

УДК 621.98

РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ ЛИСТОВОЙ ШТАМПОВКИ ИЗДЕЛИЙ ТИПА "ПЕРЕХОДНИК" С ПРИМЕНЕНИЕМ СПОСОБА "ОБЖИМ-РАЗДАЧА"

Татьяна Андреевна Катунина

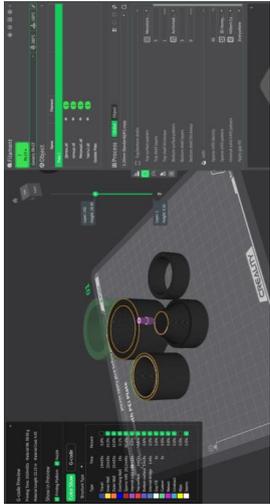
*Магистр 2 года,**кафедра «Технологии обработки материалов»**Московский государственный технический университет им. Н.Э. Баумана**Научный руководитель: С.М. Карпов,**кандидат технических наук, доцент кафедры «Технологии обработки материалов»*

Разработка эффективных технологий изготовления переходников, основанная на синергии операций раздачи и обжима с анализом напряженно-деформированного состояния материала, способствует не только экономии ресурсов, но и стимулированию инновационных решений, а также совершенствованию технологий.

Учитывая широкую доступность на рынке композитных материалов на основе полиамида и поликарбоната, их экономическую эффективность и относительную простоту обработки методом FDM-печати, а также их прочностные свойства, именно эти материалы были проанализированы. Тем самым был выбран PC-CF, а точнее поликарбанат с наполнителем в 15% углеродного волокна. Так как изделие из данного материала имеет повышенную жесткость, то его хрупкость повышена [1]. Если провести постобработку «аннелинг» для снятия внутренних напряжений и улучшения качества поверхности можно повысить прочность на 10-15%, но при этом потеряв в ударной вязкости соответствующее значение. Поэтому, чтобы компенсировать потерю в ударной вязкости следует выполнить заполнение в виде сотовых структур, которые помогут в поглощении энергии удара.

Для малосерийного производства деталей наилучшим считается штамп FDM-печати. Его изготовление экономит время и затраты. Изготовление оснастки заключается в послойном создании объектов. В таблице 1 представлены основные переходы при создании 3D-деталей оснастки.

Таблица 1. Иллюстративный материал ведения технологического процесса

№	005	010	015
Иллюстративный материал			
Наименование	Подготовка к 3D печати	3D печать моделей	Постобработка напечатанных деталей

До печати оснастки следует провести численное моделирование задач прочности для этой оснастки, которое существенно сэкономит время, ресурсы, и позволит сократить объемы натуральных испытаний, а также более тщательно оптимизировать конструкции [2].

На нижеприведенном рисунке 1 представлены результаты моделирования в программе QForm для FDM штампа (в 29°).

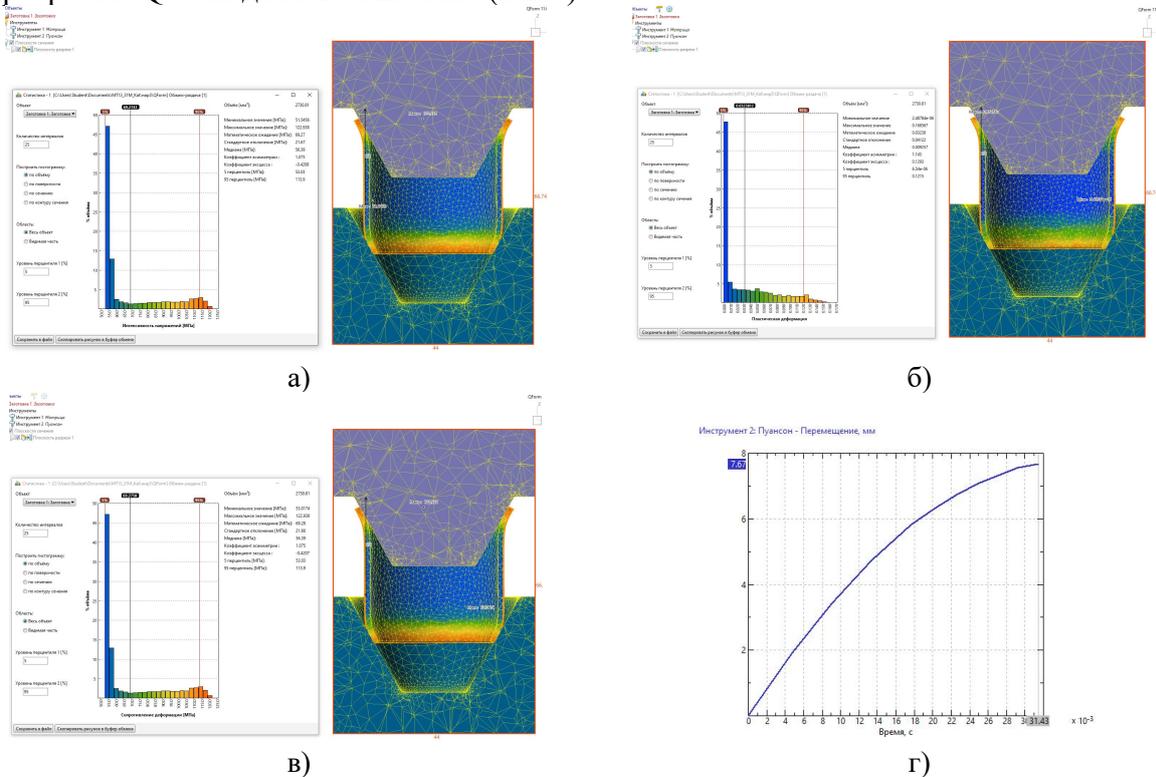


Рис. 1. Результаты моделирования в программе QForm: а) интенсивность напряжений в заготовке; б) значения пластической деформации в процессе формообразования; в) значения сопротивления деформации в процессе формообразования; г) график зависимости перемещения от времени, мм

В таблице 2 продемонстрированы основные этапы создания заготовок для изготовления изделий «Переходник» в штампе полученным методом FDM-печати. Материал штамповой оснастки: PC-CF15 для матрицы и пуансона, ABS - для вспомогательных элементов. Материал трубчатой заготовки - алюминий. Неуказанные данные в таблице являются стандартными для проведения операции сжатия.

Таблица 2. Пошаговое проведение эксперимента по созданию деталей в штампе полученном методом FDM-печати

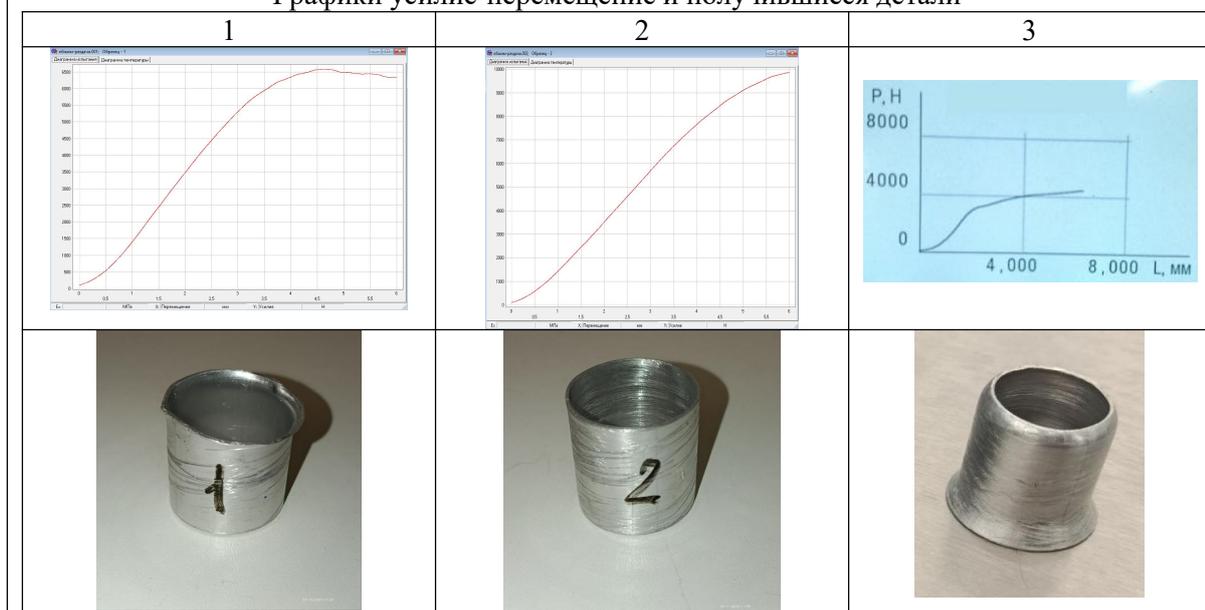
	<p>1. Подготовка рабочей оснастки для совершения операций. Распиливание расходного материала в виде трубы диаметра 30 мм и толщины в 1 мм шагом в 29, 30, 32 мм, а также визуальная проверка исправности основного оборудования и полуфабрикатов. После распиливания удалить заусенцы и закруглить торцы у заготовок.</p>
--	---

2. Подготовка и настройка оборудования TestSystems к проведению эксперимента. Проведение эксперимента и получение результатов (см. таблицу 2.1.).

Таблица 2.1. Основные параметры для осуществления эксперимента и результаты его проведения

№	Тех. изг. штампа	Высота образца начальная (средняя), мм	Двусторонняя деформация, мм	Усилие (max), Н	Предел прочности (МПа)	Высота образца конечная (max), мм	Повреждение инструмента
1	FDM ($\alpha = 29^\circ$) => аннелинг ($105^\circ = 30$ мин.)=>смазка вазелиновая	29	6	6 562	20,891	27	Отслоение
2	FDM ($\alpha = 25^\circ$) => аннелинг ($105^\circ = 30$ мин.)=>смазка вазелиновая	30	6	9 872	30,804	29	Отслоение
3	FDM ($\alpha = 31^\circ$) => аннелинг ($105^\circ = 30$ мин.)	32	7	4 698		29	Незначит-ое

Графики усилие-перемещение и получившиеся детали



Согласно полученным результатам можно сделать вывод, что угол штамповой оснастки менее 30° является непригодным для изготовления деталей. Таким образом следует брать угол в диапазоне от 30° до 40° . Также следует учесть, что прочность материала и шероховатость поверхности играют ключевую роль в вопросе изготовления качественной и относительно надежной оснастки для производства переходников. Так как способ изготовления FDM печать толщиной слоя в 0,16 мм, то шероховатость поверхности очень высокая и смазка не справляется с возложенной на нее задачей. Тем самым для устранения данных проблем следует задать толщину слоя в 0,08 мм.

Литература

1. PC-CF (Carbon Fiber Polycarbonate) | F3DP — студия 3D-печати. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://f3dp.ru/materials/pc-cf/?ysclid=mmynb8tyra948341779> (дата обращения 20.03.2026)
2. Малюх, В. Н. Введение в современные САПР: Курс лекций: учебное пособие / В. Н. Малюх. — Москва: ДМК Пресс, 2010. — 192 с. — ISBN 978-5-94074-551-8. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/1314> (дата обращения 20.03.2026)