

УДК 621.896

ОСОБЕННОСТИ МЕХАНИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ ТОНКОСТЕННЫХ ДЕТАЛЕЙ НА СТАНКАХ

Алла Борисовна Лыкова

студент

Михаил Сергеевич Колдин

кандидат технических наук, доцент

koldinms@yandex.ru

Мичуринский государственный аграрный университет

г. Мичуринск, Россия

Аннотация. С развитием науки появляется востребованность улучшения эргономических качеств при конструировании оборудования и его элементов. В статье описаны методы создания тонкостенных деталей и проблемы, возникающие при их обработке.

Ключевые слова: тонкостенная деталь (ТсД), методы обработки, механическая обработка, специальные приспособления, вспомогательный инструмент, аппаратура.

Существуют различные методы обработки деталей, при этом самым популярным является метод механической обработки. Данный метод подразумевает использование вспомогательных инструментов (фрезы, метчики, протяжки, сверла, резцы и т.д.), которые изменяют внешние параметры изделия такие как: степень гладкости, степень шероховатости, конфигурация и габариты изделия [1].

Однако, не смотря на вышперечисленные изменения, структура изделия остается неизменной, хотя и могут изменяться физико-химические свойства.

В современном мире наука развивается стремительно и для дальнейшего развития машиностроительной области следует отойти от стандартных видов деталей, которые своей эргономичностью устарели. Ведь появилась возможность создавать те же детали более легкими и удобными, что ведет к облегчению конструкции аппаратуры в целом. А способом облегчить оборудование является применение в их конструкции тонкостенных деталей (ТсД).

Технологические процессы создания тонкостенных деталей имеют высокую долю заинтересованности в области машиностроения. Это обусловлено высокими показателями прочности данных деталей и относительно малым весом. Часто применяют тонкостенные детали в нефтеперерабатывающей и химической промышленности, машиностроении и авиастроении (рисунок 1).



Рисунок 1 – Тонкостенные детали в машиностроении: а) фланец; б) система трубопроводов (выхлопная система); в) крыльчатка.

Прежде чем приступить к описанию методов обработки деталей следует понять, как их создают. Например, металлы подвергают обработке при помощи давления. При данном методе применяют следующие виды подвижных сред: газ (газодинамическая и газостатическая штамповка, сверхпластичная формовка); жидкость (штамповка взрывом, электрогидроимпульсная штамповка, гидравлическая штамповка); эластичную среду (резина, полиуретан) [2].

Для создания тонкостенных деталей из композиционных материалов более распространенным способом является контактное формование. Основан данный метод на выкраивании заготовок из тканого материала, который пропитан клейким веществом, далее выкладывают заготовки соответствующим способом до получения нужной толщины и в конце после того как деталь затвердеет, ее снимают для дальнейшей обработки.

А при создании ТсД оживальной или конусной формы из труднодеформируемых материалов применяют ротационную вытяжку. Таким образом, заготовку изменяют деформирующим инструментом благодаря перемещению его вдоль образующей поверхности детали. Инструмент работает за счет передачи ему колебаний с требуемой для задания формы частотой и амплитудой.

Из-за ограниченных технологических возможностей имеющихся методов листовой штамповки и ограниченными пластическими свойствами листовых металлических материалов возникают трудности при создании таких деталей [3].

Одной из основных особенностей тонкостенных деталей является пониженный уровень механической жесткости. При этом, высока вероятность того что при механической обработке может возникнуть брак из-за возникших деформаций в процессе закрепления и резки. По данной причине во время обработки ТсД механическим способом в большинстве своем используют специальные приспособления на станках, способные увеличить жесткость

деталей, состоящих в паре «деталь - специальное приспособление», которая будет отвечать требованиям к жесткости монолитных изделий.

При технологии обработки ТсД называемой как «деталь - специальное приспособление» возможно использование нормативных режимов механической обработки, которые были неоднократно применены и достаточно освоены в производстве машиностроения. Не смотря на ряд преимуществ, применение приспособлений специального назначения существенно увеличит количество финансов или иных средств и времени на создание уникальной технологической оснастки [2, 4].

Так же помимо специальных приспособлений рассматривается вероятность обработки тонкостенных деталей привычными стандартными приспособлениями. Однако смотрят на то, как может проявиться упругая податливость в прямой связи с решением конструктора конкретной детали. Так следует изучить имеющиеся возможности обработки данных деталей, например: используя в обработке стандартные приспособления, но использующие «мягкие» режимы.

В условиях одноразового создания детали точность появляется благодаря специальной подгонке заготовок на станок и поступательным снятием стружки испытательными проходами, за которыми следуют тестовые замеры размеров детали, которые предусматривают метод последовательного приближения. В результате, точность обработки в большей степени зависит от того насколько квалифицирован сотрудник.

При массовом или серийном производстве точность не может быть задана выверкой заготовок, она идет за счет метода автоматического получения размеров на предварительно настроенном станке. Данный метод высокопроизводителен при большом количестве заготовок, ведь обработка множества деталей идет за один проход благодаря тому, что устанавливают на заранее выбранные поверхности и с применением специальных приспособлений [6].

Так точность будет обеспечиваться за счет компетентности наладчика, который должен своевременно настроить станок (поменять затупившийся инструмент), провести настройку станка (при малых допусках на обработку детали). Получение размеров при обработке автоматическими методами включает в себя следующие операции: многорезцовое обтачивание; обработка на обрабатывающих центрах; тонкое растачивание и другие виды однопроходной обработки [5].

В этом случае, качество обрабатываемых деталей проверяют, используя методы контроля:

- статистического (летучего, скользящего) контроля – выборочно проверяют детали;
- стопроцентного (операционного) контроля – при более сложных видах обработки.

В обоих случаях имеет влияние человеческий фактор ошибок и является недостатком данного подхода. В первом случае это происходит персонально при обработке каждой детали, во втором – идет влияние на целую партию деталей из-за настроек под заданные размеры.

Данный изъян устраняется использованием методов, в которых применены мерные режущие инструменты, а точность диаметральных размеров не зависит от приведенных выше факторов, ведь изменения «настроечного» размера не происходит.

Для получения требуемых размеров среднего и мелкосерийного производства применяют метод, где перед началом обработки каждой детали устанавливают в исходное положение по лимбу (требуемое деление по лимбу определяют, используя эталон, или же на пробу отдают обработать первую деталь) режущий инструмент и обработка происходит за единичный проход. Тут на точность обработки влияет уже несколько факторов:

- недочет при установке нужного деления лимба (погрешность настройки);

- погрешность установки режущего инструмента по найденному лимбу, который в свою очередь зависит от квалификации работника за станком (повторяется для каждой детали)[3].

Изучив разные способы настройки точности деталей выявлено, что помехой является в большинстве своем человеческий фактор, который устранить в настоящее время практически невозможно, однако существуют способы снизить его негативное влияние.

Меры по снижению влияния человеческого фактора опираются на применение различных дополнительных воздействий на процесс. Итак, можно применять вибропоглощающие материалы, например, обеспечить наличие резиновой ленты или листа, мягкого пластика.

Или же дополнительно предусмотреть использование вибрационной обработки. Данный вид обработки применяет механические гармонические упругие и ультразвуковые колебания. Эти методы могут обеспечить снижение величин деформаций от действия сил резания в несколько раз.

Известны методы с использованием ультразвукового контроля. Это дает возможность определить сплошность контакта заготовки и приспособления, применив компенсирующий механизм, что в дальнейшем способствует донастройке системы. Таким образом происходит корректировка предварительной деформации и усовершенствование точности размера и геометрической формы детали.

Важным условием является обеспечение адекватного уровня охлаждения деталей. Смазочно-охлаждающая жидкость снизит нагрев детали и ее деформацию, а также снизит температурную нагрузку на режущий инструмент [5]. Также обязательно необходимо отрегулировать зазоры шпинделя токарного станка, тянущей пластины, седла станины, держателя инструмента и скользящих частей.

В заключении стоит отметить, что обработка тонкостенных деталей крайне сложный процесс, так как любая, даже легкая деформация, возникающая из-за сил резания, может привести к браку детали.

Решением этой проблемы могут выступить технологические подходы с использованием специальных приспособлений, которые устанавливаются на станок и придают необходимую степень жесткости обрабатываемой детали.

Повышение уровня эффективности обработки достигается применением методов математического моделирования. Оно позволит предвидеть возможные технологические деформации и спрогнозировать выбор необходимых режимов работы станка. Данный подход решается применением специального программного обеспечения на стадиях проектирования деталей машин, в том числе методом конечных элементов [1-3, 7].

Список литературы

1. Хубаева А. Е., Бородкина С. В., Колдин М. С. Применение САД систем при проектировании деталей машин на примере пакета КОМПАС-3D // Наука и Образование. 2021. Т. 4. № 2.
2. Костин М. М., Колдин М.С. Система автоматизированного проектирования в автомобилестроении // Инженерное обеспечение инновационных технологий в АПК: Материалы Международной научно-практической конференции, Мичуринск-наукоград, 26-28 октября 2022 года. Под общей редакцией И.П. Криволапова. Мичуринск-наукоград: Мичуринский государственный аграрный университет. 2022. С. 123-127.
3. Хубаева А. Е., Бородкина С.В., Колдин М.С. САПР в компьютерно - интегрированном производстве (КИП) // Наука и Образование. 2021. Т. 4. № 2.
4. Схиртладзе А. Г., Скрыбин В. А., Борискин В. П. Технология конструкционных материалов. Старый Оскол: ООО «Тонкие наукоемкие технологии». 2006. С. 360.

5. Схиртладзе А. Г., Скрябин А.Г., Артемов И. И. Технологические автоматизированные системы механической обработки. Пенза: Изд-во Пенз. технолог. ин-та. 2000. С. 331.

6. Железнов, Г. С. Процессы механической и физико-химической обработки материалов. М.: ТНТ, 2015. С. 456.

7. Дьячков С.В., Бахарев А.А., Урюпин А.А. Применение системы компас-3d для решения научных задач в агроинженерии // Наука и Образование. 2019. Т. 2. № 2.

UDC 621.896

FEATURES OF MACHINING THIN-WALLED PARTS ON MACHINE TOOLS

Alla B. Lykova

student

Mikhail S. Koldin

candidate of technical sciences, associate professor

koldinms@yandex.ru

Michurinsk State Agrarian University

Michurinsk, Russia

Abstract. With the development of science, there is a demand for improving ergonomic qualities in the design of equipment and its elements. The article describes the methods of creating thin-walled parts and the problems that arise during their processing.

Keywords: thin-walled part, processing methods, mechanical processing, special devices, auxiliary tools, equipment.

Статья поступила в редакцию 11.11.2024; одобрена после рецензирования 20.12.2024; принята к публикации 25.12.2024.

The article was submitted 11.11.2024; approved after reviewing 20.12.2024; accepted for publication 25.12.2024.