

УДК 921.92

Е. В. Иващенко,
М. В. Литвин,
С. С. Добротворский, д-р. техн. наук

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ЗАЖИМНЫХ УСИЛИЙ НА КАЧЕСТВО ОБРАБАТЫВАЕМОЙ ДЕТАЛИ ТИПА «ФЛАНЕЦ»

Процесс планирования – функция в пределах производственной организации, которая устанавливает, какие процессы и параметры должны быть использованы для преобразования обрабатываемой поверхности на всех стадиях процесса обработки от её начальной формы к конечной, predetermined чертежом разработки. В работе Y. K. Choi [1] приведена полная структура системы автоматизированного процесса планирования, однако, как показал проведённый нами анализ, на сегодняшний день не существует ни одной системы, которая бы объединяла все приведенные функции.

Процесс планирования – критический переход между процессами проектирования и изготовления. Проектная информация может быть переведена на язык изготовителя только посредством процесса планирования. На сегодняшний день широкое распространение получили продукты автоматизированного проектирования (CAD), изготовления (CAM) и расчёта (CAE). При интеграции эти продукты требуют автоматизированного процесса планирования [2].

Цель нашего исследования – определить влияние зажимных усилий на заготовку в процессе механической обработки и, таким образом посредством процесса планирования следить за выходным качеством готового изделия.

В качестве объекта исследования нами была выбрана деталь типа «Фланец», изготовленная из материала Ст. 38Х2МЮА (рис. 1), диаметр заготовки составляет 600 мм, толщина стенки равна 50 мм, ширина области зажима – 130 мм. Традиционно процесс обработки таких деталей обеспечивается оборудованием токарной, фрезерной и сверлильной групп, что требует использования большого количества вспомогательных приспособлений и связанных с ним схем закрепления и базирования. Анализ конструкции показал, что изделия такого типа в современных условиях перспективно обрабатывать на оборудовании типа токарный обрабатывающий центр.

В связи с этим возникает проблема определения возможности закрепления и базирования таких деталей в трёхкулачковом патроне (которыми оснащены все современные обрабатывающие центры) без использования дополнительных приспособлений и без потери точностных параметров за счёт снижения общей жёсткости обрабатываемой детали, из-за увеличения её ажурности, по мере прохождения технологического процесса от заготовки до готового изделия. Поэтому актуально предва-

рительно провести компьютерный анализ поведения детали при зажиме на всех этапах обработки.



Рисунок 1 – Деталь типа «Фланец»

Для исследования поведения детали при нагрузке в процессе механической обработки мы использовали интегрированную CAE-систему SolidWorks Simulation [6], в которой анализ основан на методе конечных элементов [3], что позволило нам в кратчайшие сроки получить оптимальный результат.

Для получения результатов компьютерного анализа действия зажимных усилий в системе SolidWorks Simulation нами были проведены такие действия:

1. Используя модель заготовки, для анализа ввели исходные данные:

- задали материал;
- создали ограничения во избежание сбоя анализа из-за передвижения твёрдого тела;
- приложили нагрузки зажима к специально созданным для анализа трём областям, на которые ориентировочно действуют зажимные усилия кулачков.

Путём предварительного расчета по методике, указанной в [4], нами была определена величина зажимного усилия, которая по нормативам [5] должна быть приложена на кулачок патрона для предотвращения проворачивания заготовки при ее обработке. Максимальное усилие рассчитано при $S_0=1.0$ мм и соответствует $Q=1559$ Н. При проведении компьютерного анализа мы задали заведомо большее усилие, равное 5000 Н.

2. Проведя анализ по исходным данным, мы выполнили проверку запаса прочности для заготовки, используя критерий максимального напряжения по Мизесу. Результаты показали минимальный запас прочности, равный 83.887, что является очень высоким показателем. Таким образом, материал детали начнет повреждаться при увеличении силы зажима в 83 раза. Также по полученным результатам была построена

эпюра напряжения деформационной формы детали (рис. 2), которая позволяет определить слабые места и максимальную меру деформации, а также оптимизировать параметры детали для достижения необходимого запаса прочности. На рис. 2 приведена преувеличенная деформация для лучшего понимания механизма деформации изделия.

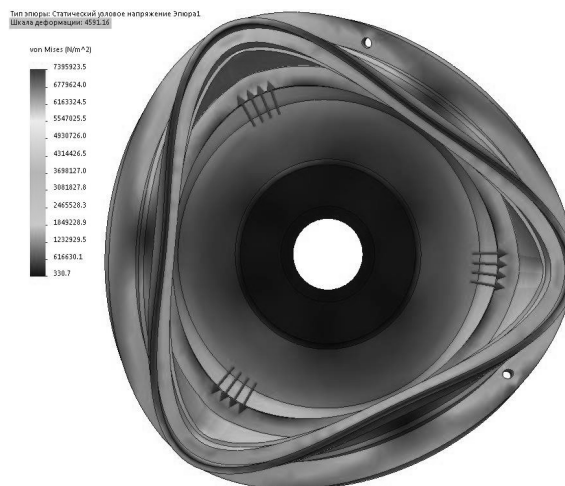


Рисунок 2 – Масштабированная эпюра узлового напряжения заготовки

3. Проведя дополнительный анализ напряжённо-деформированного состояния детали в SolidWorks Simulation Professional, мы установили величину максимального смещения при усилии 5000 Н на кулачок, которая составила $1.486 \cdot 10^{-5} = 0,015$ мм, что не превышает одной шестой допуска (допуск на обработку равен 0,1 мм). Благодаря исследованию нелинейного перемещения SolidWorks Simulation мы получили зависимость смещения точек заготовки от усилия прижима (рис. 3), из которой видно, что смещение точек находится в пределах допустимых норм.

На каждом последующем этапе обработки внося изменения в 3D модель заготовки посредством удаления необходимых элементов в соответствии с технологическим процессом обработки (придавая ажурность изделию), необходимо проведение аналогичных расчетов на точность, что в результате даст представление о качестве обработки детали без применения дополнительных приспособлений.

Подводя итоги проведенных исследований и учитывая все полученные результаты, необходимо отметить, что использование интегрированной CAE-системы SolidWorks Simulation в рамках автоматизированного процесса планирования предоставляет возможность исключить дорогие и длительные эксплуатационные испытания для обеспечения оптимального решения.

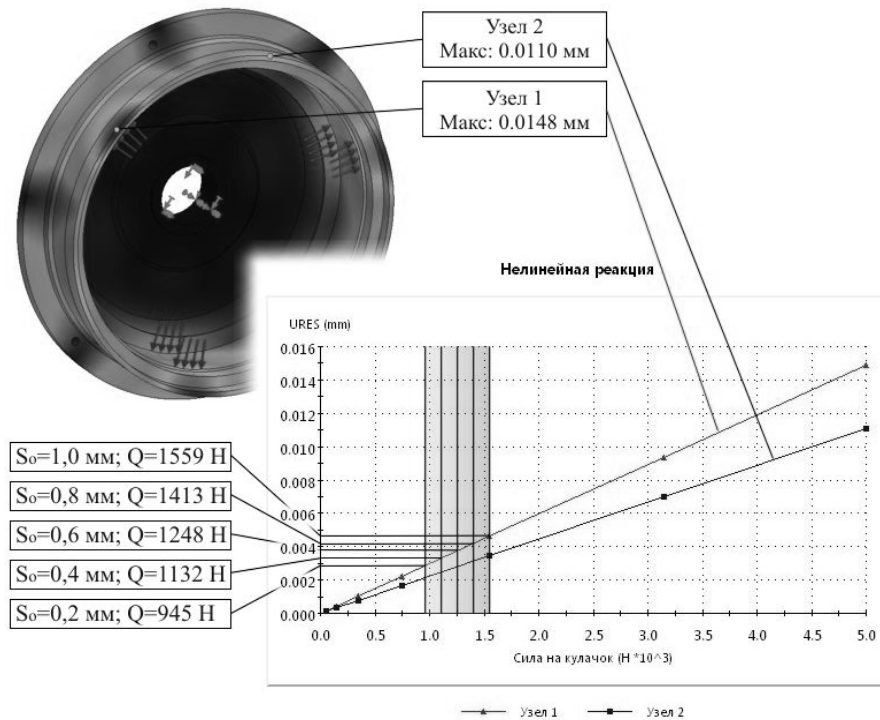


Рисунок 3 – График зависимости величины смещения от усилия прижима

А обоснование обработки на современном оборудовании без применения дополнительных приспособлений принципиально меняет технологический процесс, так как упрощается выбор баз, отсутствуют частые переустановки, что ведёт к улучшению качества обрабатываемого изделия.

Список использованных источников

1. Young Keun Chol. Tool path generation and 3D tolerance analysis for free-form surfaces., 2004., 104 p.
2. Chang, T.-C., R. A. Wysk, and H. P. Wang. Computeraided manufacturing. Upper Saddle River, N.J.: Prentice Hall, 1998. – 104 p.
3. Ли К. Основы САПР (CAD/CAM/CAE)/ К. Ли. – СПб.: Питер, 2004. – 560 с.
4. Ванин В.А. Приспособления для металлорежущих станков: учеб. пособие /В.А. Ванин, А.Н. Преображенский, В.Х. Фидаров. – Тамбов: Изд-во Тамб. гос. техн. ун-та, 2007. – 316 с.
5. Романов С.Ю. Общемашиностроительные нормативы времени и режимов резания для нормирования работ, выполняемых на универсальных и многоцелевых станках с числовым программным управлением / С.Ю. Романов. – Ч. 2. Нормативы режимов резания. – М.: Экономика. 1990. – 474 с.
6. Алямовский А.А. Инженерные расчеты в SolidWorks Simulation / А.А. Алямовский. – М: ДМК Пресс, 2010. – 464 с.