготавливается шпоночный паз, который используется для исключения проворота заготовки во время обработки.

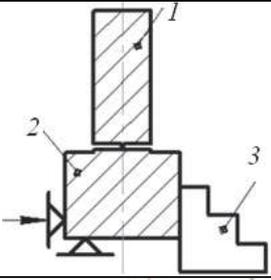
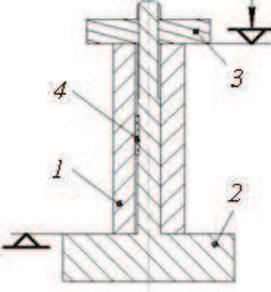
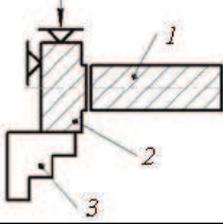
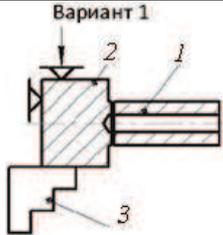
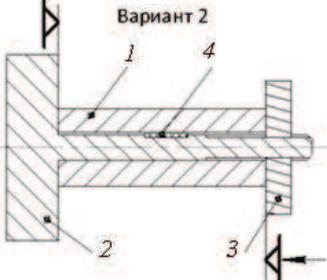
При токарной обработке винтовой поверхности в заготовке без отверстия базирование производится в трехкулачковом патроне (таблица 1, схема 3), процесс закрепления такой же, как в схеме 1, с тем лишь отличием что заготовка устанавливается горизонтально. Обработка винтовой поверхности производится концевыми фрезами, а отрезка детали от заготовки отрезным резцом.

Базирование винтовой поверхности в заготовке с отверстием при токарной обработке производится по двум вариантам. В первом варианте обработка производится с зажимом в трехкулачковом патроне (таблица 1, схема 4, а). Вначале производится обработка винтовой поверхности концевыми фрезами, а после производится сверление и при необходимости растачивание отверстия расточными головками. После получения требуемого отверстия производится отрезка готовой детали от заготовки. Во втором варианте предусматривается обра-

ботка в специальном приспособлении (таблица 1, схема 4, б), в котором заготовка устанавливается по торцу на плиту с винтом и центральному отверстию. Здесь, как и в схеме 2, часто в отверстии изготавливается шпоночный паз, который используется для дополнительного базирования и исключения проворота заготовки во время обработки при тяжелых режимах резания.

Таблица 1.

Схемы различных способов обработки

№	Способ обработки	Схема установки заготовки на станке
1	Фрезерная обработка винтовой поверхности в заготовке без отверстия: 1 – обработанная заготовка; 2 – заготовка; 3 – трехкулачковый патрон.	
2	Фрезерная обработка винтовой поверхности в заготовке с отверстием: 1 – обработанная заготовка; 2 – установочная плита; 3 – гайка; 4 – шпонка.	
3	Токарная обработка винтовой поверхности в заготовке без отверстия: 1 – обработанная заготовка; 2 – заготовка; 3 – трехкулачковый патрон.	
4,	Токарная обработка винтовой поверхности в заготовке с отверстием: 1 – обработанная заготовка; 2 – отрезаемая часть; 3 – трехкулачковый патрон.	
4,	Токарная обработка винтовой поверхности геликоида с отверстием: 1 – обработанная заготовка; 2 – установочная плита; 3 – гайка; 4 – шпонка.	

Как показывает практика, обработка в специальном приспособлении предпочтительна при высоких требованиях, предъявляемых к винтовой поверхности из-за большей жесткости приспособления.

Выводы

Предлагается использование обрабатывающих центров с числовым программным управлением, с установкой обрабатываемых заготовок в специальные зажимные приспособления и обработкой стандартным инструментом с прямолинейными режущими кромками

(концевые фрезы), совместно с применением САПР систем позволяющих в автоматическом режиме создавать управляющие программы, что обеспечит повышение точности обработки винтовых поверхностей.

Литература

1. Высокопроизводительное протягивание фасонных поверхностей / Черепяхин А.А., Виноградов В.М.: Deutschland, Saarbrücken, the publishing house LAP Lambert Academic Publishing GmbH & Co., 2012 г. – р. 293
2. Методы обработки ответственных деталей автомобилей / А.А. Черепяхин, В.В. Клепиков, В.Ф. Солдатов: М., изд. МГИУ, 2011 – с 214.
3. Новые концепции совершенствования технологических систем в машиностроительной промышленности / Таратынов О.В., Клепиков В.В.: Вестник машиностроения, 2005, № 8 - с. 51-58
4. Технология обработки материалов / Черепяхин А.А.. М., изд. «Академия», 2012 – с. 272.
5. Технологические процессы машиностроительного производства / Кузнецов В.А., Черепяхин А.А., Колтунов И.И., М.: ФОРУМ, 2010 – с. 528.
6. Технология конструкционных материалов. Обработка материалов резанием / Черепяхин А.А., Кузнецов В.А.: М., изд. Академия, 2011 – с. 287.
7. Критерии оптимизации зубообрабатывающих операций, основанных на различных методах формирования зубьев / В.М. Виноградов, А.А. Черепяхин: М., Известия МГТУ «МАМИ», № 2 (14), том 2, 2012 - с. 238-242.

Современные червячные фрезы: конструкция, инструментальные материалы и износостойкие покрытия

к.т.н. Локтев Д.А.
ЗАО «ИТЦ Технополис»
+7 985 764 27 89, d.loktev@technopolice.ru

Аннотация. В статье рассмотрены особенности современных червячных фрез: конструктивные характеристики, применяемые материалы и износостойкие покрытия. Оценено влияние различных конструктивных параметров на производительность и стойкость фрез.

Ключевые слова: червячные фрезы, инструментальный материал, быстрорежущая сталь, твердый сплав, износостойкие покрытия

Особенности конструкции современных червячных фрез

Основными критериями, определяющими качество любого инструмента, являются: производительность обработки, которую этот инструмент может обеспечить, если соблюдены все требования по его применению; стойкость инструмента, причем как в части продолжительности периода стойкости (времени резания новым или восстановленным инструментом), так и в части полного периода стойкости (суммы периодов стойкости до достижения предельного состояния), при этом особую важность приобретают вопросы восстановления работоспособности; качество обработки, выполненной этим инструментом.

Рассмотрим эти критерии применительно к современным червячным фрезам (рисунок 1).



Рисунок 1. Внешний вид современных червячных фрез

Производительность при зубофрезеровании определяется временем обработки зубчатого венца t_0 , которое, в свою очередь, зависит от нескольких конструктивных параметров чер-