

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНО-АНАЛИТИЧЕСКОЕ И ИССЛЕДОВАНИЕ СИЛЫ РЕЗАНИЯ ПРИ СВЕРЛЕНИИ ГЛУБОКИХ ОТВЕРСТИЙ

А.Б. Ким, Чжоу Ухуэй
Томский политехнический университет
bogowhich@tpu.ru

Введение

Анализ конструкций инструментов для обработки глубоких отверстий показал, что наибольшую эффективность по точности, качеству поверхностного слоя и производительности обработки эти инструменты достигают при использовании принципа определенности базирования. В процессе конструирования данных инструментов часто применяются САЕ-системы для инженерных расчетов, а также проводятся эксперименты для определения параметров для МКЭ и проверки результатов инженерных расчетов.

Методика и оборудование

Расчет инструментов с определенностью базирования на прочность и жесткость предусматривает расчет восстанавливающих и опрокидывающих моментов, действующих на инструмент. Для расчета этих моментов необходимо знать систему сил, действующих на инструмент [1]. Для сверла БТА эта система сил представлена на рис. 1. Указанная силовая нагрузка рассчитывалась по формулам, приведенным в [2].

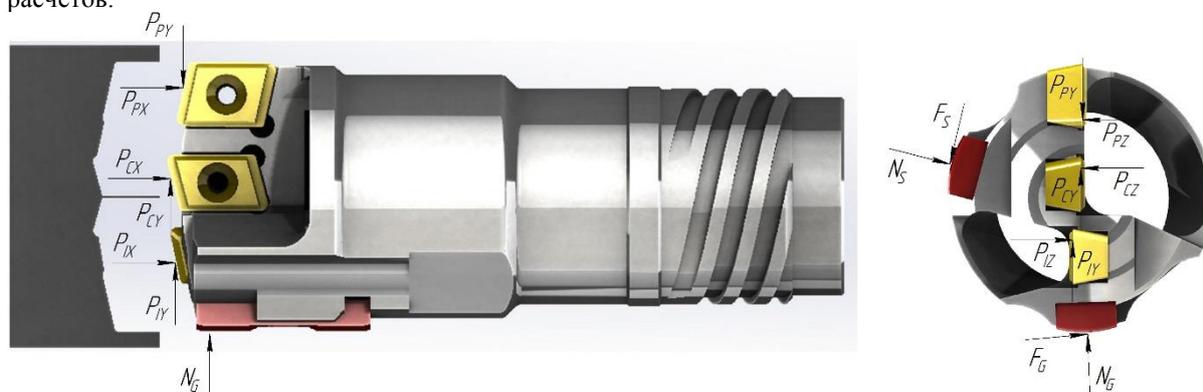


Рис. 1. Система сил, действующих на сверло БТА

Используя рассмотренную выше систему сил и моментов, был выполнен расчет напряжений и деформаций, возникающих в процессе сверления в сверле БТА. Расчет выполнялся в программе ANSYS 12.

Составляющие силы резания P_z , P_x , P_y , действующие на режущие кромки сверла, определялись экспериментально путем моделирования процесса сверления точением на токарном станке (см. рис. 2). В процессе резания сверло БТА 4 закрепляли в специальном приспособлении 5, установленном на динамометре 3; заготовка 2 закреплялась в патроне станка 1. В качестве измерительного устройства использовали токарный трехкомпонентный динамометр мод. 9257BA фирмы Kistler (Швейцария).

Для плавного регулирования скорости резания использовался токарно-винторезный станок модели V-Turn 410 фирмы Knuth (Германия) с бесступенчатым регулированием частоты вращения шпинделя станка. Для определения составляющих силы резания, действующих на каждую из трех режущих пластинок сверла БТА, в качестве образцов использовали трубчатые заготовки, диаметры заготовки и толщины стенок принимались различными. Материал заготовок – сталь 20X (0,2% C). Для того чтобы механические свойства экспериментальных образцов не имели

большого разброса, заготовки получали из одной партии круглого проката.

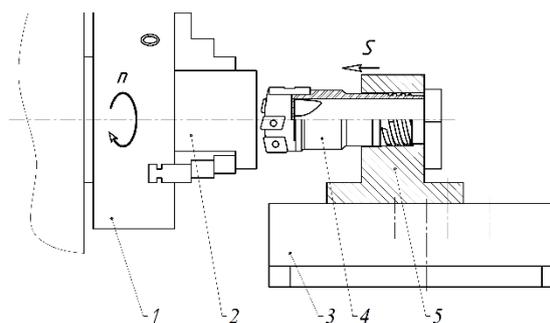


Рис. 2. Экспериментальная установка

Результаты

Результаты экспериментов по точению, а также рассчитанные значения усилий, действующих на опорную и направляющую пластины, представлены в таблице ниже. Далее эти данные были использованы для проведения расчетов методом конечных элементов.

Таблица. Исходные данные для расчетов

| Р _{CZ} , Н | Р _{IZ} , Н | Р _{PZ} , Н |
|---------------------|---------------------|---------------------|
| 440 | 250 | 600 |
| Р _{CX} , Н | Р _{IX} , Н | Р _{PX} , Н |
| 400 | 220 | 540 |
| Р _{CY} , Н | Р _{IY} , Н | Р _{PY} , Н |
| 220 | 120 | 300 |
| NS, Н | NG, Н | --- |
| 570 | 470 | --- |
| FS, Н | FG, Н | --- |
| 140 | 120 | --- |

Результаты проведенных расчетов представлены на рис. 3-5.

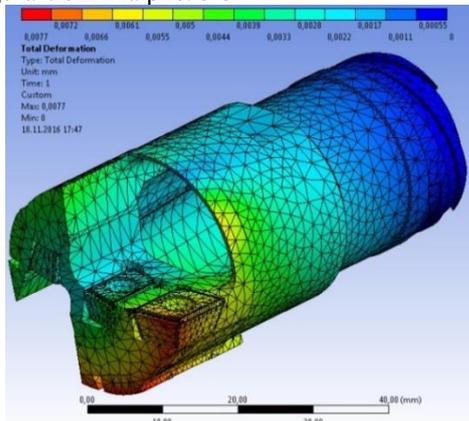


Рис. 3. Перемещения, возникающие под действием нагрузки (головка в сборе с пластинами)

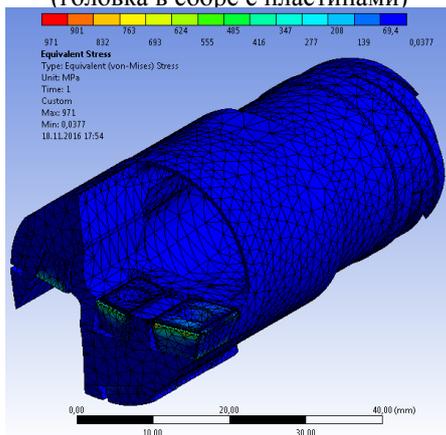


Рис. 4. Напряжения, возникающие под действием нагрузки (головка в сборе с пластинами)

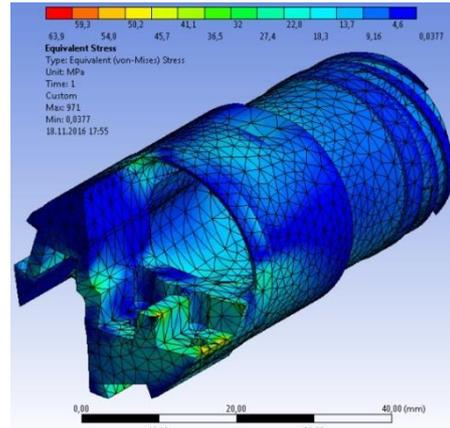


Рис. 5. Напряжения, возникающие под действием нагрузки (головка без пластин)

Заключение

Из данных исследования следует, что корпус сверлильной головки обладает высокой жесткостью, так как максимальные перемещения периферийной режущей пластины при действии заданной нагрузки не превышают 8 мкм. Максимальные напряжения в корпусе головки не превышают 120 МПа, что обеспечивает десятикратный запас прочности. Максимальные напряжения на режущих кромках периферийной и центральной пластин достигают 970 МПа, что обеспечивает трехкратный запас прочности.

Следующим этапом исследования прочности корпуса сверлильной головки будет оптимизация его конструкции с точки зрения обеспечения минимальной металлоемкости и максимально возможных размеров стружкоприемных отверстий.

Работа выполнена при финансовой поддержке Министерства образования и науки Российской Федерации (Договор № 02.G25.31.0148 с ОАО «Свердловский инструментальный завод») в рамках НИОКР №Н979.210.007/15 от 28 июля 2015 года для ФГАОУ ВО «Уральский федеральный университет».

Список использованных источников

1. Кирсанов С.В. Обработка глубоких отверстий в машиностроении: справочник / Кирсанов С.В., Гречишников В.А., Григорьев С.Н., Схиртладзе А.Г.; под общ. ред. С.В. Кирсанова.- М.: Машиностроение, 2010. – 344 с.
2. Кирсанов С.В. Исследование процесса глубокого сверления стали эжекторными сверлами. Дисс. на соиск. ученой степени канд. техн. наук. Томск, 1980, 177 с.