



САМАРСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

SAMARA UNIVERSITY

Институт ракетно-космической техники

Тема ВКР: Разработка технологии  
инкрементальной штамповки  
детали «Заборник»

Выполнила студентка:

Группа 1239-220402D

Веселова Н.В.

Научный руководитель:

доцент к.т.н., Ерисов Я.А.

Самара 2020



# ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ

## Цель данной работы:

усовершенствованный способ инкрементальной штамповки полусферических изделий, по обработки траектории перемещения инструмента и анализ результатов.

## Задачи:

- ✓ технологические параметры процесса инкрементальной формовки
- ✓ построение траектории при послойном движении деформирующего инструмента при инкрементальном формообразовании в программе SprutCAM
- ✓ моделирование траектории движения деформирующего инструмента
- ✓ экспериментальное изготовление детали «Заборник»

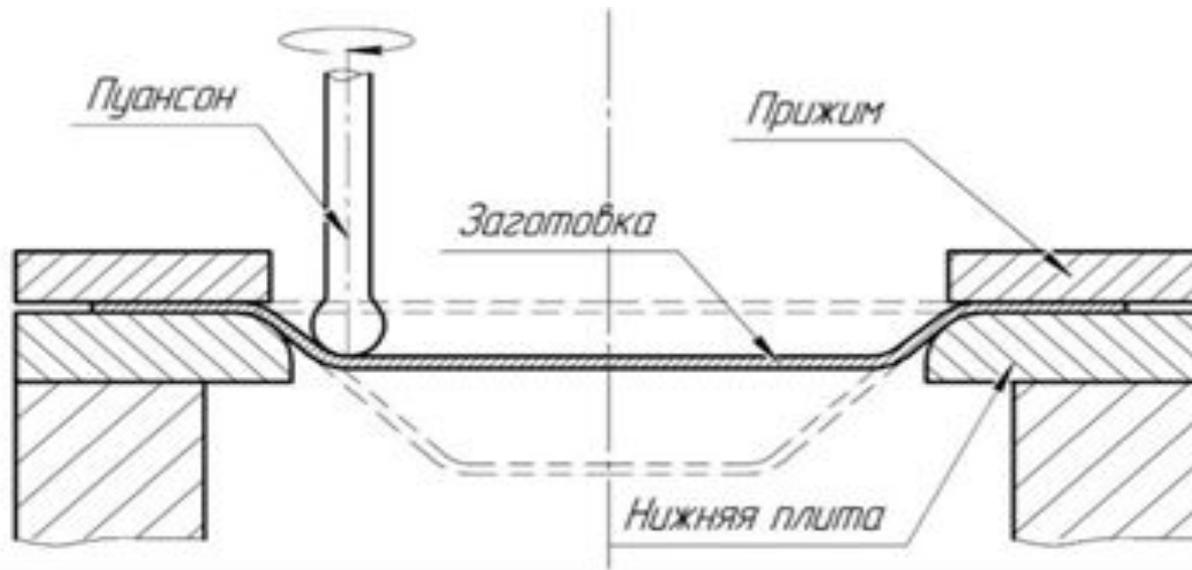


Рисунок 1 - Принципиальная схема инкрементальной штамповки

Инкрементальная штамповка – новый процесс обработки листового материала, в котором заготовка локально деформируется пуансоном со сферическим торцом путем перемещения одного или нескольких инструментов вдоль заданного направления.



# ОПИСАНИЕ СПОСОБА ИНКРЕМЕНТАЛЬНОЙ ШТАМПОВКИ

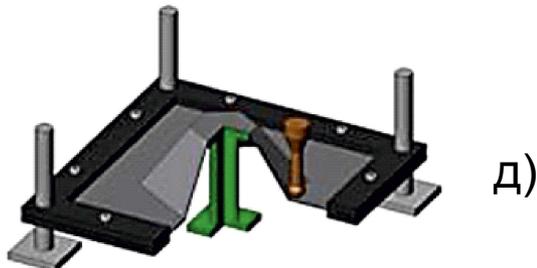
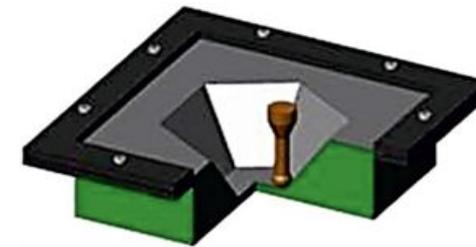
Типовые схемы процесса инкрементальной формовки представлены на рисунке 2.



б)



г)



е)



а - инкрементальная формовка с одним пуансоном;

б - инкрементальная формовка с пуансоном и опорной плитой под заготовкой; в, г -

инкрементальная формовка с опорной матрицей;

д - инкрементальная формовка с нижним подпором; е - инкрементальная формовка с контр-

пуансоном



Деталь «Заборник» изготавливается из сплава алюминиевого АМг5 М. Инкрементальная формовка, при которой очаг пластической деформации локализован около деформирующего инструмента, позволяет уменьшить разнотолщинность сферического изделия.

Деталь предназначена для ракетно-космической промышленности. Допускается утонение до толщины 1,5 мм.

Деталь	Радиус закругления, мм	Масса детали, кг	Диаметр полусферы
Заборник	8	0,27	200

Таблица 1 – Данные по детали

Эскиз исследуемого изделия «Заборник» приведен на рисунке 3

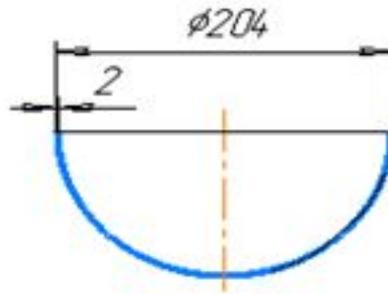


Рисунок 3- Эскиз исследуемого изделия «Заборник»

На рисунке 4 приведена готовая модель изделия «Заборник».

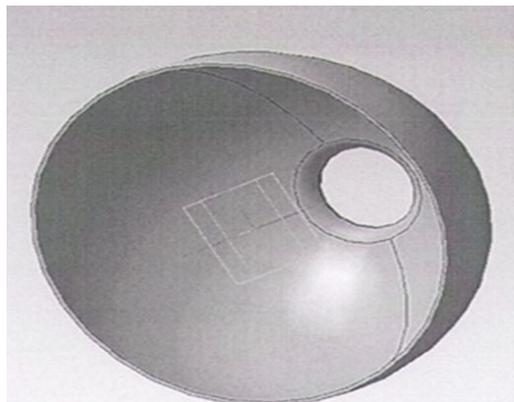


Рисунок 4 – 3D-модель изделия «Заборник»



Для разработки траектории движения деформирующего инструмента, подбора шага и типа траектории использовался специальный программный продукт SprutCAM. Разработка траектории на первом этапе начинается с выделения необходимой поверхности 3D модели (Рисунок 5).

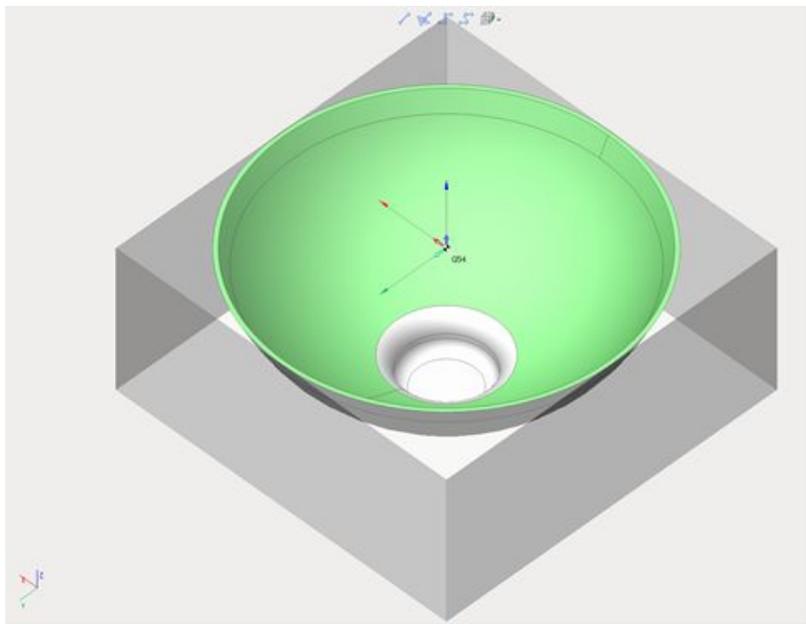


Рисунок 5- Выбор обрабатываемых поверхностей для первого этапа



## ПОСТРОЕНИЕ ТРАЕКТОРИИ ДВИЖЕНИЯ ПУАНСОНА ПРИ ФОРМООБРАЗОВАНИИ ДЕТАЛИ «ЗАБОРНИКА»

Так же стоит отметить, что для того чтобы обработка велась по выделенным поверхностям необходимо задать верхний и нижний уровень обработки и получения траектории (Рисунков 6 и 7).

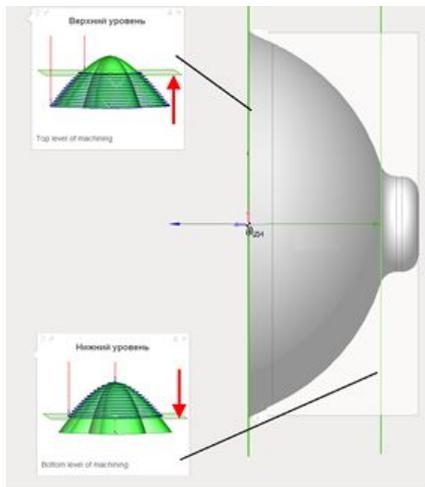


Рисунок 6- Границы обработки

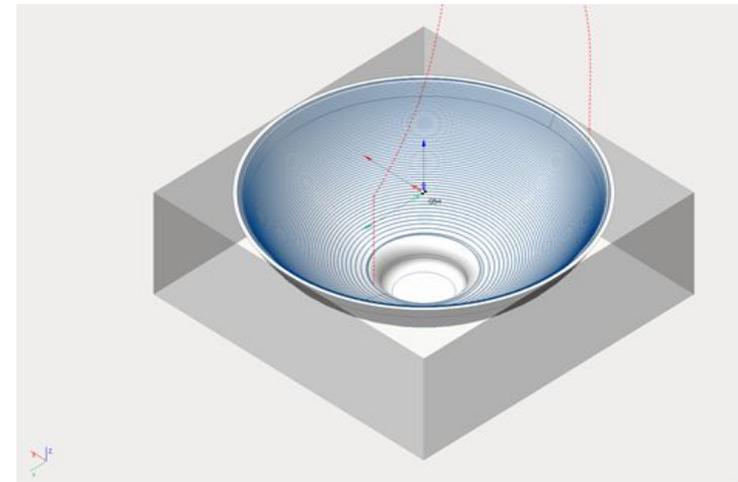


Рисунок 7 - Полученная траектория обработки для первого этапа



# ПОСТРОЕНИЕ ТРАЕКТОРИИ ДВИЖЕНИЯ ПУАНСОНА ПРИ ФОРМООБРАЗОВАНИИ ДЕТАЛИ «ЗАБОРНИКА»

Аналогично разрабатывается траектория для второго этапа обработки. Сначала выбираем обрабатываемые поверхности и задаем границы обработки (рисунок 8 и рисунок 9).

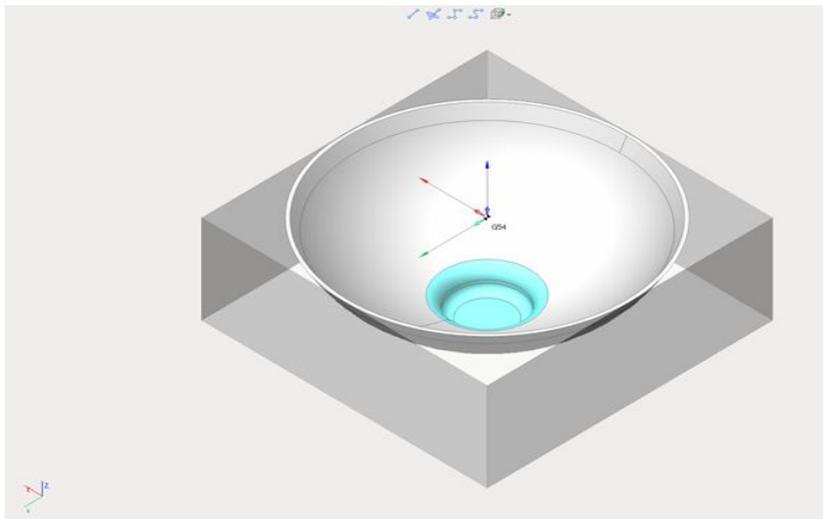


Рисунок 8 - Выбор обрабатываемых поверхностей для второго этапа

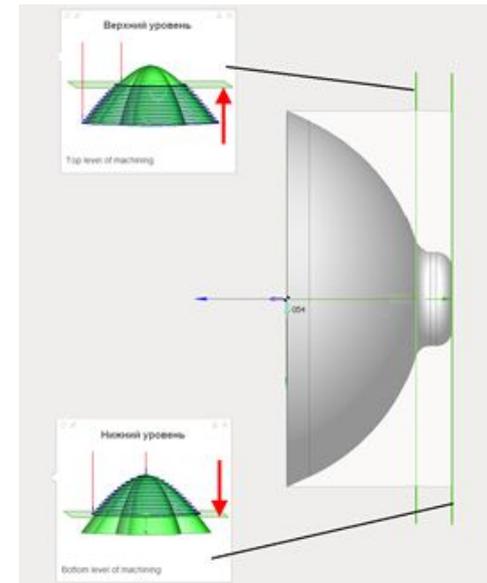


Рисунок 9 - Границы обработки для второго этапа



Шаг и тип траектории так же остается без изменений (рисунок 10)

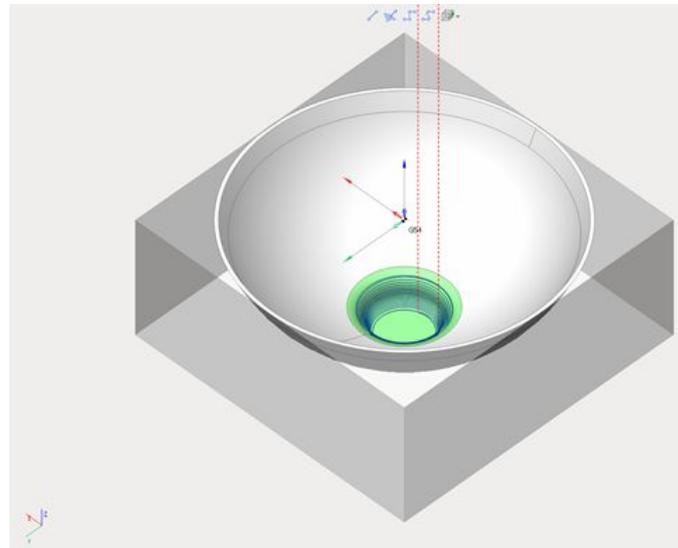
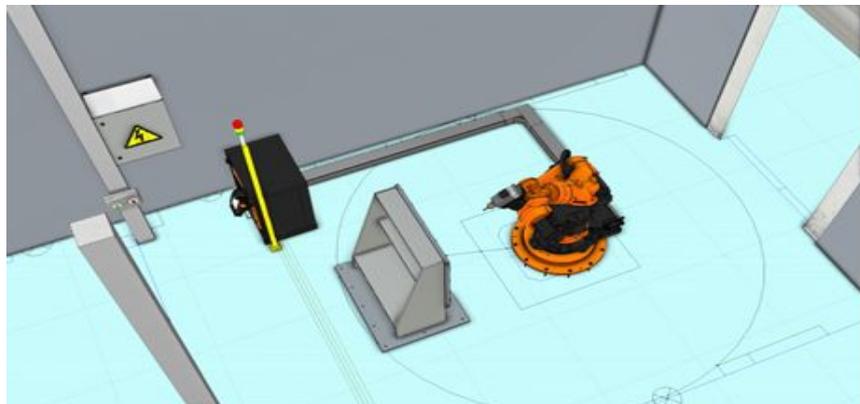


Рисунок 10 - Полученная траектория  
обработки для второго этапа



Установка робота KUKA KR160 R1570 папо производилась в специально подготовленном помещении.

На рисунке 11 показана 3D-планировка помещения. Робот расположен так, чтобы рабочая зона не пересекалась с возможными преградами.



а)



б)

а - 3D-планировка опытного участка инкрементальной штамповки;

б - опытный участок инкрементальной штамповки

Рисунок 11 - 3D-планировка опытного участка инкрементальной штамповки, опытный участок инкрементальной штамповки



# РЕЗУЛЬТАТЫ ЭКСПЕРИМЕНТА



Рисунок 12 – Заготовка деталь  
вариант 1

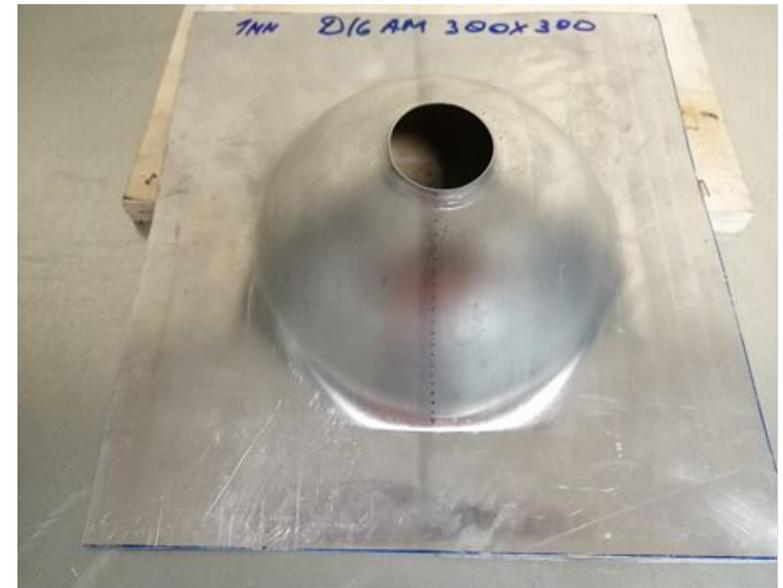


Рисунок 13 – Заготовка деталь  
вариант 2



# РЕЗУЛЬТАТЫ ЭКСПЕРИМЕНТА



Рисунок 14 – Заготовка деталь  
вариант 3



Рисунок 15– Заготовка  
деталь вариант 4



Рисунок 16 – График зависимости параметров процесса от длины и толщины образующего «Заборника»



# ЗАКЛЮЧЕНИЕ

При выполнении работ проведен анализ способов и схем инкрементальной штамповки, применяемого оборудования и его конструкции, обрабатываемых материалов; разработана методика построения маршрута движения деформирующего инструмента на основании геометрии получаемого изделия; разработана методика моделирования процесса инкрементальной штамповки в программном комплексе SprutCAM; подобрано оборудование для инкрементальной штамповки; произведены работы оборудования; отработаны технологии и изготовлены опытные изделия.



**САМАРСКИЙ** УНИВЕРСИТЕТ  
SAMARA UNIVERSITY

Спасибо за внимание!

34, Moskovskoye shosse, Samara, 443086, Russia  
Tel.: +7 (846) 335-18-26, fax: +7 (846) 335-18-36  
[www.ssau.ru](http://www.ssau.ru), e-mail: [ssau@ssau.ru](mailto:ssau@ssau.ru)