

УДК 621.99

## РАСЧЕТ КРУТЯЩЕГО МОМЕНТА ПРИ НАРЕЗАНИИ МЕТРИЧЕСКОЙ РЕЗЬБЫ МЕТЧИКАМИ НА ОСНОВЕ УДЕЛЬНОЙ СИЛЫ РЕЗАНИЯ

Макаренко Вячеслав Валерьевич, специалист

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Ракетно-космическая техника»

[slava.makarenko.01@mail.ru](mailto:slava.makarenko.01@mail.ru)

Шуляк Я.И., к.т.н., доцент кафедры инструментальной техники и технологий

МГТУ им. Н.Э. Баумана, факультет «Машиностроительные технологии»

[Shulyak.yan@bmstu.ru](mailto:Shulyak.yan@bmstu.ru)

Метрическая резьба широко применяется в машиностроении для изготовления разъемных соединений. Ее получают раскатыванием, растачиванием резьбовыми резцами, нарезанием резьбы метчиками, резьбофрезерованием и другими способами. Нарезание резьбы метчиками является одним из самых распространенных способов. Существует проблема поломки метчиков в отверстиях дорогостоящих деталей, в результате которых требуется применять трудоемкие способы извлечения обломков метчиков. Поломки происходят в результате возрастания крутящего момента вследствие износа метчика, неправильного выбора геометрических параметров метчика, неправильной предварительной термообработки заготовки и других факторов. В связи с этим, актуальной задачей является разработка методики расчета крутящего момента в зависимости от геометрических параметров метчика и механических свойств материала заготовки. Точный расчет крутящего момента при резьбонарезании позволит настраивать предохранительные резьбонарезные патроны, а также проверять метчики и обрабатываемые заготовки на прочность.

Существуют методики расчета крутящего момента, основанные на эмпирических зависимостях, которые получают в результате проведения трудоемких измерений. Такие способы расчета достаточно точны, но описывают узкий диапазон экспериментальных данных, справедливых для конкретных условий резания. Разработка теоретической модели позволит создать универсальную методику, позволяющую рассчитывать крутящие моменты в широких пределах.

Крутящий момент на метчике  $M_p$  является суммой произведений сил  $P_i$ , действующих на контактные площадки зубьев метчика, на соответствующие плечи приложения этой силы  $r_i$ :

$$M_p = \sum_{i=1}^n P_i \cdot r_i.$$

Сила  $P_i$ , действующая на  $i$ -ю контактную площадку зуба метчика, определяется как произведение удельной силы  $P_{уд}$ , приведенной к длине режущей кромки участвующей в резании, на ширину срезаемого слоя  $b$

$$P = P_{уд} \cdot b$$

Задний угол метчика снижает трение по задней поверхности зубьев метчика, поэтому силы трения по задней поверхности в расчете не учитывались. Таким образом, принято, что крутящий момент определяется только силами, воздействующими на контактную площадку передней поверхности зуба.

Для расчета удельной силы резания могут быть получены математические модели, основанные на подходах расчета сил резания А.М. Розенберга [3], С.В. Грубого [2], А.Л. Воронцова [1]. Эти модели используют справочные данные о свойствах материала, что позволяет значительно уменьшить или полностью исключить необходимость проведения экспериментов.

Для реализации разработанной методики была разработана программа на языке программирования Python 3.\* в среде разработки VS Code. Программа позволяет рассчитывать параметры срезаемого слоя при нарезании резьбы метчиком, удельные силы, действующие на зубья метчика, и результирующий крутящий момент на метчике.

В результате работы была предложена методика расчета крутящего момента при нарезании метрической резьбы однопроходными метчиками, основанная на суммировании моментов сил резания, действующих на контактные поверхности зубьев метчика. Разработана расчетная программа, реализующая предложенный подход.

#### Список литературы

1. Воронцов А. Л., Албагачиев А. Ю., Султан-Заде Н. М. Теоретические основы обработки металлов в машиностроении : монография / Воронцов А. Л., Албагачиев А. Ю., Султан-Заде Н. М. - Старый Оскол : ТНТ, 2019.
2. Грубый С. В. Расчет сил резания при обработке пластичных материалов в широком диапазоне толщин срезаемого слоя // Известия вузов. Машиностроение. 2018. №2 (695).
3. Розенберг Александр Минеевич, Розенберг Ю. А. Уравнение силы при резании хрупкого металла (чугуна) // Известия ТПУ. 1954. №. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/uravnenie-sily-pri-rezanii-hrupkogo-metalla-chuguna> (дата обращения: 21.03.2025).