

## ОПТИМИЗАЦИЯ ПАРАМЕТРОВ МЕХАНИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ ПО КРИТЕРИЮ МАКСИМАЛЬНОЙ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ НА ПРИМЕРЕ УЛИТКИ ЭКСПАНДЕРА

Феоктистов В.М.,

научный руководитель канд. техн. наук Пикалов Я.Ю.

*Сибирский Федеральный Университет*

Традиционно, при проектировании технологического процесса механической обработки режимы резания назначаются фиксированными для каждого перехода, не учитывая упругие свойства материала и конфигурацию деталей. Что может приводить, во-первых, к снижению качества на менее жестких участках обрабатываемой поверхности, а, во-вторых, к уменьшению производительности обработки. Поэтому более разумно использовать адаптивные режимы резания, определенные для конкретного участка поверхности и детали. Современное дорогостоящее технологическое оборудование может оснащаться системами автоматической коррекции режимов резания, учитывающей показания различных датчиков станка, тем самым обеспечивая большую производительность обработки и повышая стойкость инструмента. Однако, в большинстве случаев станки с ЧПУ могут не обладать подобными системами, поэтому для них существует проблема разработки управляющих программ с режимами резания подобранными под различные участки обрабатываемой детали.

Решение данной проблемы проводилось на примере улитки экспандера.

Экспандер служит силовым агрегатом когенерационной установки – микроТЭС. Он предназначен для преобразования движения пара, поступающего под давлением во вращательное движение вала. В конструкции экспандера реализуется принцип спирального расширения, основными преимуществами которого являются равномерность работы и низкий уровень шума, а недостатком – высокая цена, обусловленная технологической сложностью изготовления.

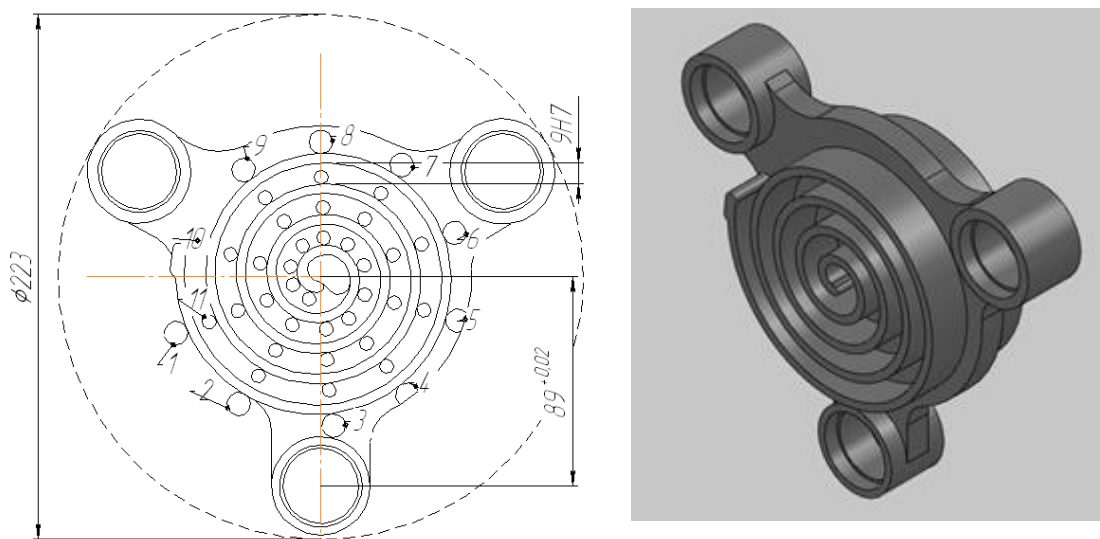


Рисунок 1 – Улитка экспандера

Улитка экспандера (рисунок 1) является наиболее ответственной и сложной в изготовлении деталью данного устройства. При изготовлении требуется обеспечить

отклонение стенок спирали от номинального профиля в пределах 0,02 мм, а погрешность относительного положения оппозитно расположенных спиралей улитки менее 0,02 мм.

Таким образом, цель работы можно сформулировать, как повышение производительности механической обработки улитки экспандера, путем оптимизации режимов резания и разработки специальной технологической оснастки. Для этого решаются следующие задачи:

1. Разработка вариантов технологического процесса механической обработки улитки экспандера;
2. Выбор параметров и методов оптимизации механической обработки улитки экспандера;
3. Оптимизация параметров механической обработки и исследование точности, получаемой при использовании различных приспособлений.

При разработке технологического процесса механической обработки улитки экспандера были рассмотрены четыре варианта.

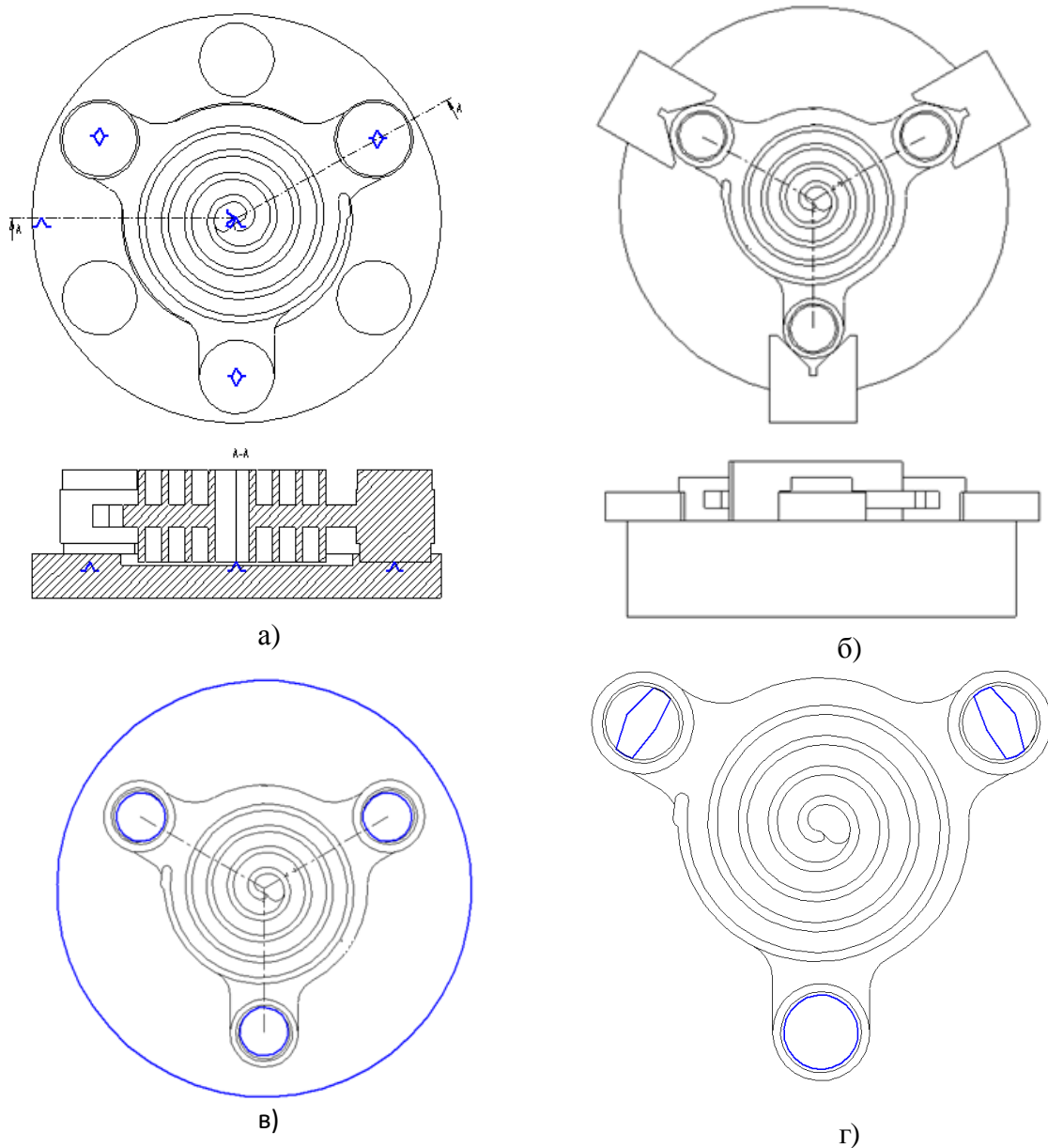


Рисунок 2 – Варианты схем установки

Отличия вариантов технологического процесса заключаются в схемах установки заготовки на этапе чистовой обработки (рисунок 2): 1) Установка в приспособление на технологические поверхности заготовки (рисунок 2, а); 2) Установка в патроне с тремя призматическими кулачками (рисунок 2, б); 3) Установка в патроне с тремя пальцевыми кулачками (рисунок 2, в); 4) Установка на неподвижных пальцах (рисунок 2, г).

При обработке по первой схеме существует трудность установки заготовки по трем отверстиям приспособления. Установка заготовки производится с зазором, что неизбежно вносит погрешность в обработку. Также программу станка необходимо останавливать, чтобы произвести переустановку прижимов для обработки под ними.

При обработке по второй схеме снижается жесткость, обрабатываемой заготовки, но обеспечивается высокая точность установки, за счет минимизации погрешности базирования.

При обработке по третьей схеме гарантируется большая жесткость заготовки, по сравнению со вторым вариантом, при достижении высокой точности.

При обработке по третьей схеме не требуется сложная оснастка, однако, сохраняется необходимость производить переажим.

Помимо разработки оптимальных схем базирования, для оптимизации технологического процесса используют поиск и назначение оптимальных режимов механической обработки.

Погрешности механической обработки складываются из нескольких составляющих. Т.к. используется одно и то же оборудование и инструмент, а рассматриваемые варианты технологических процессов отличаются только приспособлением (и соответственно схемой закрепления), то изменяемыми считаем погрешности установки (таблица) и колебания упругих деформаций.

Таблица.1 Погрешность установки в приспособление

	Вариант приспособления			
	а	б	в	г
Погрешность приспособления	0,01	0,02	0,02	0,01
Погрешность базирования	0,03	0	0	0,03
Погрешность закрепления	0	0	0	0
Погрешность установки	0,031622777	0,02	0,02	0,031622777

Для определения упругих деформаций был использован программный продукт SolidSimulation, который позволил смоделировать действие на обрабатываемую деталь составляющих силы резания. Для приложения сил по справочникам были посчитаны наиболее производительные режимы механической обработки ( $t=0,3$  мм;  $s=0,23$  мм/об;  $n=6900$  об/мин).

В результате расчетов были получены следующие составляющие силы резания:  $P_h=63$  Н;  $P_v=71$  Н;  $P_y=47$  Н;  $P_x=12$  Н.

Полученные в результате исследования, значения деформаций приведены на рисунке 3. График 1,4 соответствует схемам установки заготовки а и г. График 2 соответствует схеме установки б, где заготовка фиксируется призмами, установленными на трехкулачковом патроне. График 3 соответствует схеме установки

в. При этой схеме обеспечивается достаточная жесткость при сохранении требуемой точности.

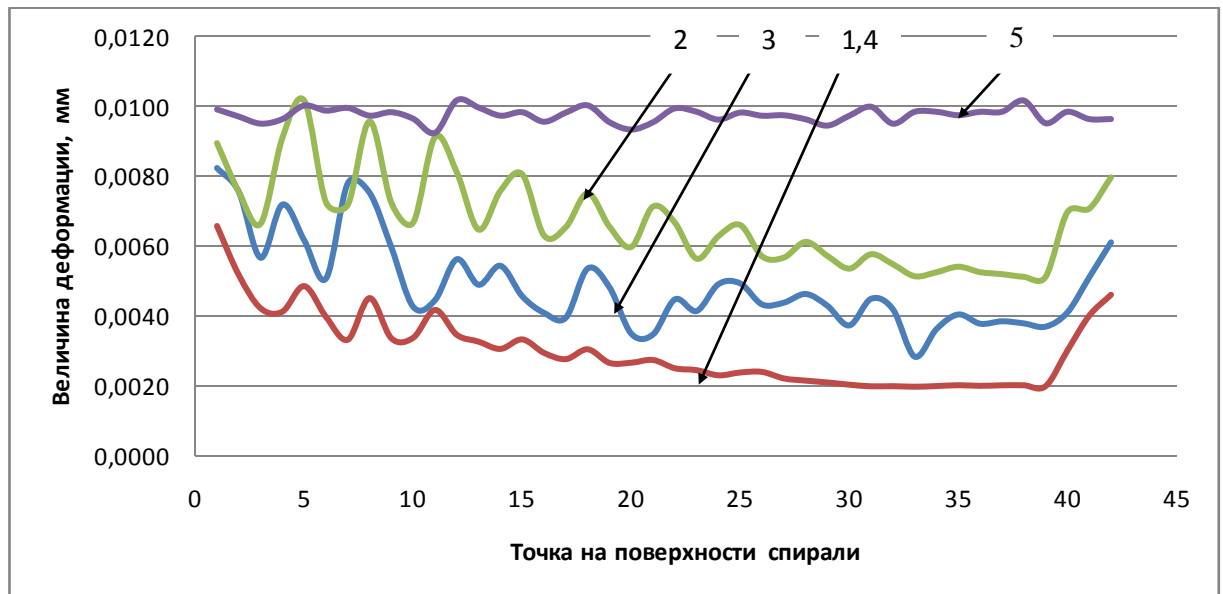


Рисунок 3 – Значения деформации под действием силы резания

Анализируя полученные графики, можно обратить внимание на переменные значения деформаций. Это является следствием различной жесткости детали в разных точках. Такое поведение заготовки при механической обработке дает основание полагать, что можно адаптировать режимы резания, под конкретный участок обрабатываемой детали исходя из ее конфигурации, контролируя ее деформацию.



Рисунок 4 – Подача, адаптированная к конфигурации детали

Так как схема установки в (рисунок 3, график 3) обеспечивает необходимую точность и достаточную жесткость детали при обработке, то для нее проведем адаптацию режимов обработки в зависимости от конфигурации поверхности детали (рисунок 4). При такой переменной подаче значение деформации примет постоянное значение (рисунок 3, график 5).

Таким образом, были получены оптимальные режимы резания при чистовой обработке для каждой зоны спирали улитки экспандера, благодаря анализу деформации от сил резания. Такой подход позволяет сократить время изготовления улитки экспандера, на станках, неоснащенных автоматической системой управления режимами механической обработки.