

УДК 621.91.01/02

ФИЗИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ РЕЖУЩИХ ИНСТРУМЕНТОВ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ 3D-ПЕЧАТИ

Н. Н. ПОПОК, С. А. ПОРТЯНКО

Полоцкий государственный университет имени Евфросинии Полоцкой
Новополоцк, Беларусь

Введение. В связи с быстроменяющимися условиями обработки материалов резанием требуется корректировка и уточнение методологии исследования кинематических и физических характеристик процесса резания [1]. Эти изменения в исследованиях должны касаться всех аспектов и объектов процесса резания, но наибольшее внимание следует уделять режущим инструментам, которые хотя и составляют небольшую долю в себестоимости обработки (порядка 3 %...5 %), но без совершенствования которых невозможно повышение эффективности процесса резания. Как известно, наибольшее применение в производстве находят сборные конструкции режущих инструментов и, прежде всего, фрезерные, осевые и расточные головки [2]. Широкое использование сборных конструкций режущих инструментов при высокоскоростной обработке сдерживается их сравнительно большими габаритами, аэро- и гидравлическим сопротивлением и инерционностью масс конструктивных элементов и, как следствие, падением мощности и производительности резания. Недостаточно внимания уделяется оптимизации формы и геометрических параметров модульных инструментов, технологий их изготовления с учетом условий обтекания воздушными и гидравлическими потоками и обеспечения стружко- и теплоотведения, статической и динамической балансировки в процессе высокоскоростного резания. Хотя в смежных областях техники, например, самолёто- и кораблестроении эти вопросы исследованы достаточно полно с представлением физических и математических моделей [3].

Основная часть. Целью данной работы является совершенствование конструкций сборных режущих инструментов и сокращение времени на подготовку их производства за счет 3D-макетирования и моделирования аэро-гидродинамических и тепловых условий эксплуатации.

В основу современной методологии исследований процесса резания и режущих инструментов положено математическое и физическое моделирование изменений их основных характеристик и параметров в процессе проектирования, изготовления и эксплуатации.

Физическое моделирование режущих инструментов и их работоспособности заключалось в 3D-печати макетов и их исследование на экспериментальных стендах [4]. Проектирование и усовершенствование конструкций блочно-модульного режущего инструмента, как сложного изделия машиностроения осуществляется путем формирования трехмерной модели инструмента, так как именно создание трехмерных моделей, идентичных проектируемым конструкциям БМРИ, позволяет быстро перенастраивать инструмента для реализации целей исследования. Использование 3D-параметрических моделей

типовых деталей конструкции позволяет существенно повысить эффективность конструирования в среде CAD систем.

Результатом моделирования процесса нагрева макета режущего инструмента является качественная оценка тепловых деформаций основных конструктивных элементов (в пределах текучести пластика) и выработка рекомендаций по корректировке (совершенствованию) рабочих чертежей. Были получены данные о тепловых деформациях винта, блока резцового, корпусов и фрезы. Например, тепловые деформации блока резцового наглядно представлены на рис. 1.



Рис. 1. 3D-модель блока резцового до (а) и после (б) теплового воздействия

Заключение. Разработанные методики и модели позволяют проводить комплексные исследования работоспособности сборных режущих инструментов и, в частности, оценивать целесообразность принимаемых технических решений по совершенствованию конструкций фрезерных и осевых инструментов:

- выполнение стружкоотводящих канавок, учитывающих направления схода стружки и потока охлаждающей жидкости или воздуха;
- повышение точности и качества получаемых конструктивных элементов и поверхностей с учетом теплового расширения и усадки полимерного материала;
- применение «гибридных» конструкций сборных режущих инструментов и технологий их изготовления, включающих пластиковые корпуса из высокопрочных полимеров и металлические резцовые вставки с механизмами зажима.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Попок, Н. Н.** Методология и исследования процесса резания материалов в современных условиях развития машиностроения / Н. Н. Попок // Вестн. ПГУ. Сер. В. Промышленность. Прикладные науки. – 2019. – № 3. – С. 21–30.
2. **Попок, Н. Н.** Анализ тенденций проектирования инструментальных систем. Ч. 3: Инструментальные системы для многоцелевой обработки / Н. Н. Попок // Вестн. ПГУ. Сер. В. Промышленность. Прикладные науки. – 2013. – № 3. – С. 19–37.
3. **Попок, Н. Н.** Технология FDM печати конструкции блочно-модульной торцевой фрезы / Н. Н. Попок, С. А. Портянко // Новые материалы, оборудование и технологии в промышленности: материалы Междунар. науч.-техн. конф. молодых ученых, Могилев, 24–25 окт. 2019 г. – Могилев, 2019. – С. 38.
4. **Попок, Н. Н.** 3D-моделирование конструкций блочно-модульных торцевых фрез / Н. Н. Попок, С. А. Портянко // Информационно-коммуникационные технологии: достижения, проблемы, инновации (ИКТ-2018): материалы I Междунар. науч.-практ. конф., посвящ. 50-летию Полоцкого гос. ун-та. – Новополоцк, 2018. – С. 190–192.