

ОСОБЕННОСТИ МЕХАНИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ ИМПЕЛЛЕРА КОМПРЕССОРА МИКРОТУРБИНЫ НА СТАНКЕ С ЧПУ.

Никитин Алексей Сергеевич

Студент 5 курса,

кафедра "Инструментальная техника и технологии"

Московский государственный технический университет им. Н.Э. Баумана

Научный руководитель: Л. Д. Малькова,

Кандидат наук, Доцент, МГТУ им. Н.Э. Баумана, кафедра "Инструментальная техника и технологии".

Современные микротурбинные установки получили большое распространение в авиационной, военной и энергетической промышленности благодаря ряду своих преимуществ. Неотъемлемой частью микротурбины является импеллер (крыльчатка) компрессора, который нагнетает воздушный поток в рабочую часть турбины для преобразования потенциальной энергии газа. Данная деталь изготавливается из труднообрабатываемых материалов (нержавеющие стали, титановые сплавы), имеет очень сложную геометрию и высокие требования к поверхностям, что затрудняет процесс изготовления детали.

Лопатки (лопасти) импеллера представляют собой винтовые тонкостенные поверхности с переменным сечением профиля. Входная часть лопатки должна иметь плавное сопряжение со ступицей импеллера, а также переменный радиус закругления на торцевой части кромки. Выходная кромка должна иметь минимальную толщину (0,5...0,8 мм), но в то же время, не должна содержать острых углов, имея при этом минимальные остаточные напряжения после обработки. Поверхности лопаток, а также полки между ними имеют низкие значения шероховатости $Ra = 0,63...0,08$ мкм. Отклонения от профиля расчётных сечений выходной и входной кромок могут составлять 0,03...0,2 мм. Допуск на угол закрутки пера в поперечных сечениях обычно составляет $\pm 12'...20'$.

Литьё крыльчаток компрессоров – наиболее эффективный метод изготовления крыльчаток простой формы с минимальными требованиями к поверхностям. Даже прецизионное литьё даёт допуск в 0,15 мм, что не удовлетворяет требованиям современных импеллеров.

Изготовление крыльчаток методом 3-D печати (SLM-технологии) на данный момент не являются актуальными, поскольку итоговое изделие имеет грубую поверхность, требующую пост-обработку. К тому же т.к. метод является инновационным, то оборудование и выполняемые на нём операции обходятся дороже, чем в других методах изготовления импеллеров.

Благодаря современным системам ЧПУ удаётся достичь необходимую форму и качество поверхностей крыльчатки. Стоит отметить, что для первых операций нет необходимости использовать сложные обрабатывающие центры, эти операции обычно выполняют на токарных станках с ЧПУ. Наибольшую сложность при обработке крыльчаток представляет обработка лопастей, для которой необходима многокоординатная обработка. На современном уровне развития технологии обработку лопастей импеллеров осуществляют фрезерованием на 5-ти координатных машино-обрабатывающих центрах.

Преимуществом обработки элементов импеллера на станках с ЧПУ позволяет минимизировать проблемы с проектированием приспособлений, поскольку все приспособления для закрепления заготовки будут иметь осевое закрепление, что позволяет без особых проблем изготовить его на токарных станках. Простота зажимных приспособлений, проходящий через ось компрессора позволит беспрепятственно подводить инструмент в зону обработки.

При разработке технологического процесса необходимо учитывать следующие особенности:

1. Труднообрабатываемый материал (нержавеющие стали, титановые сплавы);
2. Большой нагрев в зоне обработки (обусловлен низкой теплопроводностью материалов крыльчатки);
3. Затрудняется доступ инструмента к ступице крыльчатки из-за большого числа лопаток;
4. Высокие требования к поверхностям;
5. Сложность написания УП;
6. Долгое время контакта инструмента с деталью (Из-за использования малого инструмента уменьшается площадь срезаемого слоя);
7. Необходимо уменьшать силы резания (Поскольку деталь имеет тонкостенные участки, которые могут отогнуться в процессе резания);
8. Обеспечение направленности микронеровностей;

Для учёта всех этих особенностей технологу помогает правильный выбор режущего инструмента – преимущественно современный мелкозернистый твёрдосплав, с определённой геометрией режущего клина, предотвращающий прилипание материала заготовки на режущую часть инструмента, использование специальных покрытий на инструменте, использование специальной СОЖ (использование синтетической СОЖ с повышенным уровнем вязкости), чёткое разделение инструмента на каждый этап обработки, периодическое извлечение инструмента из зоны обработки для его охлаждения и удаления стружки, использование невысоких скоростей резания (до 80 м/мин), правильное положение и траектория режущего инструмента в процессе обработки (по касательной к поверхности пера и движение сверху-вниз – от входной к выходной кромке лопатки), выбор способа базирования заготовки

В ходе данной работы была рассмотрена фрезерная 5-ти координатная обработка импеллера компрессора Capstone C65 из сплава ВТ6 на станке Ironman Inuit-5X 400 PRO. Были определены условия обработки (режимы, инструмент, СОЖ, траектория движения инструмента и т.д.) при которых процесс фрезерования обеспечивается наиболее эффективно и качественно с точки зрения получаемых поверхностей.

Литература

1. Гецов Л.Б. Материалы и прочность деталей газовых турбин // ООО «Издательский дом» Газотурбинные технологии» Книга 1, 2010. – с. 43 - 47.
2. А. В. Маданов А. Р. Гисметулин «Программирование многокоординатной обработки на фрезерных станках с ЧПУ в системе NX 8.0» учебно-методические указания // Ульяновск : УлГУ, 2013. – с. 24 – 33.