

# ОСОБЕННОСТИ МЕХАНИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ РЕЗАНИЕМ ДЕТАЛЕЙ С НЕЖЕСТКОЙ КОНСТРУКЦИЕЙ ИЗ АЛЮМИНИЕВЫХ СПЛАВОВ

Фролов С.С.

Оренбургский государственный университет

Активное применение алюминиевых сплавов в изделиях авиационной и космической тематики, обусловлено комплексом уникальных механических свойств алюминия и сплавов на его основе: легкий, прочный и пластичный, сплавы алюминия, конструкции из алюминиевых сплавов имеют обширное применение в таких отраслях как авиастроение, автомобилестроение, железнодорожный транспорт, судостроение. Алюминиевые сплавы являются основным материалом для изготовления изделий авиационной и космической техники. Объем их применения в настоящее время составляет около 70 % от общего количества конструкционных материалов в планере самолета и от 50 % до 90 % массы космических летательных аппаратов.

Значительная доля деталей силового набора летательных аппаратов (шпангоуты, стрингера, фитинги, рамы и т.д.) относятся к разряду крупногабаритных маложестких или просто маложестких деталей со сложной конфигурацией. В большинстве случаев, заготовками для данных типов деталей служат массивные поковки и горячекатаные плиты, прошедшие циклы упрочняющей термообработки. По причине, использования таких заготовок, при изготовлении данных типов деталей, значительную часть формообразования приходится на механическую обработку резанием.

Рассмотрим некоторые особенности механической обработки резанием и свойства алюминиевых сплавов, влияющих на формообразование деталей:

## **1) Образование нароста и состояние материала под поверхностью резания. Вязкость алюминиевых сплавов.**

При обработке резанием алюминиевых сплавов удаляемый слой в результате пластического деформирования приобретает повышенную физическую активность и, будучи плотно прижатым силами нормального давления к передней поверхности режущего инструмента, схватывается (сваривается) с ней, в результате на передней поверхности режущего инструмента образуется слой металла - *нарост*. Также, необратимо, в результате пластической деформации обрабатываемого материала происходит упрочнение поверхностного слоя материала, увеличение твердости, такое изменение свойств металла называется - *наклепом*. В результате воздействия данных явления возникает притупление режущего клина и увеличение нагрузки на инструмент, а так же затрудненный сход стружки из-за ухудшения шероховатости передней поверхности инструмента. Принимая во внимание, вязкостью обрабатываемого материала, в сумме с явления нароста и наклепа, затрудняет вывод стружки из зоны резания. Эта же особенность обрабатываемого материала, создает предпосылки к формиро-

ванию длинной стружки при резании, которая в свою очередь навивается на инструмент и забивает канавки, что приводит к поломке металлорежущего инструмента.

## **2) Остаточные напряжения и коробление алюминиевых деталей.**

Причиной коробления и деформации деталей из алюминиевых сплавов, являются остаточные напряжения, образованные при пластическом воздействии и изменении агрегатного состояния материала (процессыковки, литья, проката, термического упрочнения). Наличие остаточных напряжений, при изготовлении деталей является причиной нестабильности процесса формообразования, как следствие невозможность достижения заданной точности элементов деталей, особенно это касается больших по габариту и / или сложных по конфигурации деталей. Совокупность данного явления обеспечивает высокий уровень отбраковки фрезерованных алюминиевых деталей, по причине коробления. В процессе обработки из-за коробления и поворотов деталей происходит отклонение положения элементов деталей, рассогласование конструкторской и технологических баз, что является критичным при изготовлении детали на станках с ЧПУ.

## **3) Использование СОЖ**

В процессе обработки алюминиевых сплавов резанием, отвод тепла и стружки из зоны резания, снижение воздействия силы трения, является одним из основных требований для стабилизации процесса резания. Высокие динамические и статические нагрузки в процессе резания - вызывают разогрев, активное образование наклепа на поверхности обрабатываемой детали, что неизбежно приводит к снижению качества обработки, порче инструмента, деформированию детали. Подача СОЖ в зону обработки увеличивает стойкость инструмента, улучшает качество обрабатываемой поверхности и вымывает (удаляет) стружку.

## **4) Разработка стратегии механической обработки резанием**

При изготовлении маложестких, габаритных деталей из алюминиевых сплавов, для достижения заданной точности важно придерживается алгоритма, который разрабатывается инженером-технологом на основе личного опыта и/или при отработке изготовления первой детали из штатного материала (зачастую принимая во внимание дороговизну заготовок и мелкосерийность изделия - не представляется возможным). Нередко только опытным путем устанавливается: количество переходов (установок), величина удаляемого припуска материала, методика восстановления технологической базы, необходимость вылеживания деталей и ряд специфических условий изготовления и контроля. Разработка стратегии механической обработки резанием целесообразно производить с учетом последовательности термической обработки. При назначении процессов обработки, особенно на окончательных операциях, анализировать влияние принятых методов и способов обработки на эксплуатационные каче-

ства деталей, выбирать из них такие, которые несут в себе хорошую технологическую наследственность.

### **5) Крепление заготовки**

Для надежной фиксации и ориентирования заготовок при механической обработке применяют широкий спектр, различных станочных приспособлений и крепежных систем. Важным требованием при разработке и применении крепежных устройств является точность изготовленного приспособления, это является одним из важным условием для получения заданной точности деталей. В свою очередь маложесткие детали из алюминиевых сплавов имеют ряд особенностей при выполнении фиксации и базирования. Алюминиевые сплавы являются пластичным материалом, что при обработке означает повышенную склонность к появлению вмятин, рисок и прочих дефектов при фиксации и ориентировании заготовок и деталей. Зачастую при воздействии прилагаемых сил крепежными устройствами на обрабатываемую деталь, происходит деформация материала, это приведет к отклонению положений элементов детали и возникновению дефектов. Воздействие сил режущего инструмента и крепежного устройства и их суммарное прилагаемое воздействие на элементы детали в процессе обработки, требуют специальных методов расчета и программного обеспечения, которые зачастую отсутствуют на предприятиях.

### **6) Термическая обработка**

Термическая обработка заготовок и полуфабрикатов оказывает существенное воздействие на свойства алюминиевых сплавов. Разработка стратегии механической обработки резанием с привязкой к термообработке, позволяет сократить влияние коробления и деформации при изготовлении детали, стабилизирует остаточные напряжения, перераспределенные в процессе формообразования детали.

Разработка и развитие отраслей науки и машиностроения, применение современных средств проектирования машин и конструкций, приводит к усложнению конфигурации деталей. Проблемы и особенности процесса формообразования деталей, выходят на новый уровень. Обобщение полученного опыта и методик изготовления деталей, является необходимым условием достижения заданных требований конструкторской документации, сокращение себестоимости производства и повышение качество выпускаемой продукции.

#### *Список литературы*

1. Фридляндер, И.Н. Алюминиевые сплавы в летательных аппаратах в периоды 1970-2000 и 2001-2015 гг.: Всероссийский институт авиационных материалов (ФГУП «ВИАМ» ГНЦ РФ) - 2002 г.

2. Ботвиенко С.И. , Смольников П.С. Снижение коробления маложестких деталей из алюминиевых сплавов технологическими методами ; "Вестник ИрГТУ №2(97) 2014" стр. 35- 38 : Иркутск : Изд-во ИрГТУ, 2015г

3. Меркулова, Г. А. *Металловедение и термическая обработка цветных сплавов: учеб. пособие*/Г. А. Меркулова. – Красноярск: Сиб. федер. ун-т, 2008. – 312 с.

4. Блюмберг В. А., Зазерский Е.И. *Справочник фрезеровщика*. – Л.: Машиностроение, 1984-228 с., ил.