

Н. Н. Попок, доктор технических наук, профессор, С. А. Портянко  
Учреждение образования «Полоцкий государственный университет», Новополоцк

## МОДЕЛИРОВАНИЕ КОНСТРУКЦИИ РАСТОЧНОГО ПАТРОНА НА ОСНОВЕ БЫСТРОГО ПРОТОТИПИРОВАНИЯ

**Введение.** В настоящее время геометрическое 3D-моделирование входящих в конструкцию деталей занимает основополагающее место в процессе проектирования. Однако процесс создания объемной модели детали зачастую становится чрезвычайно трудоемким. Поэтому ставится задача свести затраты времени и расходных материалов на создание модели к минимуму. В особенности это целесообразно в случае проектирования типовых деталей и узлов, когда формирование трехмерных моделей сводится к многократному повторению определенной последовательности действий. Расточной инструмент, включающий однотипные детали и узлы механизмов закрепления и перемещения, — достойный пример такого применения [1].

Использование параметрических 3D-моделей деталей конструкции расточного инструмента является существенным резервом повышения эффективности проектирования в среде CAD-системы [2].

Параметрическое моделирование имеет ряд преимуществ и заключается в обеспечении следующих возможностей: снижении трудоемкости объемного и плоского геометрического моделирования деталей и элементов сборочной единицы; реализации задачи перерасчета геометрических параметров детали с учетом специфики ее изготовления на станке с ЧПУ; сквозного параметрического технологического проектирования, когда операции технологического процесса привязаны к параметрической модели.

Система поддержки принятия решений для разработки модели расточного патрона представляет собой интерактивное виртуальное руководство, включающее: 2D- и 3D-модели деталей и сборочных единиц; пооперационную технологию разборки и сборки с текстовым описанием технологических операций; виртуальные и анимационные модели разборки и сборки изделий [3].

Как известно, существует несколько методов 3D-печати, однако все они являются производными аддитивной технологии получения изделий. Вне зависимости от 3D-принтера построение изделия осуществляется путем послойного добавления материала. Несмотря на то, что термин *Additive Manufacturing* используется отечественными инженерами очень редко, технологии послойного синтеза фактически заполнили современную промышленность.

**Основная часть.** Цикл проектирования расточного патрона начинается с обработки трехмерной цифровой модели. Модель в формате *STL* делится на слои и ориентируется наиболее подходящим образом для печати. При необходимости генерируются поддерживающие структуры, необходимые для печати «нависающих» элементов. Некоторые устройства позволяют использовать разные материалы во время одного цикла проектирования. Например, возможна печать модели из одного материала с печатью опор из другого легкорастворимого материала, что позволяет с легкостью удалять поддерживающие структуры после завершения процесса печати. Альтернативно возможна печать разными цветами одного и того же вида пластика при создании единой модели.

Модель расточного патрона производится выдавливанием («экструзией») и нанесением «микрокапель» расплавленного термопластика с формированием последовательных слоев, застывающих сразу после экструдирования.

Последовательность (этапы) реализации аддитивной технологии (моделирования) с помощью CAD-систем и 3D-принтера основана на принципе моделирования методом послойного наплавления (англ. *Fused Deposition Modeling (FDM)*).

1. Проектируются 3D-модели элементов, входящих в состав расточного патрона, в любой подходящей CAD-системе, например КОМПАС-3D (на рисунке 1 представлены наиболее сложные детали расточного патрона).

2. Далее все необходимые файлы сохраняются в формате *STL* для дальнейшего использования в программе, при помощи которой 3D-модель компилируется в *G*-код.

3. Добавляются файлы в программу *Repetier-Host*, модель ориентируется на поверхности стола принтера, масштабируется для учета усадки материала (для ABS-пластика процент усадки составляет от 0,5 до 1,5 ед.).

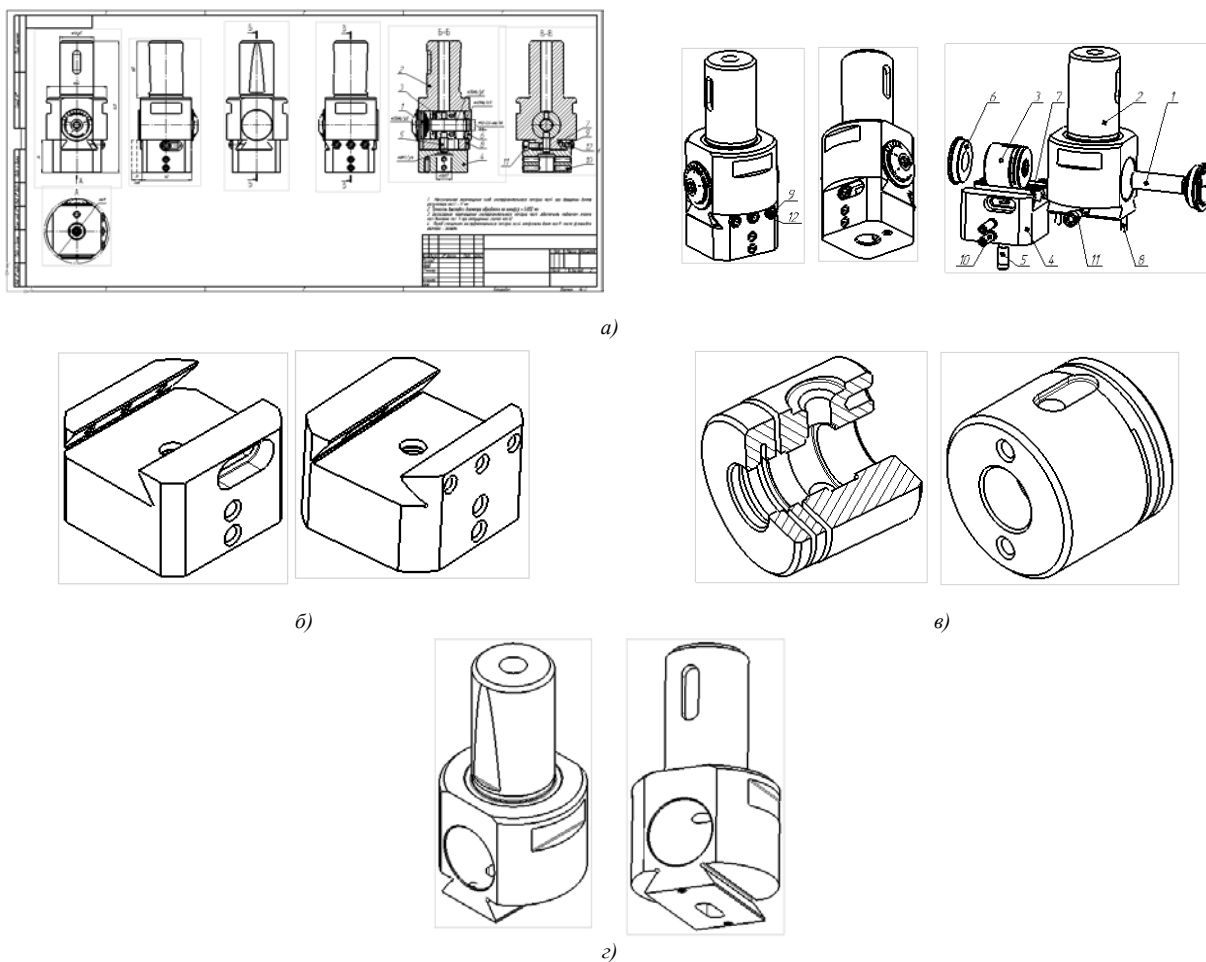
4. Во вкладке «Слайсер» выбираются следующие параметры: температура экструдера и стола, толщина слоя, величина заполнения оболочки модели, параметры обдува, скорость печати, тип поддержки и др.

5. Во вкладке «Просмотр печати» показываются выходные параметры: расчетное время печати, количество слоев и строк *G*-кода, количество расходуемого материала.

6. Далее файл сохраняется на флеш-носителе и отправляется на печать. После печати следует постобработка распечатанной детали.

На рисунке 2 показан макет 3D-модели расточного патрона, напечатанного 3D-принтером *Mojo*, поддерживающем высокие стандарты технологии *FDM*-печати.

Для наглядности отдельные конструктивные элементы макета выполнены из полимерного материала разного цвета. В макете выполнены разнообразные резьбовые и плоские соединения, что обеспечивает отработку конструкции на технологичность изготовления и сборки деталей и узлов.



а — сборочный чертеж и 3D-модель расточного инструмента; б — 3D-модель ползуна инструментального; в — 3D-модель ползуна; г — 3D-модель корпусной оправки

Рисунок 1 — Этапы проектирования 3D-модели расточного патрона

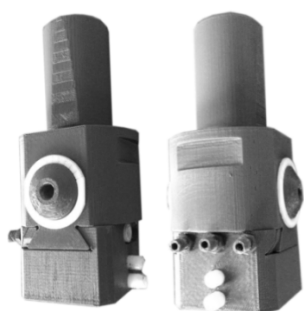


Рисунок 2 — Макет расточного патрона, выполненный с применением технологий трехмерной печати

Вышеизложенный подход к моделированию конструкции расточного патрона используется при проектировании других типов режущих инструментов, например блочно-модульных торцовых фрез [4].

**Заключение.** Рассмотрены возможности моделирования конструкции расточного патрона, представляющего собой сложное изделие со взаимозаменяемыми конструктивными элементами механизмов закрепления и перемещения резовых вставок, с использованием трехмерных технологий и быстрого прототипирования. Доказана целесообразность создания модели расточного патрона из полимерных материалов для последующей отработки конструкции на технологичность изготовления и сборки.

Разработаны основные этапы реализации аддитивной технологии с использованием CAD-систем и 3D-принтера с послойным наплавлением полимерного материала, что позволило создать макет расточного патрона для дальнейших исследований и испытаний.

#### Список цитируемых источников

1. Расточная головка : пат. РФ2349426 / К. А. Украженко, О. К. Украженко ; дата публ.: 20.03.2009.
2. *Portsiianko, S.* Using of 3d-modelling and rapid phototyping technologies during the design of constructions of block-module surface cuttings / S. Portsiianko, N. Popok // Materials of IX junior researchers' conference. Part 3. — Novopolotsk, PSU, 2017. — P. 214—215.
3. *Portsiianko, S.* 3D-modeling of block-module face-milling cutter constructions / S. Portsiianko, N. Popok // Materials of X junior researchers' conference. Part 3. — Novopolotsk, PSU, 2018. — P. 61—62.
4. *Понюк, Н. Н.* 3D-моделирование конструкций блочно-модульных торцовых фрез / Н. Н. Попок, С. А. Портянко // Информационно-коммуникационные технологии: достижения, проблемы, инновации (ИКТ-2018) : электрон. сб. ст. I Междунар. науч.-практ. конф., посвященной 50-летию Полоц. гос. ун-та. — Новополоцк, 2018. — С. 190—192.