

ОПЫТ РЕАЛИЗАЦИИ ТЕХНОЛОГИЙ БЫСТРОГО ПРОТОТИПИРОВАНИЯ ПРИ ПОДГОТОВКЕ ИНЖЕНЕРНЫХ КАДРОВ

**Поляков А.Н., Романенко К.С., Никитина И.П.
Оренбургский государственный университет, г. Оренбург**

При разработке высокотехнологичных изделий машиностроения обязательным этапом является разработка прототипа или виртуальной модели. Зачастую оказывается недостаточным наличие только виртуальной модели. Среди важнейших задач, которые решаются с помощью прототипов – это оптимизация геометрической формы изделия, осуществляемая по результатам натуральных экспериментов; собираемость многокомпонентного узла; оценка внешнего вида изделия. По оценкам экспертов использование технологий быстрого прототипирования позволяет до 80% сократить сроки подготовки производства, исключить малоэффективный путь изготовления опытных образцов.

Исторически, различные технологии, позволяющие быстро с наименьшими затратами создавать прототип, стали называть технологиями быстрого прототипирования (RP - rapid prototyping). В настоящее время определяющую роль при создании прототипов стали играть аддитивные технологии. Поэтому технологии быстрого прототипирования и аддитивные технологии можно считать терминами аналогами. Более того RP-технологии стали активно использовать и для создания полнофункциональных изделий, а также в литейном производстве. Построение прототипа осуществляется на основе компьютерной твердотельной модели или модели с замкнутыми поверхностными контурами.

В 2012 году кафедрой технологии машиностроения, металлообрабатывающих станков и комплексов Оренбургского государственного университета была приобретена RP-установка, реализующая FDM-технологию послойного построения изделия [1]. В качестве основного материала в установке используется ABS-пластик, позволяющий создавать полнофункциональные изделия. Именно этот фактор, наряду с финансовым, был определяющим при выборе в 2012 году типа RP-установки.

Любая из RP-установок, независимо от реализованных в ней технологий послойного построения изделия, характеризуется предельной величиной толщины этого слоя. Величина этого параметра коррелирует с величиной зазора, устанавливаемого в виртуальной модели изделия при проектировании подвижных стыков. Поэтому при создании виртуальной модели изделия, используемой для 3D-печати, учитывается величина зазора, реализуемая конкретной RP-установкой. Так, например, для кафедральной установки Dimension Elite допускается два варианта толщины печатаемого слоя: 0,178 и 0,254 мм. В первом случае достигается большая точность изготовления прототипа, а во втором - чуть большая производительность. При этом, как и для любых других технологий, наибольшая точность достигается в горизонтальной плоскости XY, наименьшая – по оси Z. Измерения на кафедральной

координатно-измерительной машине Wenzel Xorbit 55, изготовленных на RP-установке прототипов, фиксировали в отдельных случаях геометрическую погрешность диаметральных размеров в пределах 10 мкм.

В настоящее время кафедра осуществляет подготовку дипломированных специалистов, бакалавров и магистров по трем направлениям подготовки и двум профилям: 151900.62 Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств, 151900.68 Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств и 221000.62 Мехатроника и Робототехника.

Технологии быстрого прототипирования реализуются в рамках следующих дисциплин [2]: «Расчет и конструирование станков», «Основы технологий быстрого прототипирования», «Основы автоматизированного проектирования средств технологического оснащения», «Расчет и моделирование оборудования с компьютерным управлением», в дипломном проектировании дипломированных специалистов и при защите выпускных квалификационных работ бакалавров и магистров, а также при прохождении студентами летней учебной практики.

Центральным положением технологий быстрого прототипирования является создание виртуальной модели в любой CAD-системе. Важнейшим фактором при выборе CAD-системы для создания прототипа по виртуальной модели является качество отрисовки 3D-модели. Был проведен сравнительный анализ двух CAD-систем: КОМПАС 3D и SolidWorks. Результаты измерения на координатно-измерительной машине Wenzel Xorbit 55, напечатанных на RP-установке цилиндров-прототипов, показали, что прототипы, полученные по виртуальным моделям, выполненных в КОМПАС 3D, имеют дополнительные геометрические погрешности. Поэтому при повышенных требованиях к геометрической точности изготовления прототипов рекомендуется при построении виртуальной модели изделия использовать SolidWorks.

На рисунке 1 приведена базовая версия учебной модели несущей системы станка. Характерной особенностью модели для последующей печати на RP-установке является отсутствие замкнутых полостей. Так верхние стенки стойки и шпиндельной бабки модели станка снабжены сквозными пазами. Их наличие обеспечивает доступ специальному раствору к внутренним полостям модели для удаления материала поддержки.

На рисунке 2 представлена итоговая 3D-модель редуктора в виде модели-сборки, собранной из более чем 50 компонентов.

Модель-сборка включает следующие компоненты: корпус и крышка редуктора, валы, шестерни и колеса, шкив ременной передачи, сапун, шпонки, подшипники, крышки подшипников, пробка сливная, измеритель уровня масла, крышка измерителя уровня масла, винты, болты, гайки, прокладки, шайбы и кольца. Оригинальными являются детали: корпус и крышка редуктора, шкив ременной передачи, косозубые зубчатые колеса, сапун, крышки подшипников, прокладки, измеритель масла и соответствующая крышка и прокладки. Модели валов и зубчатых колес строятся с использованием стандартных библиотек КОМПАС - SHAFT 2D или КОМПАС – SHAFT 3D. Для построения моделей

болтов, гаек, шайб и подшипников используется трехмерная библиотека «Стандартные изделия».

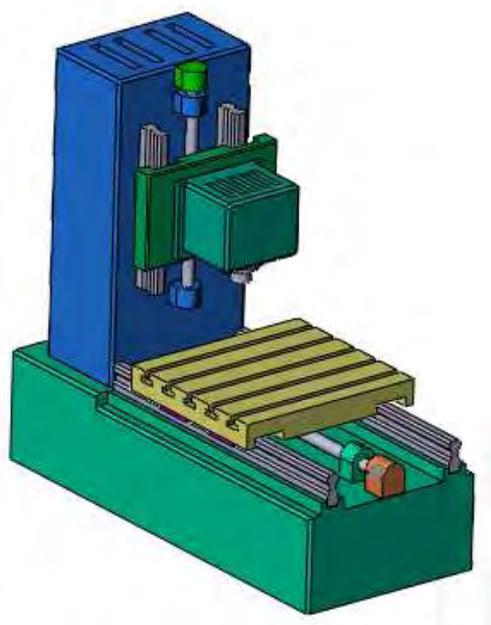


Рисунок 1 – Модель несущей системы станка



Рисунок 2 – Модель цилиндрического двухступенчатого редуктора

Модели оригинальных деталей строятся с использованием универсальных средств системы КОМПАС 3D. Особенностью построения моделей валов и зубчатых колес для последующего создания в RP-установке является создание внутренних полостей для снижения себестоимости печати.

Наиболее сложными в техническом отношении являются модели корпуса редуктора и крышки редуктора. Поэтому для их создания предусмотрено

использование специально разработанных методических указаний, в которых представлено подробное описание построения модели корпуса редуктора – модель крышки строится по полной аналогии.

Особенностью реализации технологий быстрого прототипирования в учебном процессе при подготовке дипломированных специалистов, бакалавров и магистров по трем смежным направлениям подготовки можно отметить следующее:

- обучающиеся приобретают повышенный объем навыков трехмерного проектирования сложных реальных изделий;
- проектирование изделий осуществляется с учетом реализации подвижных стыков в соединениях;
- обучающийся может получить конечный продукт своего инженерного творчества.

Вместе с этим следует отметить общие негативные моменты, сопутствующие внедрению технологий быстрого прототипирования:

- технологии быстрого прототипирования основаны на дорогостоящих расходных материалах, приобретение которых в условиях государственных вузов сильно затруднено;
- эксплуатация RP-установок требует использования труда высококвалифицированного обслуживающего персонала.

Эти два негативных фактора в сочетании с особыми процедурами финансирования материально-технической базы государственных вузов создают серьезные риски в продвижении технологий быстрого прототипирования не только в Оренбургском государственном университете, но, по опыту и других крупных вузов, по всему государственному сектору. Поэтому на наш взгляд существуют только один путь решения данной проблемы – это разработка государственной программы развития технологий быстрого прототипирования в России. А с учетом уже полученного опыта применения технологий быстрого прототипирования на других RP-установках эффективность реализации такой программы будет существенно выше.

Список литературы

1 Сердюк А. И., Поляков А. Н., Радыгин А. Б. Аэрокосмический институт ОГУ как учебно-научный центр // Высшее образование в России. 2014. №7. С.115-122.

2 Поляков А.Н., Романенко К. С. Применение установки быстрого прототипирования при подготовке специалистов машиностроительных производств / В сборнике: Университетский комплекс как региональный центр образования, науки и культуры. Материалы Всероссийской научно-методической конференции (с международным участием). 2013. С. 202-205