

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Тольяттинский государственный университет»

ИНСТИТУТ МАШИНОСТРОЕНИЯ
Кафедра « Сварка, обработка материалов давлением и родственные процессы»

15.04.01 Машиностроение

(код и наименование направления подготовки, специальности)

Системы автоматизированного проектирования в машиностроении

(профиль)

МАГИСТЕРСКАЯ ДИССЕРТАЦИЯ

на тему Совершенствование проектирования крупных вытяжных штампов для листовой штамповки в САПР

Студент(ка)

И.В. Глухов

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

Научный

Е.Н. Почекуев

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

руководитель

Руководитель программы канд. техн. наук., доцент Е.Н. Почекуев

(ученая степень, звание, И.О. Фамилия)

(личная подпись)

« _____ » _____ 20 _____ г.

Допустить к защите

Заведующий кафедрой д-р. техн. наук., профессор В.В. Ельцов

(ученая степень, звание, И.О. Фамилия)

(личная подпись)

« _____ » _____ 20 _____ г.

Тольятти 2018

Содержание

ВВЕДЕНИЕ	3
1 АНАЛИЗ МЕТОДОВ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ШТАМПОВ ДЛЯ КРУПНОЙ ЛИСТОВОЙ ВЫТЯЖКИ	6
1.1 Проектирование технологии вытяжки для крупной листовой штамповки.....	6
1.2 Анализ разработки конструкции вытяжных штампов для крупной листовой штамповки	17
1.3 Выводы	22
2 РАЗРАБОТКА КОНСТРУКЦИИ ШТАМПОВ ДЛЯ КРУПНОЙ ЛИСТОВОЙ ШТАМПОВКИ В САПР	23
2.1 Непараметрическое проектирование крупных штампов для листовой штамповки	24
2.2 Параметризация конструкций штампов для крупной листовой штамповки	25
2.3 Разработка баз данных и библиотек типовых деталей крупных штампов для листовой штамповки	28
2.4 Особенности проектирования крупных штампов для листовой штамповки в различных САПР	31
2.5 Выводы	37
3 ПРОЕКТИРОВАНИЕ ВЫТЯЖНЫХ ШТАМПОВ ДЛЯ КРУПНОЙ ЛИСТОВОЙ ШТАМПОВКИ В NX.....	38
3.1 Описание технологичности изделия и технологического процесса крупной листовой штамповки	38
3.2 Методы проектирования вытяжных штампов в NX	40
3.3 Методы совершенствования проектирования вытяжных штампов в NX.....	48
3.4 Разработка банка типовых деталей вытяжных штампов в NX	50
3.5 Выводы	51
4 РАЗРАБОТКА КОНСТРУКЦИИ ВЫТЯЖНОГО ШТАМПА ДЛЯ КАПОТА ЛЕГКОВОГО АВТОМОБИЛЯ.....	52
4.1 Описание технологического процесса.....	54
4.2 Описание конструкции штампов	56
4.3 Создание методики проектирования.....	58
4.4 Выводы	81
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	82
Список используемой литературы	83

ВВЕДЕНИЕ

Вытяжной штамп является основой формообразующей операции. Он представляет собой сложную сборочную единицу, включающую в себя пуансон, матрицу, прижим и большое количество конструктивных элементов. Сложная конструкция обуславливает высокую трудоемкость проектирования вытяжных штампов.

Технологичность детали которая подлежит вытяжке определяет конструкцию рабочих частей штампа. Необходимые характеристики детали обеспечиваются правильной конструкцией штампа со всеми необходимыми технологическими элементами.

Работа инженера-конструктора подразумевает выполнение проекта в кратчайшие сроки с максимальной проработкой всех узлов, а также с соблюдением требований к технологичности и качеству. Системный подход и полное использование возможностей САПР призваны упростить деятельность конструктора, следовательно, приблизить к выполнению этих условий.

Использование САД систем во многом облегчает процесс проектирования, как самих деталей, так и штампов. Большой арсенал доступных операций позволяет создать сложную структуру штампа, что поможет снизить трудоемкость на проектирование штампов для крупной листовой вытяжки, увеличить производительность труда и минимизировать время от получения технологического перехода до готовых рабочих частей. Поэтому разработка методов проектирования крупных вытяжных штампов является актуальной.

Данная работа посвящена анализу процесса проектирования штампов для крупной листовой вытяжки. Выполняется обзор технологии создания рабочих частей для штамповки. Выделяются этапы моделирования штампов, особенности конструкции, технологические требования. Рассматриваются существующие методы моделирования, проводится их детальный анализ. Описывается возможность параметризации создаваемых моделей. Выполняется выбор программного продукта для моделирования вытяжных

штампов. Описывается методология создания вытяжного штампа для капота легкового автомобиля с использованием средств автоматизированного проектирования. Показаны способы использования баз данных.

Цель работы: Снижение трудоемкости проектирования штампов для крупной листовой штамповки и повышение качества проектируемых рабочих частей с использованием САПР.

Научная новизна заключается в разработке методики автоматизированного проектирования вытяжных штампов для крупной листовой вытяжки в NX Siemens PLM Software.

Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие задачи:

1. Выполнить анализ конструкции штампов для крупной листовой штамповки
2. Провести анализ конструктивных элементов вытяжного штампа;
3. Выполнить анализ существующих методов проектирования;
4. Провести анализ возможностей САПР для проектирования вытяжных штампов;
5. Создать методику ускоренного проектирования с использованием САПР
6. Выполнить моделирование вытяжного штампа для капота легкового автомобиля в программном продукте NX Siemens, модуль “Проектирование элементов штампа”;

Практическая ценность работы в снижении трудоемкости, сокращении времени проектирования и повышении качества рабочих частей вытяжных штампов.

В первой главе проведён анализ создания технологии вытяжки для крупной листовой штамповки.

Рассмотрены виды штампов, их классификация.

Определены основные требования к штампам для крупной листовой вытяжки.

Обозначены основные конструкционные элементы

Во второй главе описаны методы создания вытяжных штампов для крупной листовой вытяжки различными методами проектирования.

Методы проектирования конструкции штампа:

- непараметрическое моделирование;
- параметризованное моделирование;
- использование модулей автоматизированного проектирования;
- использование баз данных типовых деталей

Проведён анализ программных продуктов для моделирования штампов. Выбран программный комплекс NX Siemens, модуль “Проектирование элементов штампа”.

В третьей главе проведён подробный анализ программного продукта для моделирования штампов NX Siemens, модуль “Проектирование элементов штампа”.

Описаны основные методы моделирования доступные в NX, а также особое внимание уделяется специальному модулю для создания штампов.

Выполнен обзор базы данных конструкционных элементов, представленных в NX Siemens для создания штампов. Выполнена классификация и описаны возможности использования и работы с параметрами представленных элементов.

В четвёртой главе приведена методика создания вытяжного штампа для капота легкового автомобиля в NX Siemens “Проектирование элементов штампа”, где подробно рассмотрен процесс создания трёхмерной модели, размещения конструкционных элементов и использование баз данных.

1 АНАЛИЗ МЕТОДОВ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ШТАМПОВ ДЛЯ КРУПНОЙ ЛИСТОВОЙ ВЫТЯЖКИ

1.1 Проектирование технологии вытяжки для крупной листовой штамповки

Процесс проектирования детали от 3D модели до готового продукта начинается с создания и проработки технологического процесса. Разработка технологического процесса является основным вопросом при организации

производства деталей автомобиля. Неправильный выбор технологического процесса может привести к невозможности получения детали на данном производстве или к увеличению средств, затрачиваемых на производство детали.

Из существующих технологических процессов холодной листовой штамповки наиболее сложными и трудоемкими являются технологические процессы штамповки облицовочных деталей кузова автомобиля и подобных им деталей, правильный выбор и разработка которых с точки зрения технической и экономической целесообразности требуют больших теоретических знаний и производственного опыта в области холодной листовой штамповки.

Это объясняется сложностью формы, большими габаритными размерами кузовных деталей, а также требованиями, предъявляемыми к чистоте их поверхности и точности конфигурации. Крупногабаритные детали небольшой высоты и без впадин и выступов из тонкой листовой стали характеризуются пружинением, т. е. могут деформироваться, изменяя форму и размеры, что необходимо учитывать при разработке технологического процесса.

Детали кузовов и кабин автомобилей подразделяют по назначению и предъявляемым к ним эксплуатационным требованиям на следующие основные группы [1]:

наружные облицовочные — крыша, капот, крылья, и т. д. (Рисунок 1.1);

внутренние облицовочные — внутренние двери, пол, брызговики, внутренняя часть капота и т. д. (Рисунок 1.2);

каркасные — стойки, усилители и т. д. (Рисунок 1.3).

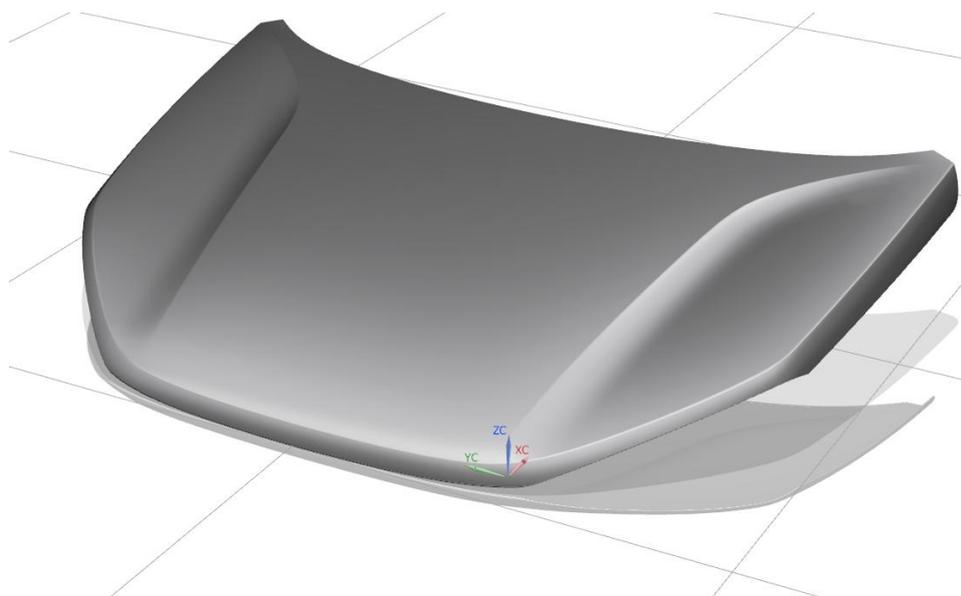


Рисунок 1.1 – Пример наружной облицовочной детали

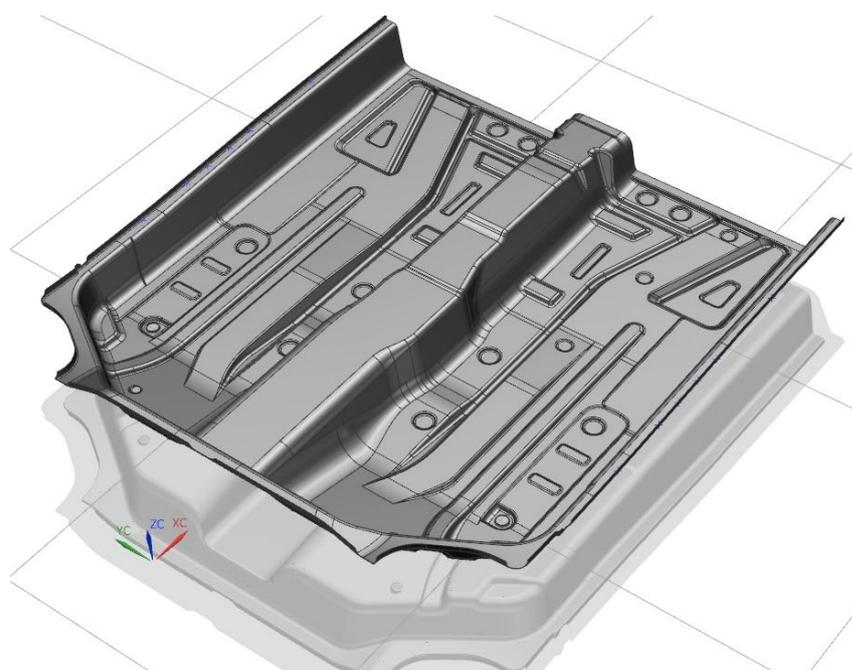


Рисунок 1.2 – Пример внутренней детали кузова легкового автомобиля

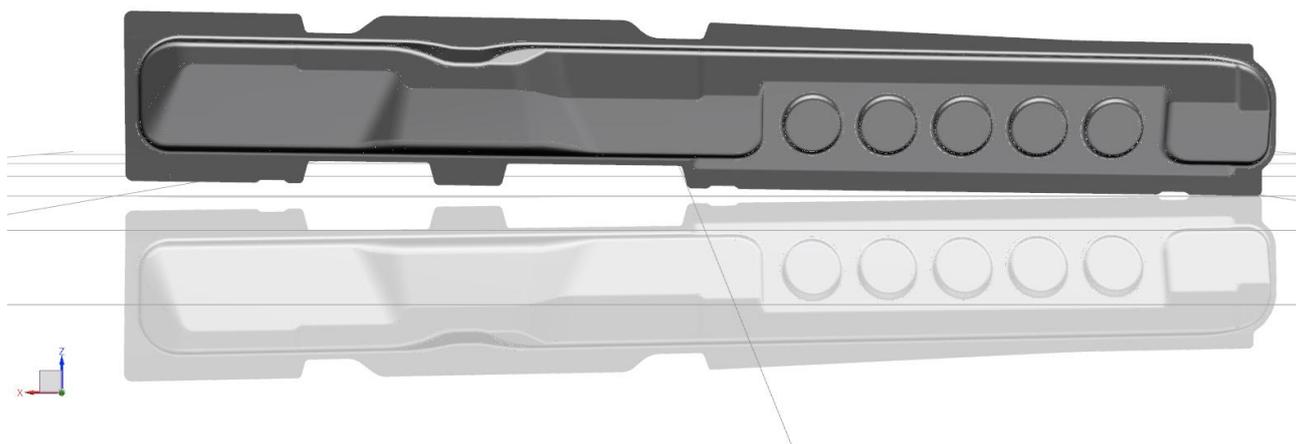


Рисунок 1.3 – Пример каркасной детали

При выборе варианта и разработке технологического процесса необходимо учитывать:

программу выпуска;

форму, габаритные размеры детали, толщину и свойства материала, из которого ее изготавливают, а также требования, предъявляемые к ее качеству, точности изготовления и эксплуатации;

имеющееся в цехе прессовое оборудование и транспортировочные средства, наличие квалифицированных кадров и общий уровень культуры производства;

технический уровень и возможности штамповочно-инструментальных цехов завода;

сроки подготовки производства.

К основным требованиям, предъявляемым к технологическому процессу можно отнести:

- получаемые детали должны быть необходимого качества, соответствовать разработанным чертежам, а их число — установленной программе; при этом стоимость их изготовления должна быть минимальной;

- число технологических операций, обеспечивающих региональные конструкции штампов, обладающих необходимой производительностью, стойкостью, удобством и безопасностью в эксплуатации должно быть минимальным.[22]

Технологические процессы разрабатывают обычно в такой последовательности:

- проверяют конструкцию детали на технологичность;
- определяют наиболее рациональные технологические варианты операций, их последовательность и число;
- определяют форму и габаритные размеры заготовки, расход металла; выбирают схему конструкций будущих штампов;
- способ и направление подачи заготовок и штампованных деталей в штампы и их удаление из штампов;
- определяют типы прессов (усилие, габаритные размеры) и их число, а также необходимое число производственных рабочих;
- трудоемкость и стоимость изготовления детали.

Для изготовления малогабаритных деталей при массовом производстве технологический процесс должен обеспечить:

- высокую производительность труда, для чего используют сложную, высокопроизводительную штамповую оснастку для комбинированной последовательной штамповки из ленточного металла, комбинированную совмещенную штамповку из ленточного и полосового металла, штамповку на многопозиционных прессах с рейферными подачами, многорядную штамповку на совмещенных штампах; кроме того, используют оснастку со средствами механизации и автоматизации;

- прочность и стойкость штампов обеспечиваются за счет точности направления верхней части штампа относительно нижней и применения легированных сталей и твердых сплавов;
- максимальную экономию металла за счет правильного его раскроя, изменения (в пределах возможного) конструкции детали, применения безотходной штамповки;
- получение детали высокого качества;
- удобство эксплуатации штампов и безопасность работы обслуживающего их персонала.

При серийном производстве технологический процесс должен сделать ВОЗМОЖНЫМ:

- выполнение суточной программы с получением детали высокого качества согласно техническим условиям и разработанному чертежу;
- изготовление деталей поэлементным способом на прессах простого действия с применением типовых штампов упрощенной конструкции, а также безопасность работы рабочего-штамповщика;
- стойкость штампов за счет применения для их изготовления углеродистой стали, прошедшей обычную термообработку, без дополнительного упрочнения их поверхностей.

В мелкосерийном и единичном производстве технологический процесс предусматривает получение детали минимальной стоимости и использование для ее изготовления поэлементной штамповки. При этом допускается механическая и ручная доводка деталей.

Сложность и высокая стоимость штамповой оснастки для производства кузовных деталей увеличивают себестоимость выпускаемой продукции, а ошибки, допущенные при разработке технологического процесса (увеличение

числа операций, расхода штампуемого материала, снижение производительности труда), влекут за собой значительные излишние затраты.

Инженер-технолог, учитывая все необходимые требования, строит вытяжной переход детали (Рисунок 1.4). Для его создания инженер использует поверхности, из которых он формирует области заливки, технологической надстройки, поверхности прижима, при необходимости размещая на нем перетяжные элементы.

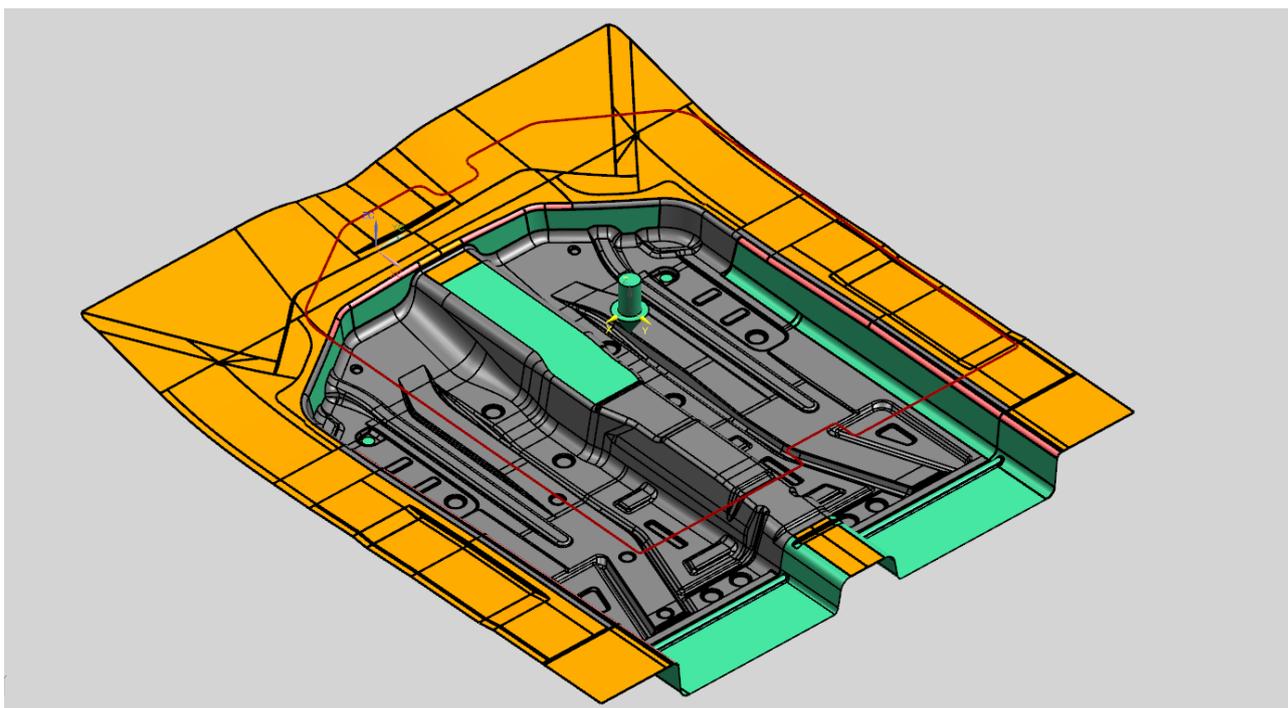


Рисунок 1.4 – Вытяжной переход

Также в геометрии размещается контур заготовки, для дальнейшего создания границ прижимной поверхности на матрице и прижиме, а также размещения устройств, фиксирующих заготовку.

Помимо создания вытяжного перехода инженер-технолог выполняет ряд анализов, которые должны подтвердить, что деталь соответствует требованиям к качеству.

Анализ на утонение (Рисунок 1.5) проводится после выполнения операции вытяжки. В нем отражается изменение толщины металла по всей площади детали. Характеристики выбранного материала определяют максимально

допустимые значения уменьшения толщины листового металла. Эти значения для деталей легковых автомобилей колеблются в пределах 15% - 25%. Также большое влияние на степень утонения коэффициент трения, который отражает, насколько большое сопротивление движению металла отказывает контакт с рабочими частями. Эта задача решается выбором оптимального вида смазки.

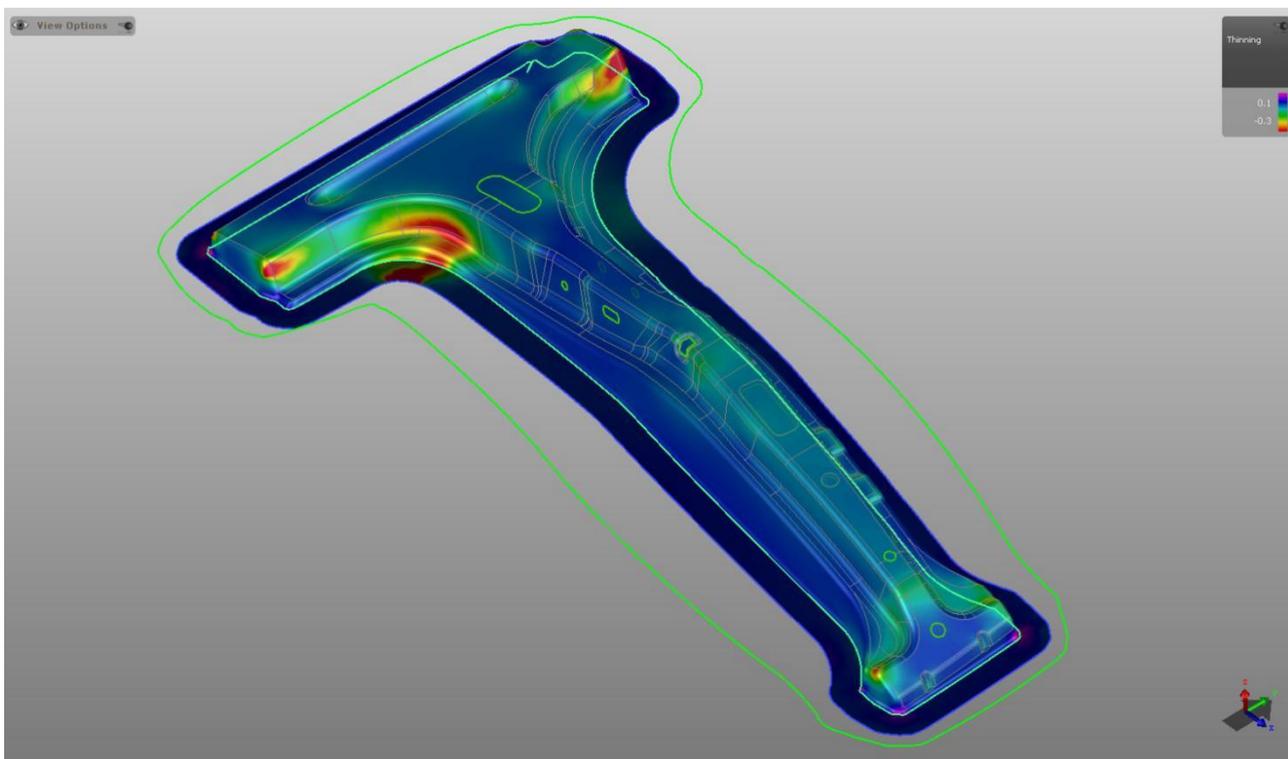


Рисунок 1.5 – Анализ утонения

Анализ штампуемости (Рисунок 1.6) отражает очаги деформации, возможного складкообразования, недостаточной деформации, оптимальной деформации, риски разрывов и разрывы. Исходя из этих показателей, инженер-технолог вносит изменения в геометрию вытяжного перехода. Оптимальным считается, когда 70% поверхности детали окрашено в зеленый цвет – деталь деформирована на необходимую величину, ей приобретена достаточная жёсткость и минимальна возможность возникновения дефектов.[20]

Также анализ штампуемости не обходится без использования FLD диаграммы- диаграммы предельных деформаций (Рисунок 1.7). На диаграмме наглядно представлено распределение конечных элементов по степени деформации в процентном соотношении.

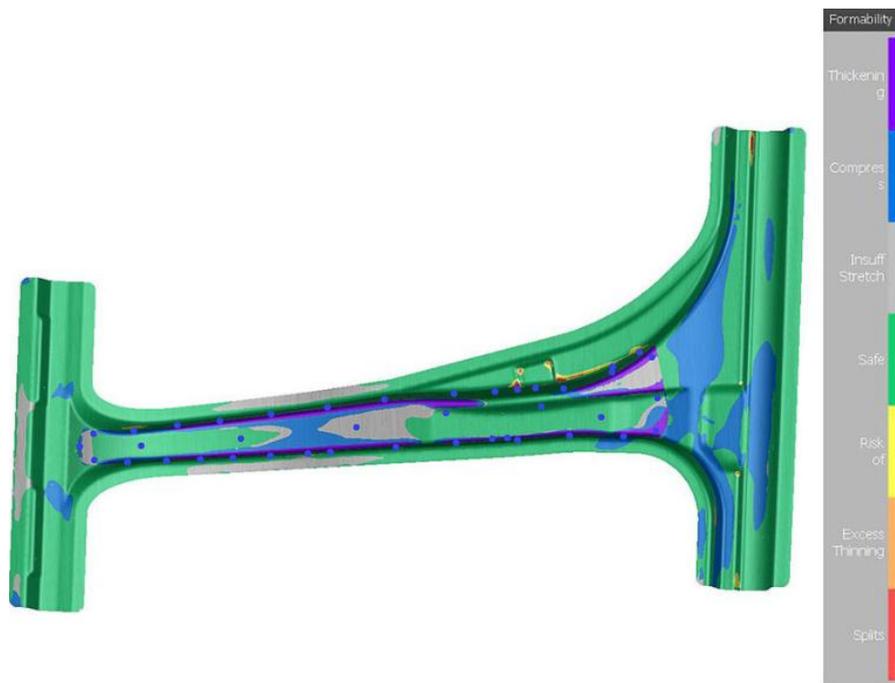


Рисунок 1.6 – Анализ штампуемости

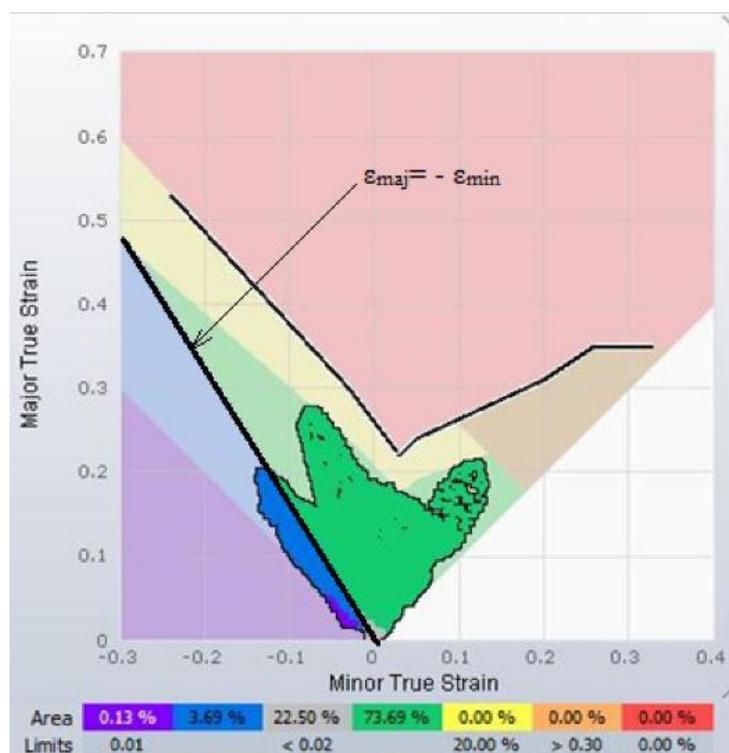


Рисунок 1.7 – FLD диаграмма

Анализ пружинения (Рисунок 1.7) определяет, насколько полученная геометрия соответствует поверхности детали. Детали крупной листовой штамповки часто страдают от этого явления, так как имеют большие габаритные размеры, достаточно много плоских участков, вертикальные

стенки. Решением данных проблем является компенсация геометрии рабочих поверхностей формообразующих операций. Инженер-технолог для решения этой задачи редактирует форму рабочих частей, учитывая изменения геометрии при пружинении деталей. Эта процедура обеспечивает получения необходимых допусков на отклонение, особенно на участках контакта деталей друг с другом.

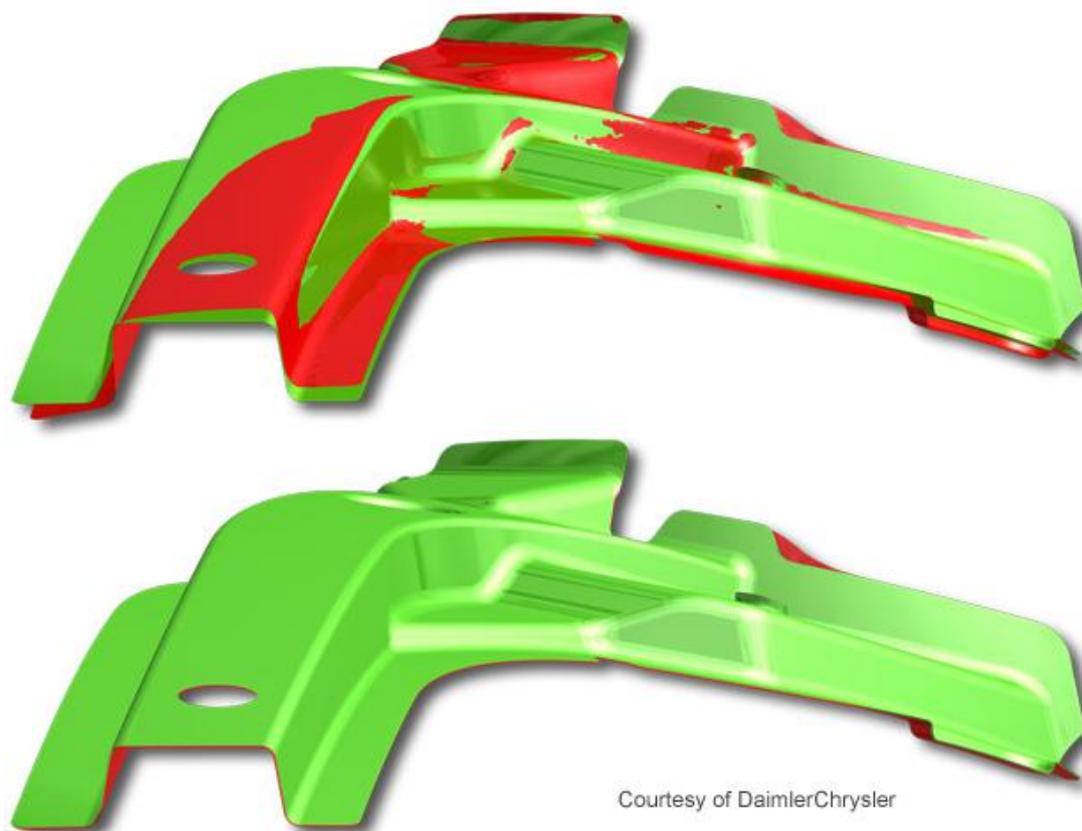


Рисунок 1.8 – Анализ пружинения

Ведущий технолог при участии ведущего конструктора по штамповой оснастке определяет минимально возможное число всех операций, в том числе совмещенных, и схемы будущих штампов. Если появляется сомнение в возможности выполнения той или иной операции, — например резки, отбортовки фланца из-за сложности его формы и большой высоты, вытяжки из-за большой высоты детали или из-за острого угла режущих кромок матрицы (меньше 65°) или тупого угла (больше 120°), то согласовываются возможные пути решения, такие как внесение изменений в конструкцию детали на этапе

вытяжки, которые в дальнейшем компенсируются на следующих операциях, возможен поворот детали в штампе на необходимый угол для соблюдения технологичности процесса резки.

Инженер-технолог во многом определяет будущий вид и структуру вытяжного штампа. Основные параметры, используемые при проектировании:

- вид штампа в зависимости от оборудования;
- геометрия рабочих поверхностей;
- размещение фиксаторов заготовок;
- проем и радиус матрицы;
- наличие и расположение перетяжных ребер или порогов.

1.2 Анализ разработки конструкции вытяжных штампов для крупной листовой штамповки

Штампы для крупной листовой вытяжки предназначены для получения сложной пространственной формы будущих деталей из плоских заготовок листового металла путем деформации при смыкании рабочих частей штампа – вытяжки. Инженер-конструктор, опираясь на необходимые требования, особенности оборудования и технологического процесса моделирует рабочие части штампа. [9]

Штампы различаются по технологическому признаку, конструктивному оформлению, по способу подачи заготовок и удалению отходов.

По технологическому признаку штампы разделяются на две группы: штампы для разделительных операций и штампы для формоизменяющих операций.

К первой группе относятся штампы для отрезки, вырубки, пробивки, надрезки, обрезки, зачистки, ко второй — штампы для изгиба, формовки, вытяжки, объемной штамповки и некоторых других операций. [6]

Кроме того, к технологическому признаку классификации штампов относится степень совмещенности операций: штампы однооперационные и многооперационные (комбинированные). Комбинированные штампы могут быть подразделены на штампы совмещенного действия и на штампы последовательного действия. [6]

По конструктивному оформлению различают штампы без направляющих устройств, с направляющей плитой (пакетные штампы), с направляющими колонками (блочные штампы).

По способу подачи заготовок штампы могут быть разделены на штампы с ручной подачей и с автоматической. По способу удаления отштампованных деталей — на штампы с провалом через окно в матрице, обратной запрессовкой детали в полосу, с выталкиванием детали в верхнюю часть штампа и удалением

ее жестким выталкивателем, сдуванием сжатым воздухом или удалением вручную [6].

Конструкцию штампа выбирают соответственно типу производства, в котором он будет использоваться — мелкосерийном, крупносерийном или массовом.

Штампы должны удовлетворять следующим требованиям:

- точность и качество штампуемых деталей должны соответствовать чертежу и техническим условиям;
- рабочие части штампа должны обладать достаточной прочностью, эксплуатационной стойкостью и возможностью легкой и быстрой замены изношенных деталей;
- штамп должен обеспечивать требуемую производительность, удобство обслуживания, безопасность работы и надежность закрепления его на прессе;
- в конструкции штампа в основном должны быть использованы стандартные и нормализованные детали; количество специальных деталей должно быть минимальным;
- отходы при штамповке должны быть минимальными.
- Части штампов соответственно их назначению можно разделить на следующие основные группы:
- рабочие — образующие форму детали (пуансоны, матрицы и их секции);
- корпусные — связывающие детали штампа между собой и с прессом (нижняя и верхняя плиты, хвостовики);
- направляющие — для направления движения верхней части штампа по отношению к нижней во время работы (колонки, втулки);

- подающие — для подачи материала или заготовок на позицию штамповки;
- установочно — фиксирующие — создающие правильное положение материала или заготовки в штампе и удерживающие их во время выполнения операции;
- съемно-удаляющие — снимающие и удаляющие заготовки и отходы штамповки после выполнения операции (съемники, выталкиватели);
- крепежные — для соединения и скрепления отдельных частей или деталей штампа (пуансонодержатели, держатели и обоймы матриц, все крепежные детали).

Изготовление деталей из листового материала является наиболее прогрессивным и экономичным технологическим методом массового производства, позволяющим многократно повысить коэффициент использования материала при изготовлении деталей оболочкового типа, уменьшить потребное количество металлорежущих станков, снизить экологическую нагрузку на окружающую среду. [29]

Листовая штамповка охватывает две группы штамповочных операций: разделительные и формообразующие. Разделительная операция – это такая операция обработки металла давлением, в результате которой происходит полное или частичное отделение одной части заготовки от другой (резка, вырубка-пробивка, обрезка, надрезка, зачистка, проколка, высечка и т. д.).

Формообразующая операция листовой штамповки – это операция, при которой изменяется форма заготовки результате пластического деформирования последней. К таким операциям можно отнести: изгиб, скручивание, закатку, завивку, вытяжку, раздачу, обжим, рельефную формовку, правку, кернение, дорнование, вытяжку с утонением и т. д.

Операции листовой штамповки осуществляются с помощью специального инструмента-приспособления, который называется штампом. С помощью

штампа заготовка приобретает форму и размеры, соответствующие поверхности или контуру рабочих элементов штампа. Штамп является инструментом, так как заготовка изменяет свою форму и размеры в результате силового воздействия на нее со стороны рабочих частей штампа при их непосредственном контакте. С точки зрения технологии штамп является приспособлением, так как адаптирует кривошипно-шатунный пресс, на который устанавливается штамп для выполнения любой операции листовой штамповки, ориентируя при этом деталь определенным образом в пространстве. Штампы различаются по трем признакам: технологическому, конструктивному, и эксплуатационному.[8]

Однооперационные штампы проще и дешевле в изготовлении, но менее производительны, поэтому их применяют обычно при небольшой программе выпуска (мелкосерийном и единичном производстве). Штампы многооперационные (комбинированные) сложнее и дороже в изготовлении, но более производительны. Их применяют в условиях от среднесерийного до массового производства.

В связи с тем, что в штампах последовательного действия точность размеров получаемых деталей зависит от точности позиционирования при передвижении заготовки в зону выполнения перехода, штампы последовательного действия используются для изготовления заготовок невысокой точности (12...15 квалитетов). Величина допусков для таких штампов на взаимное расположение внутренних и наружных обрабатываемых поверхностей больше чем для комбинированных штампов[6].

Штампы совмещенного действия рекомендуется применять при штамповке заготовок повышенной точности (9...11 квалитет) с жесткими допусками на взаимное расположение внутренних и наружного контуров (менее $\pm 0,1$ мм для отверстий размерами до 20 мм и $\pm 0,15$ мм для отверстий от 20 до 50 мм) [6].

По конструктивному признаку штампы делятся на штампы с направляющими устройствами и без них. Штампы без направляющих просты по конструкции, имеют низкую стоимость, но неудобны в эксплуатации, так как требуют постоянной настройки после изготовления определенного числа заготовок. Так как за счет усилия штамповки происходит смещение верхней части штампа, соединенного с ползуном относительно нижней части, закрепленной на столе пресса. Поэтому штампы без направляющих применяются в мелкосерийном и единичном производстве, для которого важным является низкая стоимость оснастки и не столь существенным стоимость переналадки, так как количество переналадок в условиях единичного производства минимально. Для снижения стоимости штампов их рабочие элементы изготавливают из материалов имеющих невысокую стойкость, тем не менее обеспечивающую заданное качество изготовления всей партии заготовок.

Штампы с направляющими элементами (колонки со втулками, плитки) удобны и безопасны в эксплуатации, позволяют автоматически поддерживать заданное расположение элементов, расположенных на нижней и верхней плите штампа друг относительно друга в течение всего срока эксплуатации, не требуют постоянно настройки. В то же время стоимость этих штампов выше, поэтому они используются и окупаются только в условиях массового производства.

По эксплуатационному признаку штампы делятся на группы в зависимости от способа подачи исходной заготовки на штампы с ручной и автоматической подачей. А по способу удаления отштампованных заготовок — на конструкции, работающие на провал заготовок через отверстие в матрице, с обратной запрессовкой заготовки в полосу или ленту, с выталкиванием заготовки в верхнюю часть штампа и удалением ее жестким выталкивателем, или вручную.

1.3 Выводы

Существует много различных способов производства детали. Технология их изготовления зависит от многих факторов: особенности конструкции детали, программы выпуска, особенностей оборудования, типов средств автоматизации. Оснастка для производства этих изделий должна обеспечивать: достаточную прочность, производительность, удобство из дальнейшего обслуживания.

Требования к технологичности предъявляются на всех этапах создания детали и инженеры должны учитывать эти особенности для повышения качества получаемых изделий.

1. Выявлены необходимые требования к технологичности деталей получаемых вытяжкой, исходя из их классификации и назначения.

2. Освещены основные этапы, требования и особенности создания технологического перехода.

3. Выделены зависимости между технологическим процессом и видом штамповой оснастки.

4. Определены основные рабочие части и конструктивные элементы штампов для вытяжки .

2 РАЗРАБОТКА КОНСТРУКЦИИ ШТАМПОВ ДЛЯ КРУПНОЙ ЛИСТОВОЙ ШТАМПОВКИ В САПР

Проектированием штампа в производственной среде занимается инженер-конструктор. Полученные технологический переход и особенности оборудования определяют будущую структуру штампа. С развитием производств и компьютерных технологий каждая организация стремилась к автоматизации и снижению трудоемкости работ. Таким решением в области инженерии и проектирования стали САПР – системы автоматизированного проектирования. Эти системы подразделяются на подсистемы, классифицирую их по виду выполняемых задач. Так выделилось 3 группы САПР:

- САМ (computer-aided manufacturing – компьютерная поддержка изготовления) системы призваны решать задачи с обработкой деталей с помощью станков ЧПУ, прописывать программу движения и подачи инструментов.
- САЕ (computer-aided engineering – компьютерная поддержка инженерных расчетов) используются для проведения различных анализов и решения инженерных задач. Примером решения таких задач являются расчеты прочностные, тепловые, гидравлические.
- САД (computer-aided design – компьютерная поддержка проектирования) системы представляют собой фундаментальные САПР, позволяющие в 3D пространстве создавать модели конструкций, тел, деталей. Дальнейшие этапы производства, анализа решения необходимых задач происходят на основе 3D моделей полученных в этих программах. Помимо функций пространственного моделирования САД обладают стандартными инструментами создания 2D чертежей и обеспечивают их взаимодействие. Как получение чертежей по готовым 3D моделям, так и обратный процесс получения из 2D чертежей

пространственных тел. Именно к САД и обращено внимания инженера-конструктора.

2.1 Непараметрическое проектирование крупных штампов для листовой штамповки

Графическая документация и чертежи необходимы для запуска серийного производства оборудования, деталей и прочих изделий. В подобных документах прописывается максимально полная информация по каждому элементу и его назначению. Разработка и изготовление чертежей является одним из наиболее ответственных этапов в создании изделия или оборудования. [30]

Чертежный документ содержит информацию о функциональном значении, принципе действия и связи отдельных элементов оборудования. Эти данные подаются в виде графического изображения высокой степени сложности, которое позволяет в дальнейшем произвести деталь.

В документе присутствует многообразие условных обозначений и пометок, определяющих взаимосвязь отдельных изображений чертежа. На данный момент разработка чертежей вручную практически не производится, так как в этом случае эскиз недостаточно защищен от ошибок. Виды чертежей определяются в соответствии с параллельным проецированием объекта на основные плоскости координат.

Однако чертежи трудно подвергнуть параметризации с целью ускорения проектирования штампов. Поэтому оформление и создание чертежей отошло на второй план.

Развитие компьютерных технологий позволяет шире внедрять параметризацию.

Кроме этого, создание и работа с бумажными чертежами имеет ряд недостатков:

- сложности и длительность создания;
- необходимость особого хранения;
- сложность поиска информации;
- использование измерительных приборов, дающих погрешность.

2.2 Параметризация конструкций штампов для крупной листовой штамповки

Параметризованный метод моделирования является прогрессивным. Инженер может построить свою работу таким образом, что изначально создаст иерархию сборочной модели, в которой будет определена структура сборки. Каждый элемент в сборке будет пространственно привязан к другим компонентам с помощью ограничений.

Проектирование сборки "сверху вниз" характеризуется тем, что компоненты сборки можно моделировать непосредственно в самой сборке. Причем такой порядок проектирования предпочтителен по сравнению с проектированием "снизу вверх", так как он позволяет автоматически определять параметры и форму взаимосвязанных компонентов и создавать параметрические модели типовых изделий.

При создании пакета штампа создается структура сборки, которая содержит в себе строгую систему взаимодействия конструктивных элементов. Обычно штамп делят на верхнюю и нижнюю часть. Вытяжка на прессах двойного действия подразумевает размещение в верхней части штампа на внутреннем и внешнем ползунах пуансона и прижима соответственно. Нижняя часть включает в себя матрицу. В свою очередь в сборке каждой из рабочих частей содержатся конструктивные элементы для направления, крепления, ограничения хода и т.д.

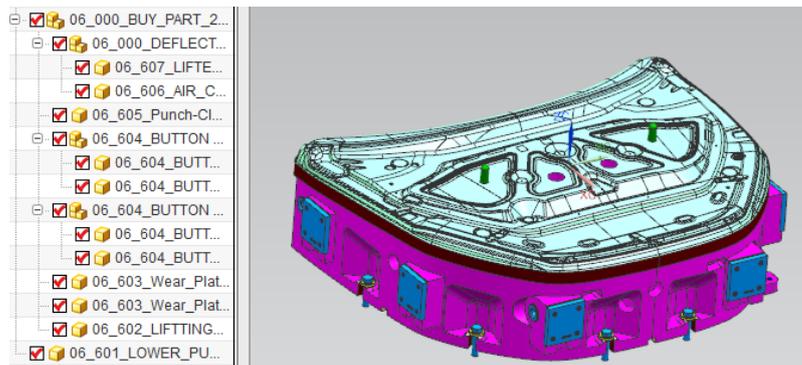


Рисунок 2.1 – Многоуровневая сборка

Параметрическое моделирование подразумевает под собой построение геометрии с набором параметров. Параметры модели – значения длины, высоты или других геометрических параметров модели. При их изменении меняется конструкция создаваемой геометрии.

Рассмотреть данный принцип можно на примере создания вытяжного пуансона по заданным параметрам. При сохранении параметров по умолчанию создается тело вытяжного пуансона с заданными значениями, которые прослеживаются в сечении (Рисунок 2.2).

При необходимости возможно вернуться к параметрам моделирования, после того как программа построила геометрию (Рисунок 2.3). Внесенные изменения вступают в силу, трансформируя полученное тело.

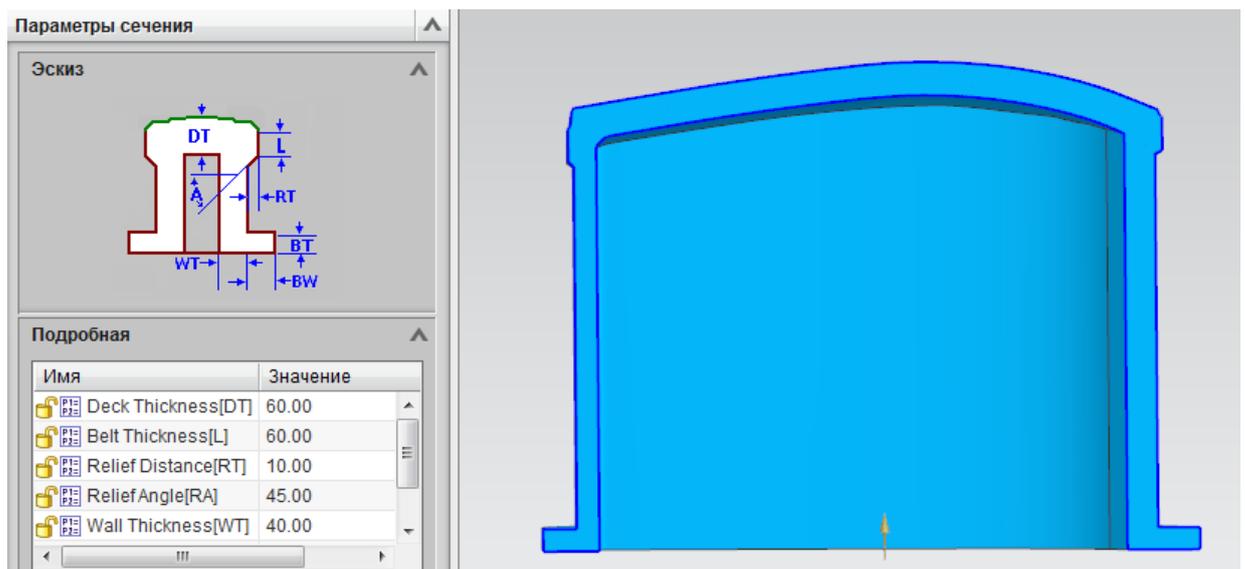


Рисунок 2.2 – Создание параметризованного вытяжного пуансона

Внесение изменений в созданные объекты возможно на любом этапе моделирования, так как все параметризированные действия отображаются и сохраняются в дереве построений.

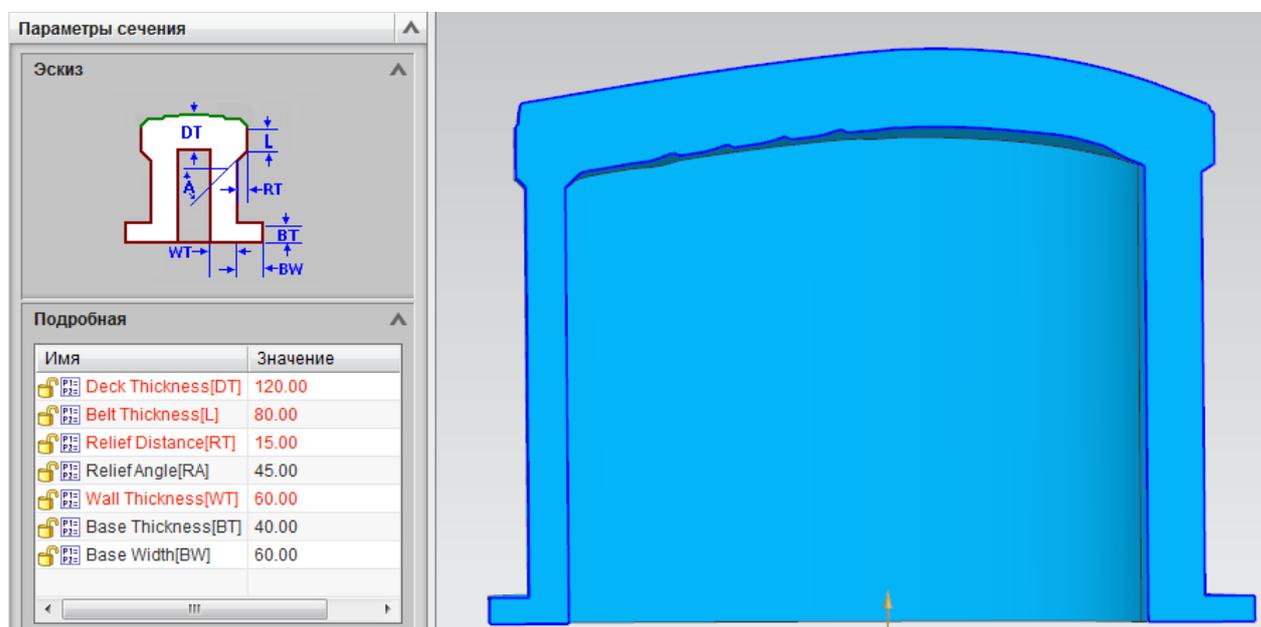


Рисунок 2.3 – Изменение параметров вытяжного пуансона

Современные САПР ориентированы на параметризацию всех создаваемых операций. Параметры, созданные на базе формул, позволяют создавать сложные пространственные геометрии, такие как точки переменного радиуса (Рисунок 2.4). Они применяются при подборе оптимальных размеров перетяжных ребер, что позволяет более детально настроить этот конструктивный элемент и добиться необходимого натяжения заготовки на различных участках.

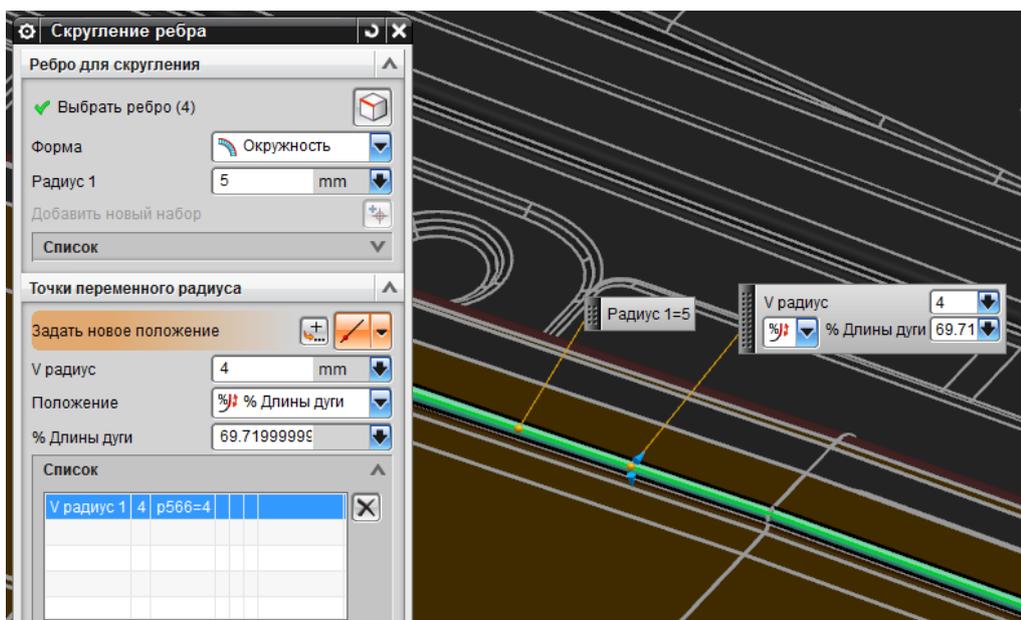


Рисунок 2.4 – Операция скругления ребра, основанная на параметрах

2.3 Разработка баз данных и библиотек типовых деталей крупных штампов для листовой штамповки

База данных содержит параметризованные типовые детали. При необходимости любую из них можно подгрузить в рабочее пространство в виде сборки, правильно расположить, изменить габаритные размеры, при необходимости клонировать.

Рассмотрим файлы баз данных NX проектирования крупных штампов (Рисунок 2.5). Информация об элементах базы данных представлена в виде эскизного рисунка с сечениями и обозначениями настраиваемых параметров. Файл модели и таблицу, в которой представлены все значения, используют при создании сборки модели штампа.

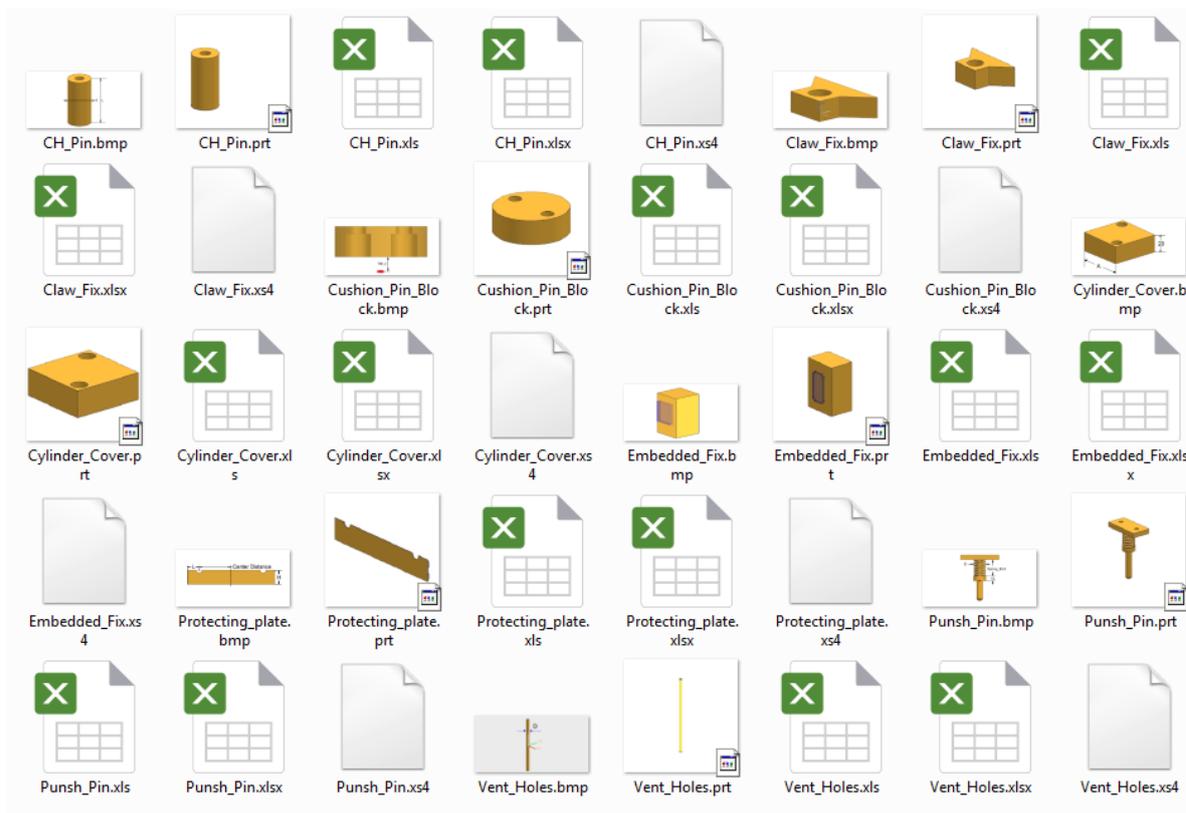


Рисунок 2.6 – Состав базы данных

Эскизное изображение типового элемента (Рисунок 2.6) дает визуальное представление о создаваемом типовом элементе. Это первое что видит инженер при выборе параметризованных деталей из базы. Также этот рисунок содержит в себе размерные обозначения и расположение значений параметров, при изменении которых будет изменяться форма детали.

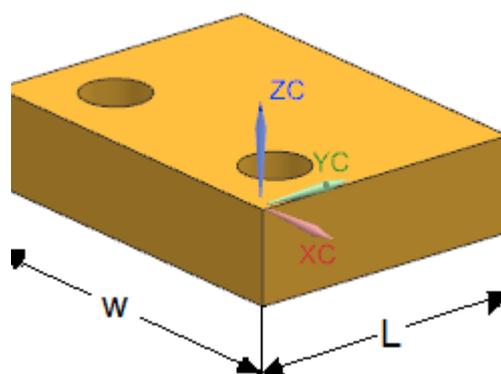


Рисунок 2.6 – Эскизное изображение типовой детали

Таблица параметров (Рисунок 2.7) несет в себе значения размеров примитивов, из которых создается деталь, а также переменные, которые

характеризуют величины, используемые программой при создании твердого тела. В данном случае плитка состоит из параметризованного эскиза. Начальные размеры прямоугольника, расположение отверстий и их диаметр заложены в данные эскиза. После эскиз вытягивается на заданную величину и тем самым получается твердое тело с необходимыми параметрами.

	A	B	C	D	E	F	G	H
1	BITMAP	Clamp.bmp						
2								
3	PARAMETERS							
4	a	b	d	l	t	w		
5	20	20	18	75	25	100		
6								
7	END							
8								
9								
10								
11								

Рисунок 2.7 – Таблица параметров типовой детали

Программные продукты САПР собирают все эти данные в удобном диалоговом окне создания детали. Помимо изменения значений в диалоговом окне есть возможность точной ориентации детали относительно ее локальной системы координат.

Такой процесс создания типовой детали называется динамической компонентой (Рисунок 2.8), так как инженер обращается к созданию одной уникальной детали. Следующий этап называется статическим и подразумевает клонирование и ориентацию в рабочем пространстве ранее созданной параметризованной детали. [17]

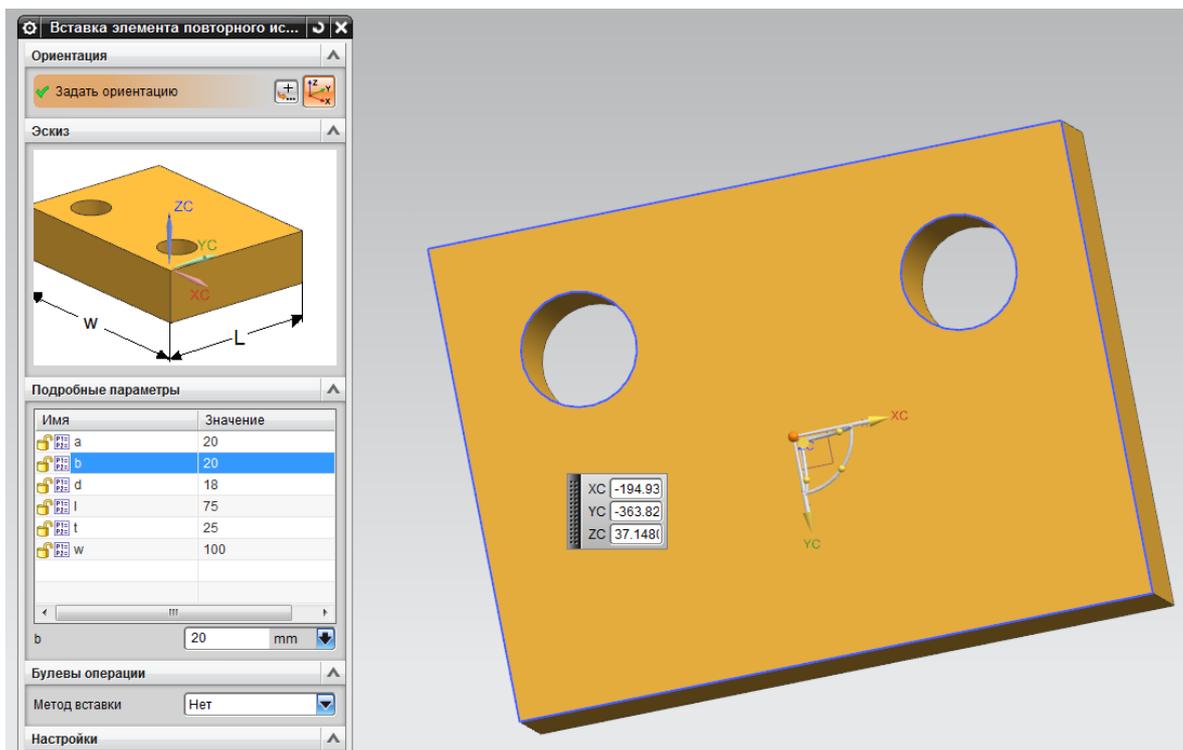


Рисунок 2.8 – Создание параметризированной детали в среде проектирования NX

2.4 Особенности проектирования крупных штампов для листовой штамповки в различных САПР

Специалисты отрасли холодной листовой штамповки утверждают, что только 10% времени проектирования уходит на создание оригинальных рабочих частей, остальные 90% проектирования занимают наполнение штампа типовыми деталями, составление спецификаций, подготовка чертежей. [11]

В связи с ростом количества выпускаемой продукции и повышенных требований к качеству, ведущие CAD системы включили в функционал своих систем специальные приложения, призванные ускорить работу над проектированием штамповой оснастки.

Принимая во внимание значимость современных методов, специальные модули проектирования штампов для крупной листовой вытяжки сочетают в себе все плюсы параметризованного моделирования и использования типовых деталей из баз данных.

Основными требованиями к возможностям САПР для проектирования элементов штампов являются:

- создание рабочих частей штампа (пуансон, матрица, прижим);
- параметризация создаваемых тел;
- возможность свободного обмена информацией между компонентами комплекса САПР;
- использование типовых элементов штампа;
- использование баз данных, для создания конструктивных элементов;
- создание чертежей и спецификаций на основе полученной геометрии.

В свою очередь, предприятия, стремясь к созданию штамповой оснастки с минимальными затратами основывают свой выбор САПР на:

- список функциональных возможностей и возможность их применения на предприятии;
- невысокая стоимость комплекса;
- возможность использования файлов предыдущих версий САПР или программами других производителей;
- простой способ внедрения и обучения;
- максимально низкая стоимость обновлений.

Ниже представлены некоторые из комплексных решений по проектированию штамповой оснастки для крупной листовой вытяжки:

КОМПАС-ШТАМП представляет собой отечественное решение в совершенствовании процессов проектирования штампов и использования баз данных с типовыми элементами (Рисунок 2.9).

Программа предлагает возможность проектирования конструкций штампов для всех возможных операций листовой штамповки.

КОМПАС-ШТАМП в своем комплексе содержит следующие функции:

- возможность полного сопровождения процесса создания штампа;
- функции для оформления спецификаций и документов;
- внутреннюю базу данных с большим разнообразием типовых деталей.

Также во время проектирования в этом программном продукте создается иерархия дерева построений, которое отражает выполненные операции, компоненты сборки, технологические системы крепежей и фиксации. Обеспечивает удобную и понятную работу в стандартной среде проектирования КОМПАС 3D. [12]

Крупнейшими пользователями программных продуктов являются: ОАО «ПО «Севмаш», ОАО «Ракетно-космический центр «Прогресс», ОАО «Машиностроительный концерн ОРМЕТО-ЮУМЗ», ОАО «Институт «Гипроникель»,

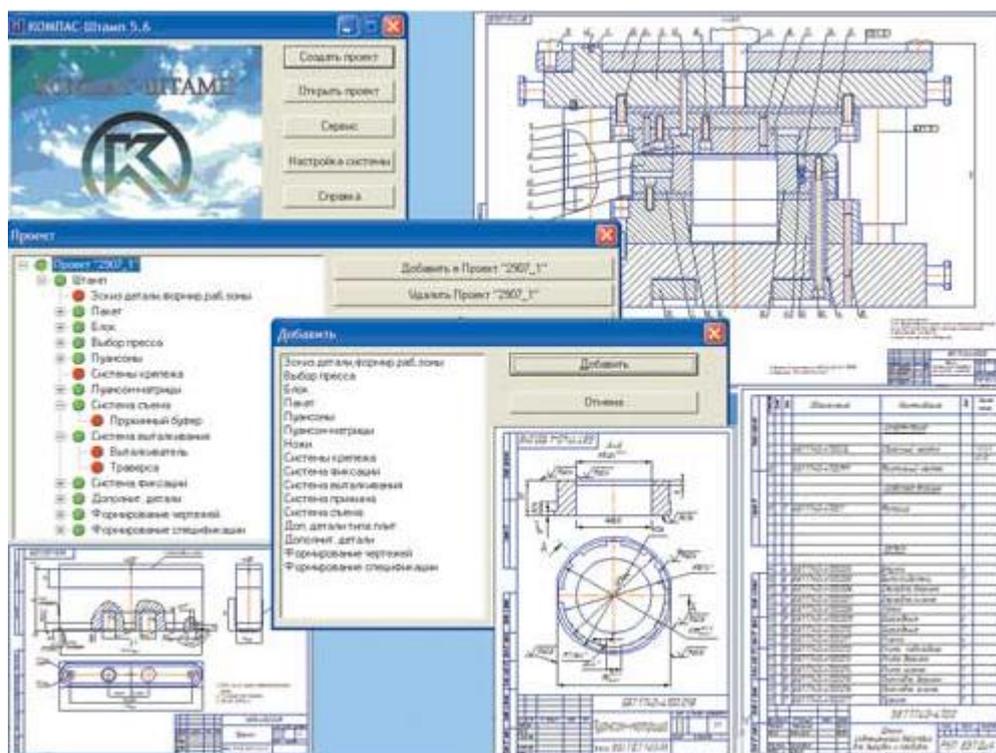


Рисунок 2.9 – Проектирование штампов в среде КОМПАС ШТАМП

Система проектирования VAMOS Рисунок (2.10) - это очень мощный инструмент для моделирования твердых тел штампов для холодной листовой штамповки. Здесь используются все неотъемлемые преимущества философии твердотельного моделирования. Это делается с помощью конкретных компонентов VAMOS (блоков проектирования) вместе с функционалом, позволяющим управлять этими компонентами. В сочетании с полной интеграцией приложения VAMOS в систему CATIA V5, этот программный продукт является отличным инструментом для решения задач по проектированию штамповой оснастки.

Предварительно сконфигурированные матрицы, отливки и плиты обеспечивают:

- простую работу с параметризированными элементами;
- возможность работать параллельно в нескольких позициях прогрессивной линии;
- легкость интеграции режущих и формовочных инструментов и их групп.

Инженеры компании заявляют, что приложение VAMOS в цепочке процессов для прогрессивных штампов приведет к значительной экономии из-за использования:

- стандартных компонентов;
- повторного использования сложных конструктивных групп;
- интеграция технологической цепочки с использованием безбумажного производства;
- сокращение времени выполнения построений;
- так называемое «Параллельное проектирование», представляющее собой совместную, одновременную работу над различными частями модели твердого штампа нескольких сотрудников;

- повторное использование существующих аналогичных моделей

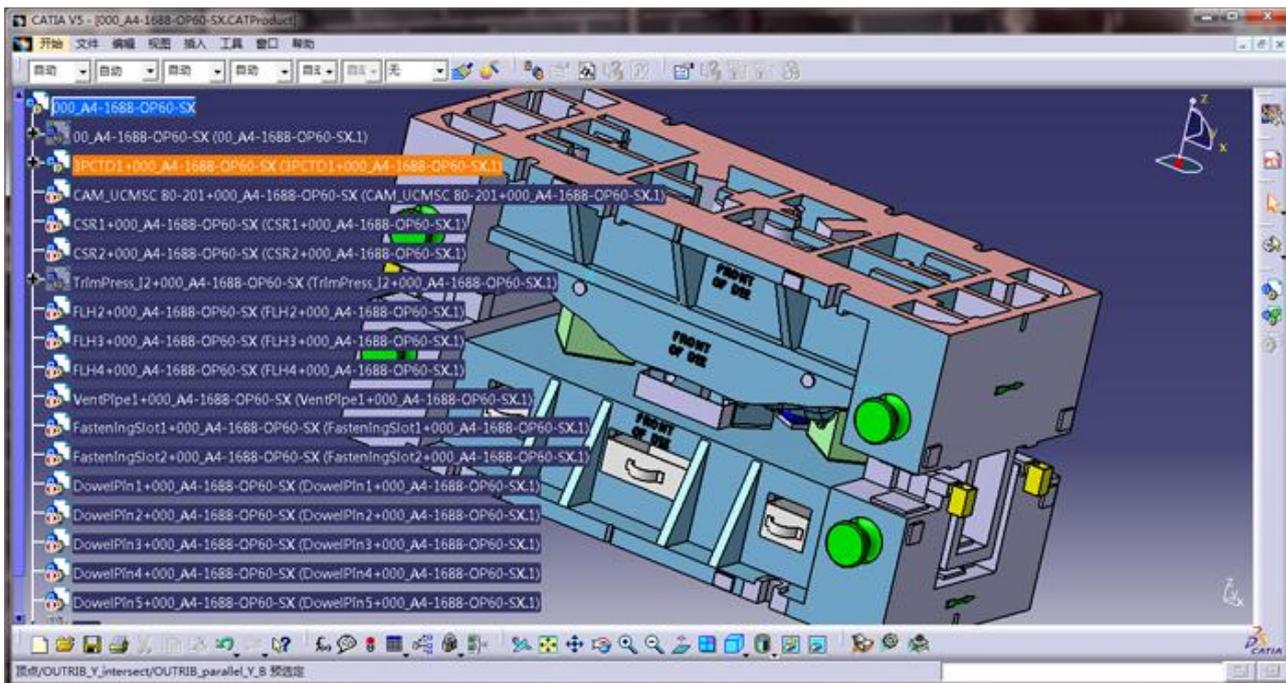


Рисунок 2.10 – Проектирование штампов в среде CATIA VAMOS

Партнёрами, использующими данный программный продукт, являются: заводы «BMW», «Renault», «VOLVO», «DaimlerChrysler», «LEGO».

Компания Siemens предлагает комплексное решение для автомобильных штампов «Проектирование элементов штампов» – от проектирования детали из листового металла, проектирования и оптимизации процесса штамповки, проектирования формообразующих граней, проектирования структуры штампов, до полного набора инструментов программирования станков с ЧПУ для изготовления штампов. Приложение NX «Проектирование элементов штампов», в сочетании с программным обеспечением Tecnomatix® и приложениями Teamcenter охватывает весь процесс проектирования, разработки и изготовления штампов и позволяет повысить эффективность процесса и качество автомобильных штампованных деталей. [18]

NX Die Engineering (Проектирование штампов) предлагает инструменты для разработки операций листовой штамповки для всех линий прессов.

NX помогает разработать изготовление детали из листового металла с помощью вытяжки, обрезки, фланцовки и других операций.

NX может взаимодействовать с несколькими приложениями для анализа проверки штампуемости.

Приложение Tecnomatix Stamping позволяет проектировщику провести моделирование линии прессов, отдельных элементов пресса, а также процесса переноса детали между позициями.

NX CAM предлагает первоклассные функции для обработки формообразующих поверхностей штампа с использованием самых современных технологий в области высокоскоростной обработки.

Высокопроизводительные приложения фрезерования в NX Machining позволяют выполнять быстрое программирование станков с ЧПУ для компонентов структуры штампа.

NX Die Design (Рисунок 2.11) предлагает целый ряд функций для подробного проектирования структуры штампов.

Teamcenter Manufacturing предлагает мощные возможности для планирования процесса, управления данными, управления конфигурацией, а также гибкие возможности создания отчетов.

Комплексные решения, предоставляемые NX SIEMENS, позволяют сопроводить деталь от этапа создания математической модели до производства штамповой оснастки.

Для решения этих задач широко используются передовые методы проектирования в NX SIEMENS.

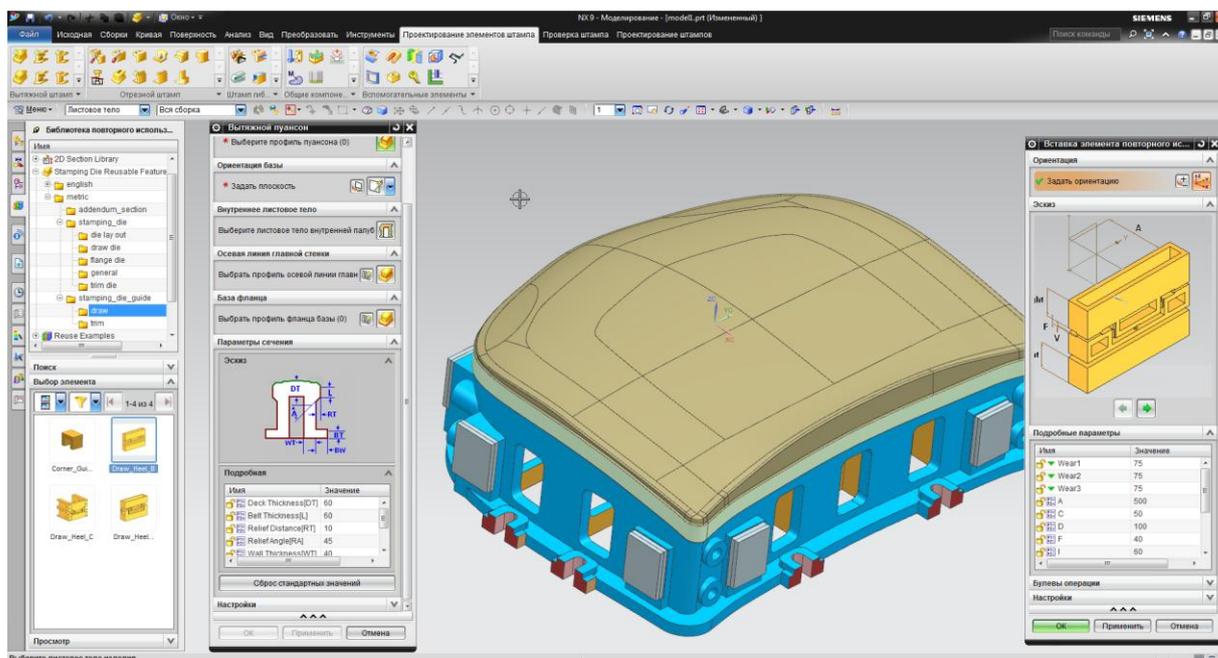


Рисунок 2.11 – Проектирование штампов в среде NX SIEMENS

Большой выбор предоставляемых функций, современный подход к процессам моделирования и поддержки производства, а также использование крупнейшими автомобилестроительными предприятиями обуславливают покупку именно этого программного продукта, для создания методики построений крупных вытяжных штампов для листовой штамповки.

2.5 Выводы

1. Выполнен анализ способов проектирования штампов для крупной листовой штамповки
2. Показана необходимость использования параметризации и баз данных с целью ускорения проектирования штампов для крупной листовой штамповки.
3. Представлена тенденция перехода в стратегиях проектирования от «бумажных» технологий, основанных на чертежах к использованию методов совершенствования проектирования штамповой оснастки на базе современных программных комплексов
4. Выбран программный продукт для проведения дальнейших разработок методик проектирования штамповой оснастки.

3 ПРОЕКТИРОВАНИЕ ВЫТЯЖНЫХ ШТАМПОВ ДЛЯ КРУПНОЙ ЛИСТОВОЙ ШТАМПОВКИ В НХ

3.1 Описание технологичности изделия и технологического процесса крупной листовой штамповки

Детали, входящие в состав кузова легкового автомобиля должны обладать высокими прочностными, эксплуатационными качествами. Также особое внимание уделяется эстетике и качеству получаемых поверхностей. Что будет определять дальнейший товарный вид детали. [6]

Технологичной принято считать деталь, обладающую необходимыми требованиями, получаемую за минимальное количество операций из заготовок минимального размера. Эти параметры определяют конечную стоимость детали. При разработке конструкции штампованных деталей технолог и конструктор проводят совместную работу, чтобы обеспечить простоту изготовления детали. Не продуманная геометрия изделия может повлечь за собой необходимость использования дорогостоящих штампов.

Конфигурация, форма, размеры детали определяют вид технологии, которая будет использована при производстве. А инженер-технолог, моделируя процесс производства детали, во многом определяет ее будущую стоимость.

Детали, получаемые крупной листовой штамповкой делятся на:

- наружные облицовочные;
- внутренние облицовочные;
- каркасные.

Они обладают высокими требованиями, но так как каждая деталь несет определенную функцию в конструкции автомобиля, есть индивидуальные требования в зависимости от классификации. [19]

Наружные облицовочные детали в основном характеризуются:

- сложной пространственной формой;
- крупными габаритными размерами;
- сравнительно небольшой толщиной (0,6-1,5мм);
- высокие требования к качеству и точности поверхности;
- необходимость использования сложной штамповой оснастки;
- сложность технологического процесса и получения необходимой точности.

Используя эти критерии, инженер-конструктор старается добиться необходимой конфигурации, используя при моделировании следующие рекомендации:

- минимальная возможная высота вытяжки;
- максимально возможные размеры радиуса скругления поверхностей дна и стенок;
- наличие плоских, горизонтально или вертикально ориентированных участков для базирования заготовки;
- создание на крупногабаритных недостаточно растянутых деталях ребер жесткости и подштамповок.

После создания детали, отвечающей всем необходимым требованиям, начинается этап проектирования технологии. Крупная листовая вытяжка по праву считается одной из самых сложных операций холодной листовой штамповки.[21]

Основные рекомендации, при проектировании технологического процесса крупной листовой штамповки:

- получение деталей высокого качества;
- минимально возможный расход материала;
- неиспользование форм, обеспечивающих быстрый износ штампа;

- соответствие усилий на каждой из операций с параметрами оборудования;
- ориентация на особенности средств автоматизации производства;
- равномерное прилегание заготовки к прижимной поверхности на этапе закрытия штампа;
- соответствия заданным отклонениям по форме и контуру, относительно чертежа детали;
- правильный выбор последовательности операций.

Необходимо смоделировать проем матрицы без острых углов и наличия узких участков, так как эта линия в дальнейшем будет определять пространственную форму пуансона, матрицы и прижима. Наличие этих дефектов может повлечь за собой невозможность литьевых операций или обработки рабочих частей, а также недостаточную прочность инструментов.

Готовый технологический переход содержит в себе поверхность для каждой из операций, проем матрицы, обозначенные линии первой и второй обрезки, пробиваемые отверстия, рабочие поверхности гибочных секций фланцев, направление штамповки, сечение детали, расположение фиксирующих конструктивных элементов, маркировок, необходимые системы координат.

3.2 Методы проектирования вытяжных штампов в NX

Развитие методов и средств геометрического моделирования определило изменение ориентации графических подсистем САПР. В САПР можно выделить два вида графических подсистем:

1. Системы, предназначенные для создания 2D объектов (штампов)-чертежей.

2. Системы, предназначенные для создания 3D объектов (штампов) электронных моделей (макетов) штампов.

Системы первого поколения, ориентированные на чертеж, обеспечивают необходимые условия для создания конструкторской документации. В таких системах создается не объект (деталь, узел), а графический документ.

Эволюция графических подсистем САПР привела к тому, что системы, ориентированные на чертеж, постепенно утрачивают свое значение (особенно в области машиностроения) и все большее распространение получают системы, ориентированные на объект. [17]

Модуль моделирования в NX SIEMENS является решением по проектированию изделий, которое упрощает и ускоряет процесс разработки и проектирования для инженеров, задачей которых является создание изделий высокого качества и обладающих необходимыми требованиями к технологичности.

Как любая современная CAD система предлагает инженеру-конструктору на выбор метод проектирования: твердотельный и поверхностный. Любой из этих вариантов можно использовать для создания рабочих инструментов штампа.

Метод твердотельного моделирования подразумевает изначальную работу с оболочками твердых тел. Изначально создается какой-то примитив – твердое тело, простой пространственной формы, которое в дальнейшем изменяется, путем обрезки, разделения, уклона, созданием скруглений и фасок, вытягивание или вращением. [17]

Неоспоримыми преимуществами твердотельных моделей являются:

- полное определение объемной формы и возможность разграничения внешней и внутренней областей объекта, что необходимо для обнаружения нежелательных взаимовлияний компонентов;
- обеспечение автоматического удаления скрытых линий;

- автоматическое построение трехмерных разрезов компонентов, что особенно важно при анализе сложных сборочных изделий;
- применение перспективных методов анализа с автоматическим вычислением объемных и весовых характеристик и разбиением трехмерных моделей на твердотельные конечные элементы для проведения расчета напряжений;
- наличие средств получения фотореалистических изображений проектируемых объектов;
- повышение эффективности имитации динамики механизмов, процедур генерации траектории движения инструмента и функционирования роботов. [17]

Представленный функционал (Рисунок 3.1) представляет собой использование элементов построений и средств синхронного моделирования.

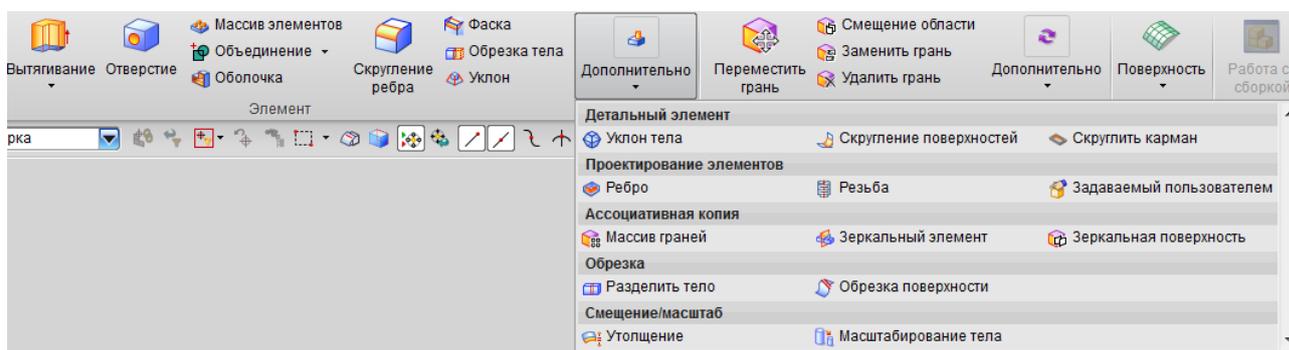


Рисунок 3.1– Функционал, необходимый для твердотельного моделирования

Проектирование штамповой оснастки с помощью функций твердотельного моделирования, пожалуй, самый распространенный метод. Как и было сказано выше, для создания рабочих частей используются простые геометрические примитивы, которые в дальнейшем обрезаются и с применением булевых операций приобретают окончательный вид. Для примера (Рисунок 3.2) использован поверхность технологического перехода, и блок, представляющий

собой твердое тело, габаритные размеры которого приближены к размер будущего рабочего инструмента – пуансона.

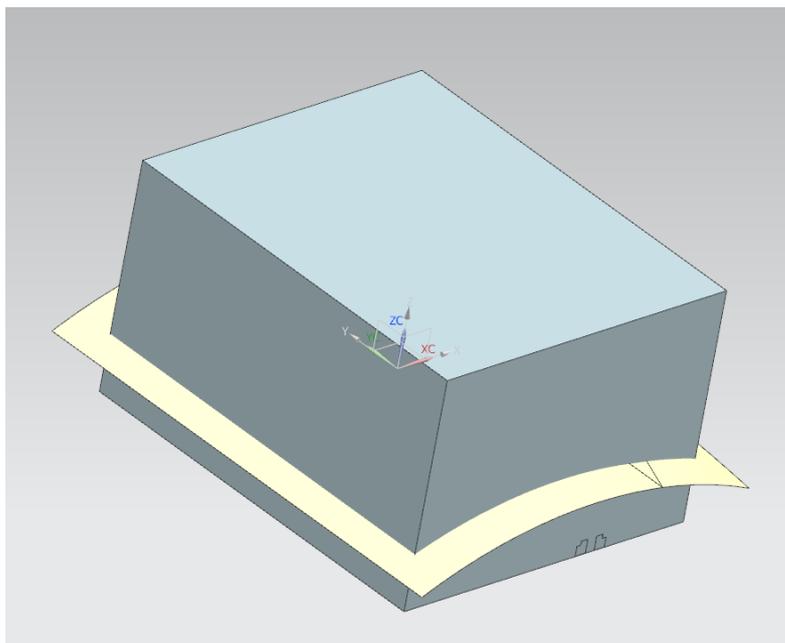


Рисунок 3.2 – Пример твердотельного моделирования рабочих частей

Инженер-конструктор, разместив объекты, таким образом, получает возможность обрезать имеющийся блок поверхностью. Стоит отметить, что поверхность обязательно должна выходить за пределы твердого тела, а также отвечать допуску, указанному при создании операции “Обрезка” (Рисунок 3.3).

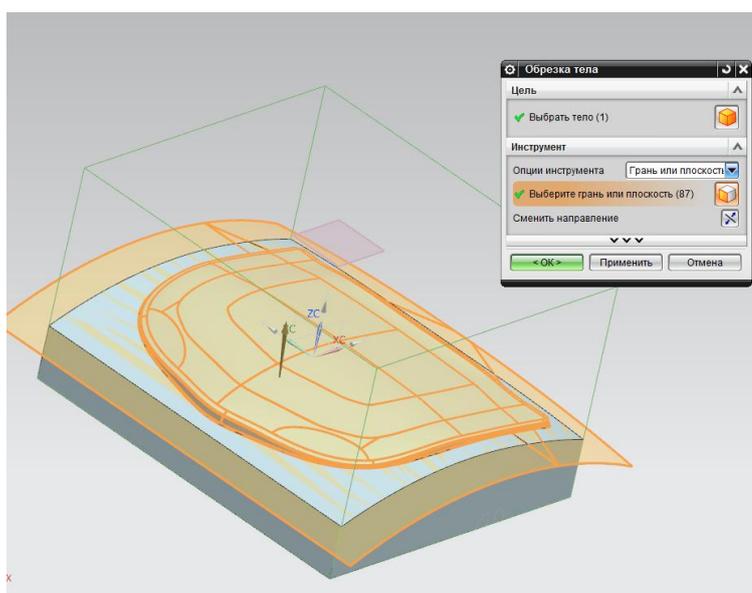


Рисунок 3.3 – Операция “Обрезка”

После получения рабочей поверхности в теле будущего пуансона, начинается кропотливая работа по приданию оставшемуся блоку необходимых размеров и форм, созданию прижимного фланца. Внутренних карманов, ребер прочности и элементов крепления. Все дальнейшие построения выполняются по тому же принципу. Пример использования средств синхронного моделирования рассмотрен на примере создания фасок на направляющей плитке (Рисунок 3.4).

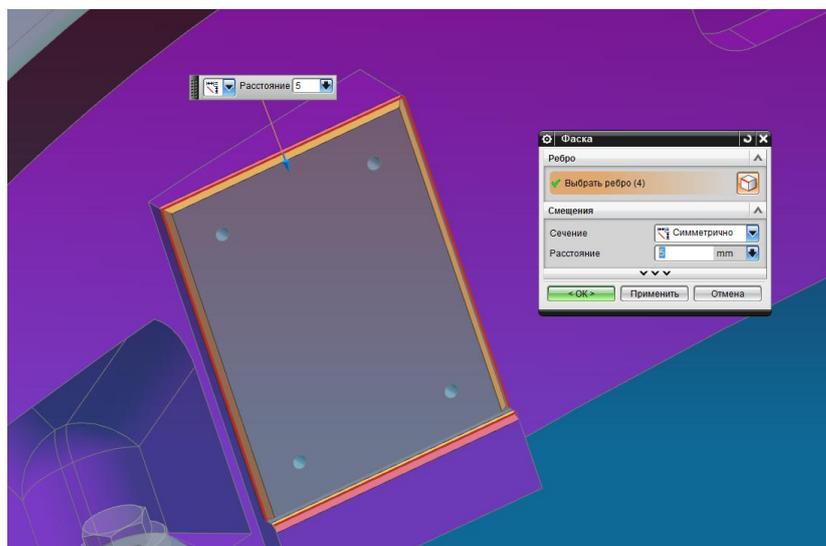


Рисунок 3.4 – Создание фасок элементами синхронного моделирования

Поверхностное моделирование является более сложным методом создания рабочих частей. В поверхностном моделировании сначала по кривым, точкам и сплайнам, ориентированным в пространстве, создаются поверхности, которые в дальнейшем при взаимодействии и сшивании образуют оболочку твердого тела. Поверхности тел рабочих инструментов сопрягаются с поверхностью перехода и обрезаются по линиям пересечений и затем выполняют с ними последующие операции. На последнем этапе полученные поверхности сшиваются для образования твердого тела. Твердое тело необходимо для дальнейшей механической обработки на ЧПУ станках. Поверхностное моделирование позволяет создавать сложные пространственные настраиваемые формы,

используемые, например, для создания моделей облицовочных кузовных деталей автомобиля или прижимных поверхностей.[17]

Поверхностное моделирование имеет следующие преимущества по сравнению с каркасным проектированием:

- способность распознавать и изображать сложные криволинейные грани, обеспечивать средства получения тоновых трехмерных изображений;
- способность распознавать особые построения на поверхности, например отверстия;
- возможность получать качественное изображение и обеспечивать удобный производственный интерфейс со стенками с ЧПУ при имитации траектории движения инструмента в трехмерном пространстве;
- обеспечение более эффективных методов для имитации функционирования роботов.

Методы поверхностного моделирования применяют в областях, где проектируются скульптурные поверхности, т. е. поверхности, взаимодействующие с внешней средой, или поверхности, к которым предъявляются повышенные эстетические требования.

Скульптурные поверхности разделяют на два класса: омываемые средой (внешние обводы транспортных средств, лопасти турбин и т. д.); трассирующие – направляющие среду (воздушные и гидравлические каналы, спиральные камеры и отсасывающие трубы турбин и т. д.).

При проектировании поверхностей применяют в основном каркасно – кинематический метод, основанный на перемещении некоторых образующих по образующим. При этом каркас задается как множеством характерных точек, так и ломаными линиями, проходящими через эти точки.

Функционал (Рисунок 3.5) представляет собой различные методы создания поверхностей по точкам, по кривым, поверхности ориентированные на получение необходимой гладкости, а также команды дальнейшей работы с поверхностями.

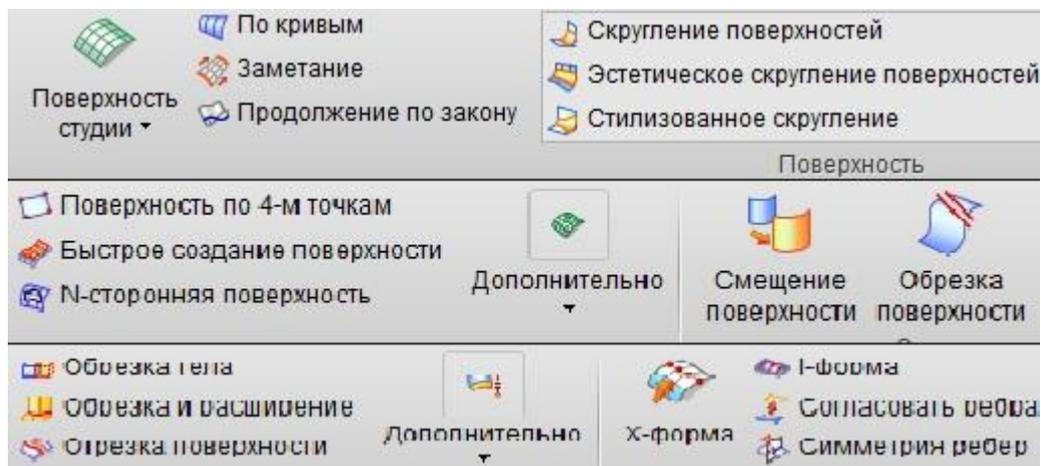


Рисунок 3.5 – Функции работы с поверхностями

Как пример работы с поверхностным моделированием (Рисунок 3.6) начнем создание пуансона. Начальной геометрией опять выступает вытяжной переход капота и поверхность, созданная вытягиванием кривой проема матрицы, часть поверхности скрыта для наглядности. Поверхности пересекают друг друга, что позволяет использовать функцию обрезки (Рисунок 3.7). Стоит заметить, что обрезать поверхности можно только телами, которые их полностью пересекают, совпадают по линии пересечения или замкнуты в пересечении с обрезаемой поверхностью.

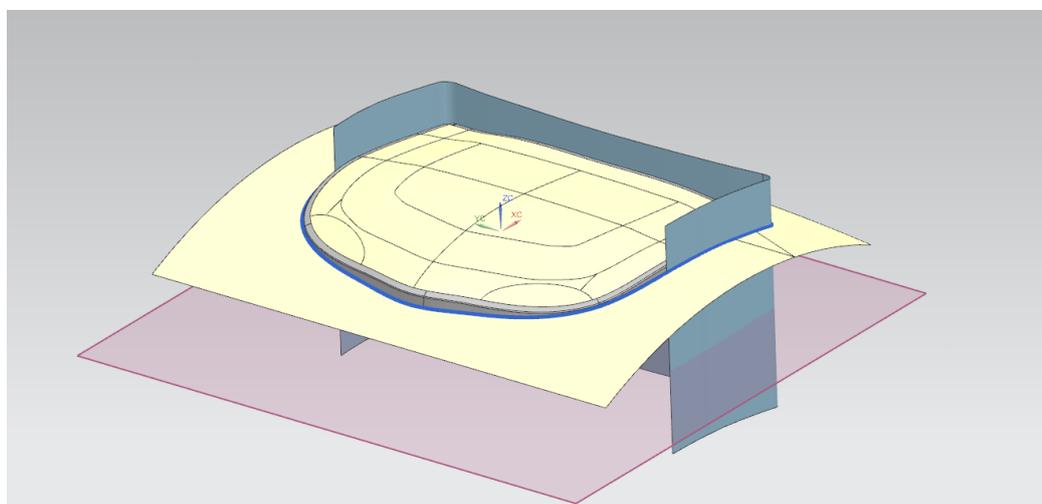


Рисунок 3.6 – Пример поверхностного моделирования

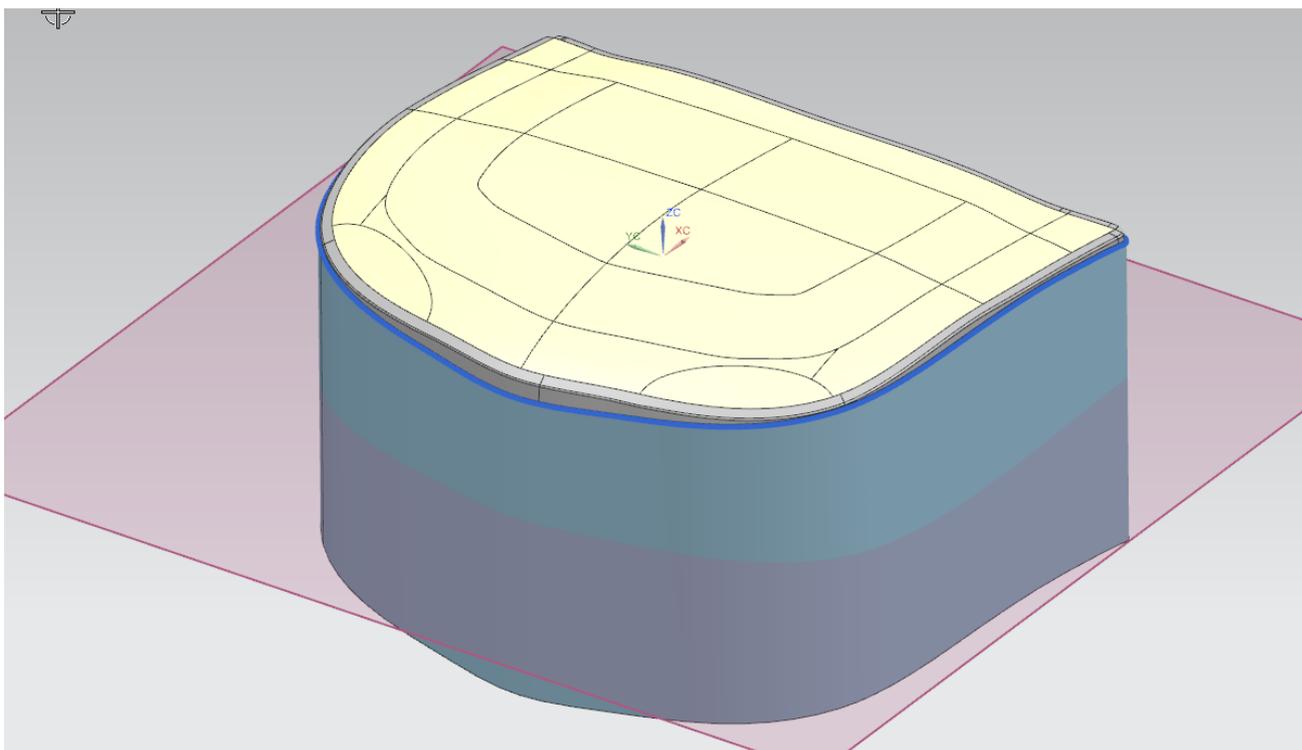


Рисунок 3.7 – Обрезка поверхности

Затем создав дно пуансона и сшив его с остальными поверхностями, получится твердое тело пуансона, если не нарушена целостность и замкнутость всех поверхностей.

У каждого из представленных способов моделирования есть свои недостатки (Рисунок 3.8), осложняющие проектирование штамповой оснастки и увеличивающие риск нарушения качества полученных тел.

Твердотельное моделирование и построения ограничиваются функционалом и трудоёмкостью получения сложных пространственных форм.

Поверхностное моделирование требует, необходимость обеспечения непрерывности, гладкости, отсутствия крошечных элементов и самопересечений, что определяет качество полученных поверхностей

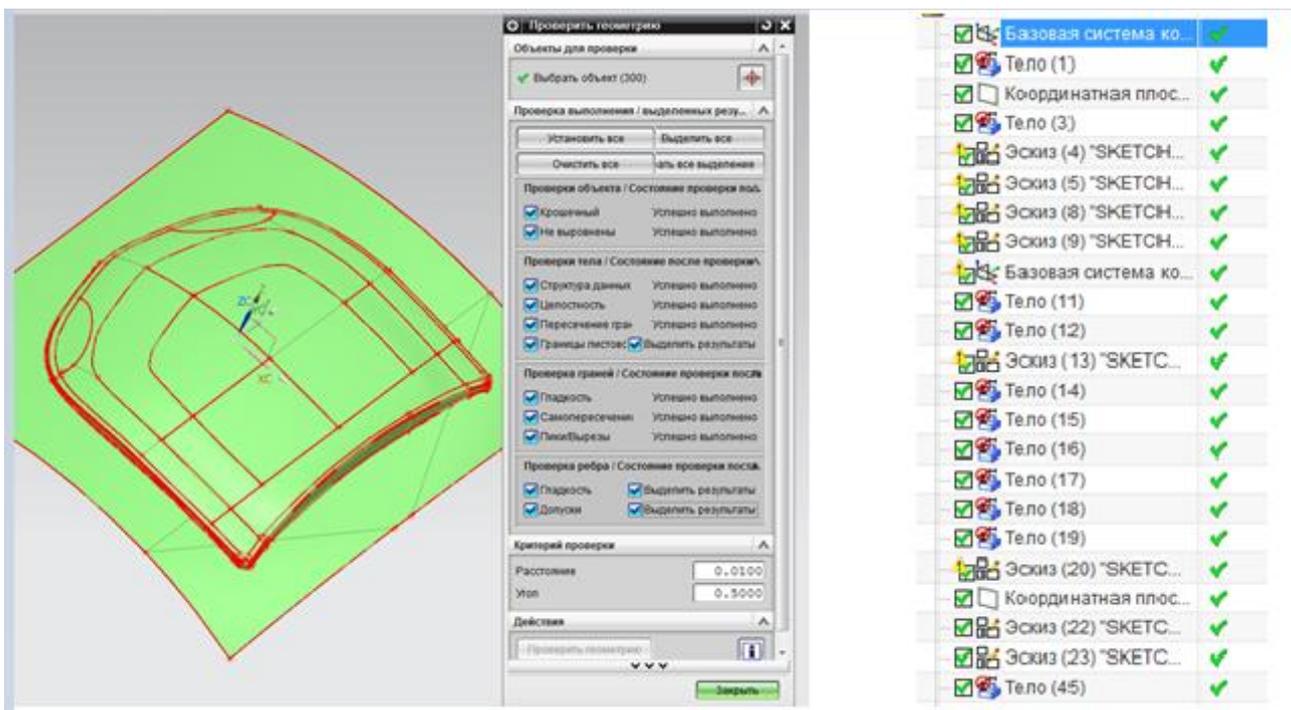


Рисунок 3.8 – Анализ поверхности и древо моделирования

Специальные приложения САПР призваны использовать в комплексе все плюсы твердотельного и поверхностного моделирования, параметризации данных и применения библиотек данных.

3.3 Методы совершенствования проектирования вытяжных штампов в NX

Приложение от NX Siemens для проектирования элементов штамповой оснастки позволяет уменьшить трудоемкость проектирования и увеличить качество получаемых рабочих частей и конструкций за счет использования современных функционалов параметризованного моделирования (Рисунок 2.20).

Создание параметризованных моделей позволит не нагромождать древо построения. Каждый компонент отображается группой построения со своим названием. Сохраняется возможность редактирования на любой стадии проектирования.

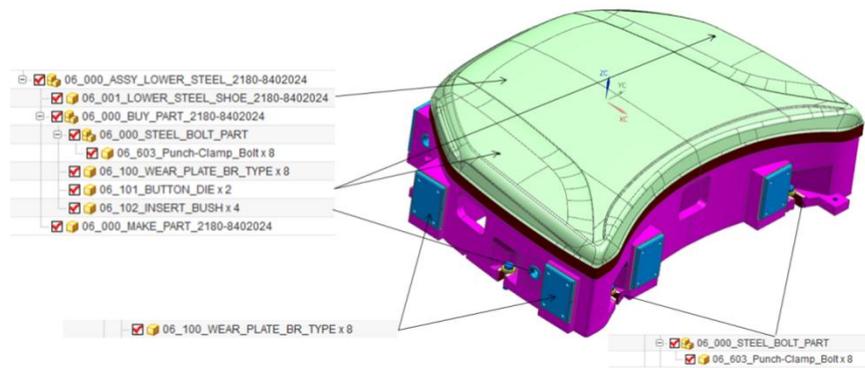


Рисунок 3.9 – Тело пуансона и структура сборки

Модуль (Рисунок 3.10) оснащен проектированием рабочих частей штампа, создание которых происходит путем задания базовых поверхностей и кривых.

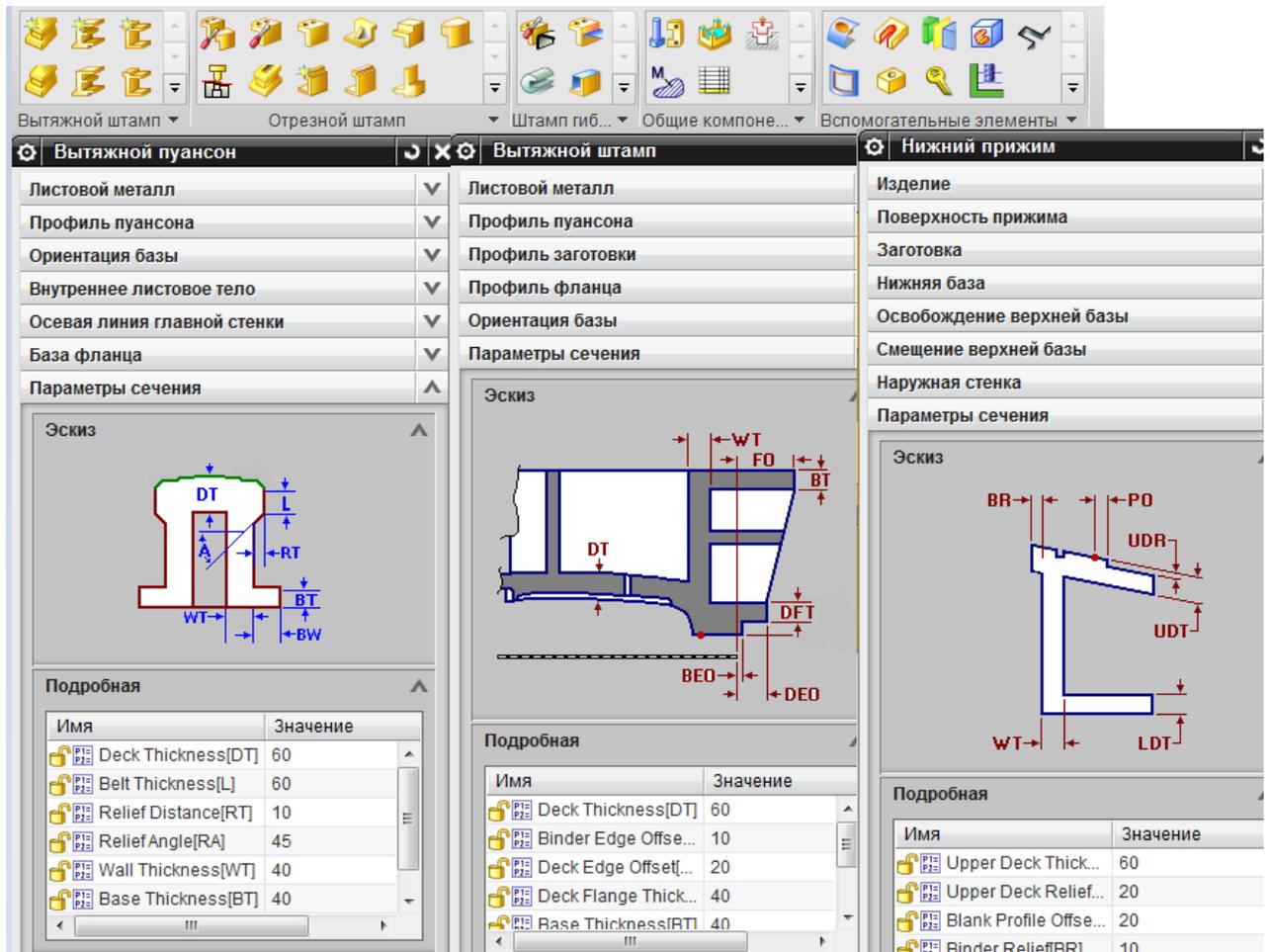


Рисунок 3.10 – Проектирование рабочих частей штампа

3.4 Разработка банка типовых деталей вытяжных штампов в NX

Использование баз данных (Рисунок 3.11) при моделировании штампов для крупной листовой вытяжки позволяет размещать в сборке штампа необходимые конструктивные элементы. В модуле “Проектирование элементов штампа” представлено большое разнообразие структурных элементов.

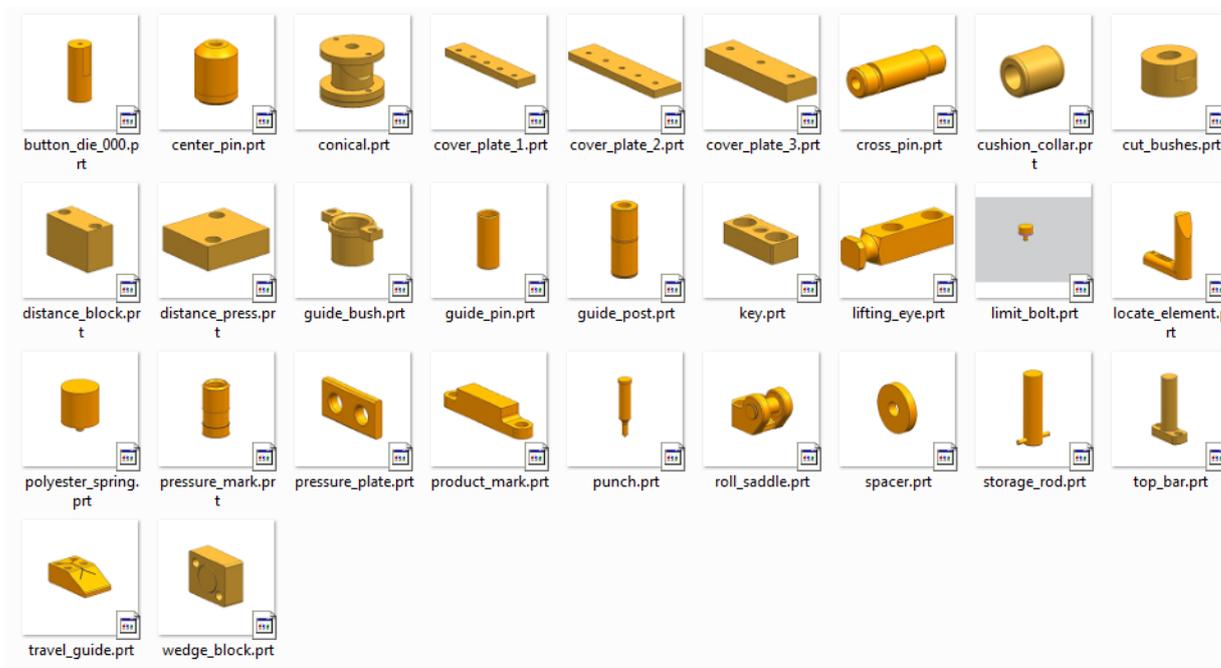


Рисунок 3.11 – База данных

Также это приложение использует параметризованную базу данных, для создания конструктивных элементов штампа. Наряду с типичными моделями элементов, таких как транспортировочные, направляющие, фиксирующие, в базе представлены оригинальные модели, производимые на зарубежных заводах.

3.5 Выводы

1. Показано, что система NX Siemens является передовым решением для задач проектирования штампов для листовой штамповки.

2. Установлено, что проектирование в NX предполагает наряду с использованием специального приложения позволяет использовать стандартные методы моделирования.

3. Выявлено, что обширная база данных NX позволяет разработать конструкцию штампов, и может быть дополнена базами данных проектировщика и производителя.

4 РАЗРАБОТКА КОНСТРУКЦИИ ВЫТЯЖНОГО ШТАМПА ДЛЯ КАПОТА ЛЕГКОВОГО АВТОМОБИЛЯ

Капот легкового автомобиля является представителем деталей крупной листовой вытяжки (Рисунок 4.1). Он является лицевой деталью, поэтому к этой детали применяются особые требования качества.

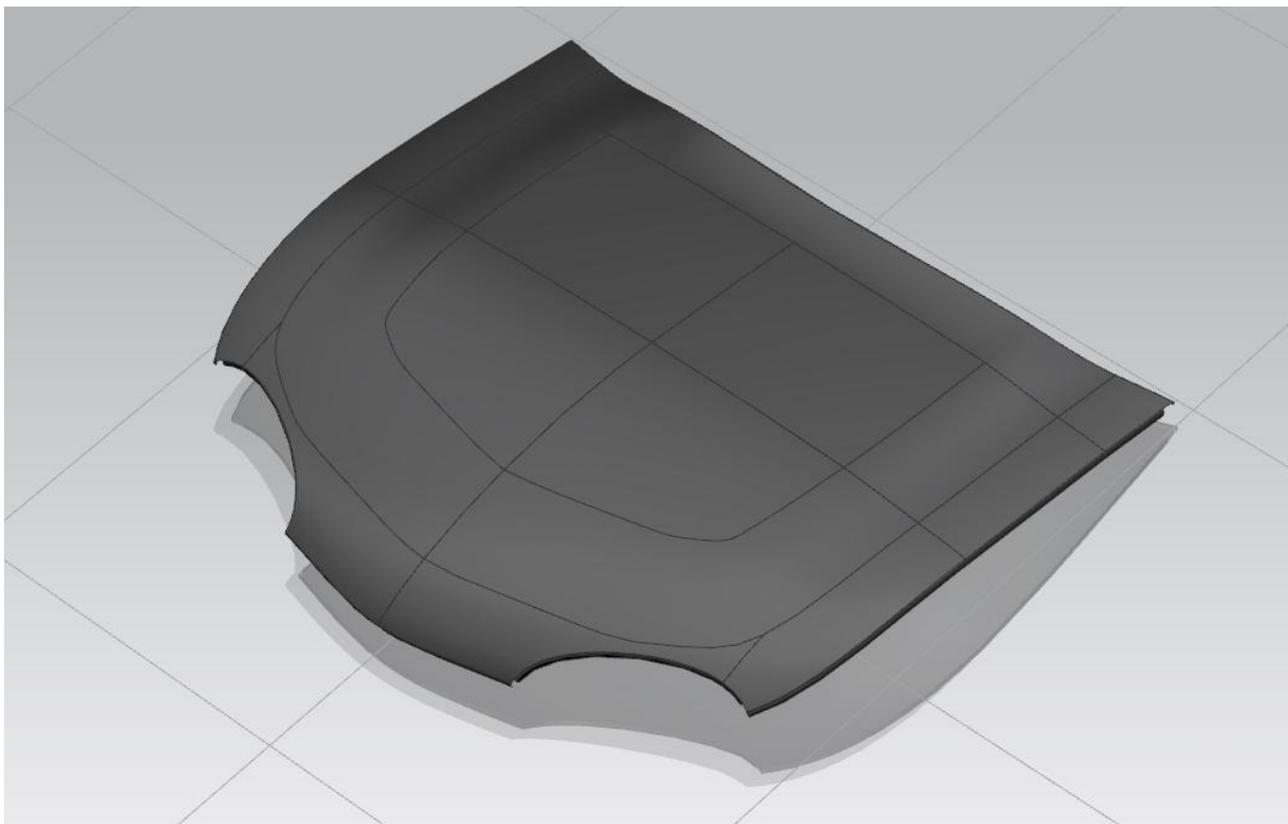


Рисунок 4.1 – Капот легкового автомобиля

Капот легкового автомобиля относится к крупногабаритным деталям, так как его габаритные размеры превышают тысячу миллиметров.

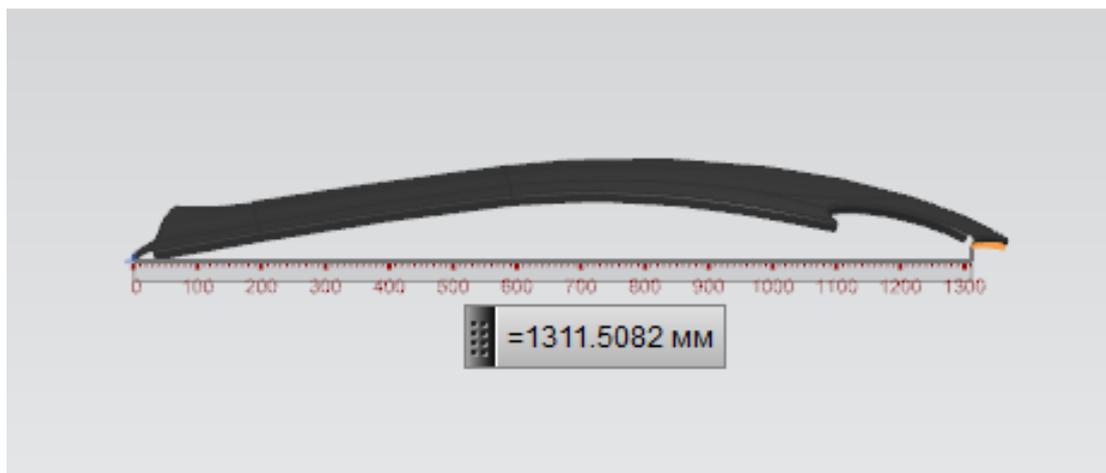


Рисунок 4.2 – Габаритные размеры детали



Рисунок 4.3 – Габаритные размеры детали

Разработка модели штампа для типичного представителя крупной листовой штамповки позволит наглядно продемонстрировать возможности совершенствования процессов проектирования в САПР.

4.1 Описание технологического процесса

Создание штампа начинается с проработки технологического перехода, полученного от инженера технолога.

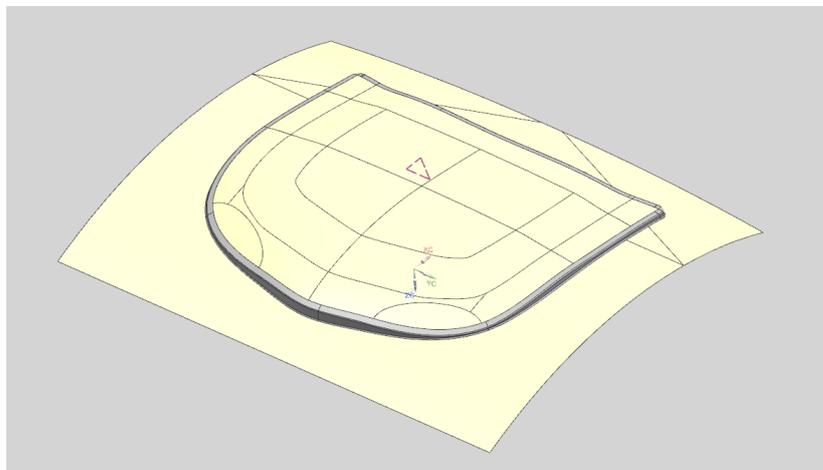


Рисунок 4.4 – Технологический переход

Представленная поверхность представляет форму рабочих будущих рабочих частей. Она состоит из формы детали, технологической надстройки и прижимной поверхности. Особенность использования модуля “Проектирование элементов штампа” состоит в том, что поверхность технологического перехода должна соответствовать требованиям качества и возможности ее использования в последующих операциях.

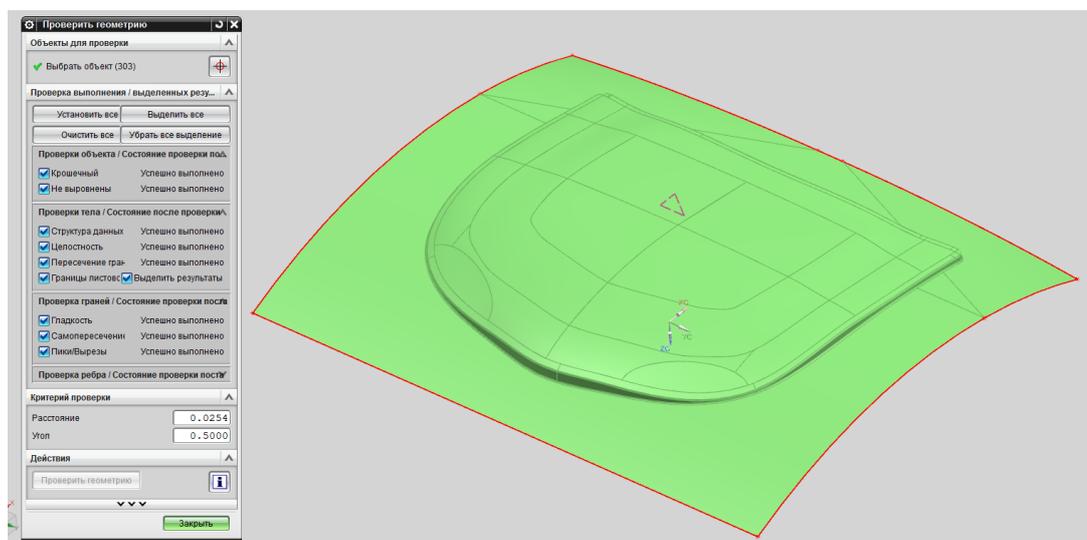


Рисунок 4.5 – Проверка геометрии

Еще одно немаловажное требование это требование к проему пуансона. Он должен представлять собой замкнутую кривую без изломов, петель и углов, соответствующую необходимому допуску на точность получения изделий.

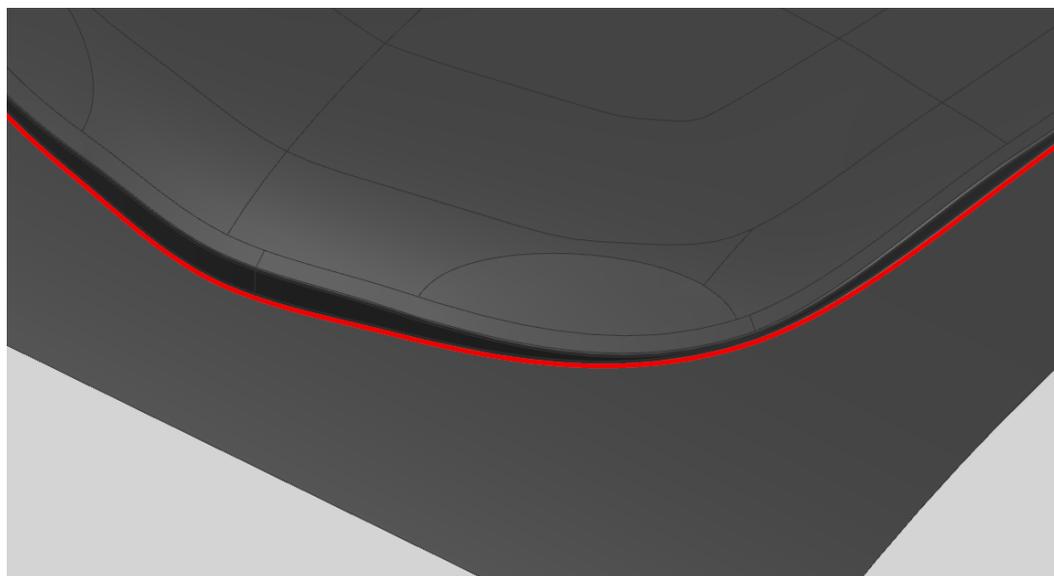


Рисунок 4.6 – Проем пуансона

Все эти требования необходимы для правильного функционирования модуля “Проектирование элементов штампа”. Анализ полученной геометрии успешно выполнен и нарушений не обнаружено.

Дальнейшие этапы создания штампа:

- создание пуансона;
- создание матрицы;
- создание прижима;
- добавление конструктивных элементов из базы данных.

4.2 Описание конструкции штампов

Выбранный технологический процесс обуславливает дальнейшую конструкцию штампа. Вытяжка будет происходить на прессе простого действия с использованием маркетных подушек. Матрица крепится к верхнему подвижному ползуну. Пуансон размещается на нижней плите штампа неподвижно. Прижим осуществляется за счет давления в маркетных подушках. После смыкания матрицы и прижима, они вместе с заготовкой начинают движение вниз, “обтягивая” пуансон. [29]

В процессе проектирования Необходимо соблюдать технические характеристики прессы:

- закрытая высота штампа;
- габаритные размеры.

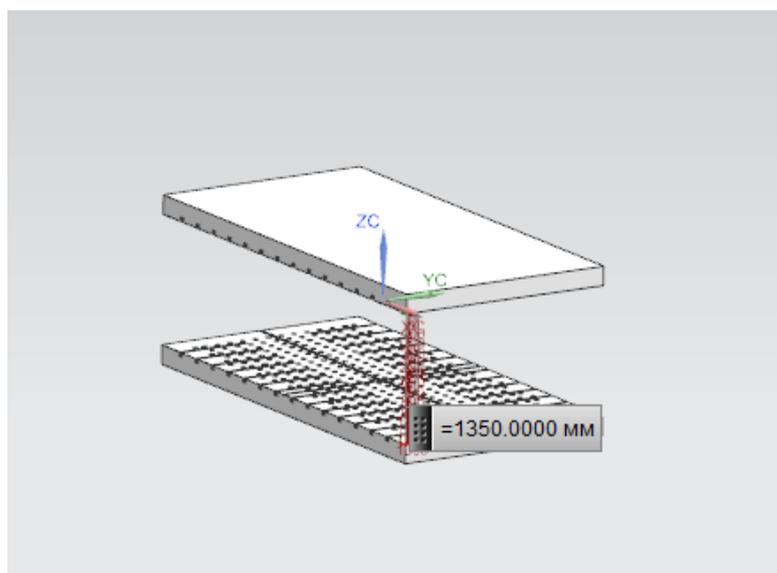


Рисунок 4.7 – Закрытая высота штампа

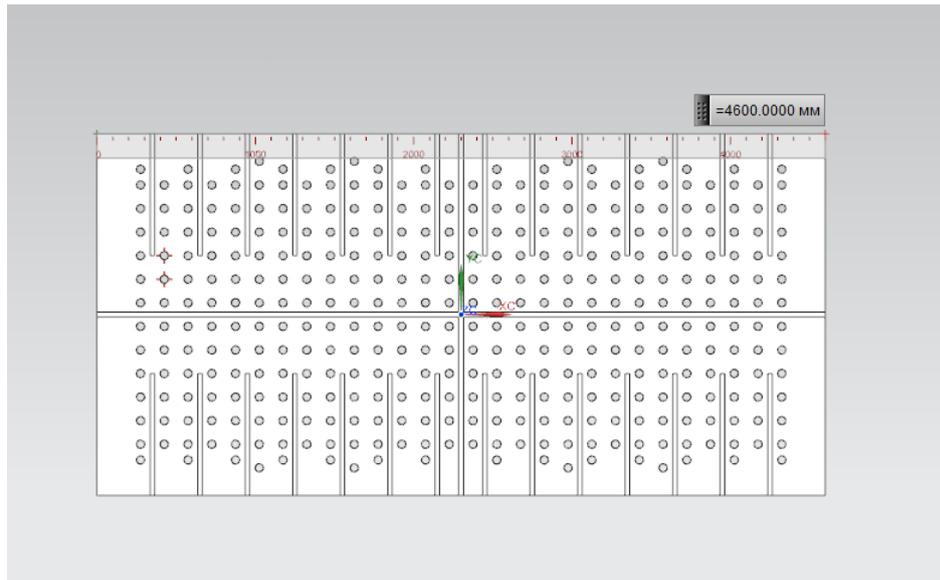


Рисунок 4.8 – Габаритные размеры «Подштамповая плита»

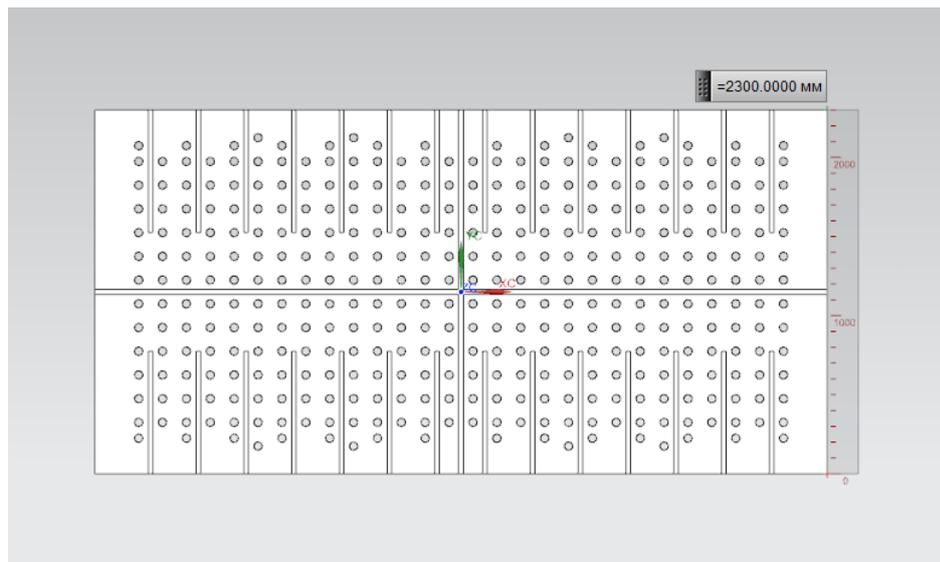


Рисунок 4.9 – Габаритные размеры «Плита для крепления штампа ползуна»

Проектирование будет построено на принципе "сверху вниз", в созданном файле сборки (Рисунок 4.8) будет происходить создание рабочих частей и конструктивных элементов. Удобство данного метода состоит в том, что в любой момент можно проверить взаимное расположение, пересечение рабочих моделей, соотношение направляющих элементов, их посадочных мест. При

создании стенки прижима важно учитывать габаритные размеры и форму пуансона, что обеспечивает данный метод. Предварительная сборка содержит технологический переход, для многократного использования, при создании рабочих частей. Разделение на верхнюю и нижнюю половины штампа, элементы пуансона, матрицы, прижима.

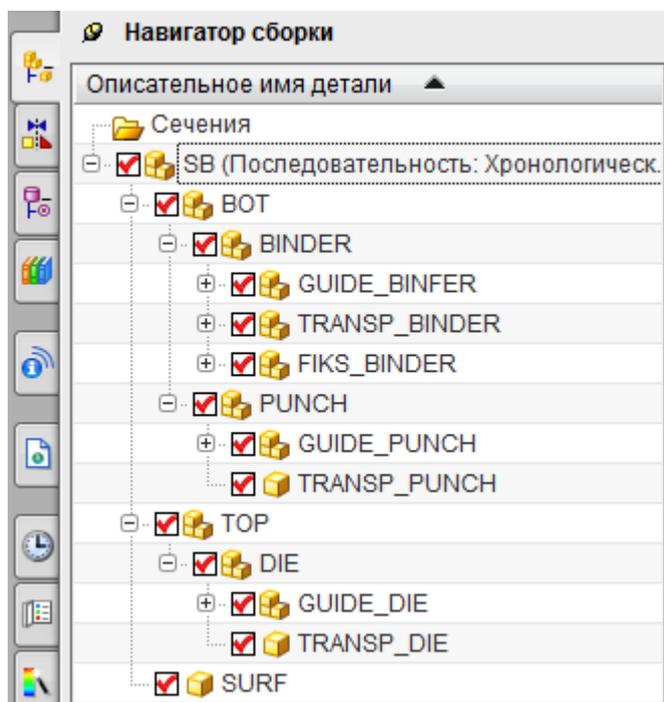


Рисунок 4.8 – Структура сборочного файла

4.3 Создание методики проектирования

Проектирование начинается с создания тела пуансона. Необходимо активировать модуль “Проектирование элементов штампа”.

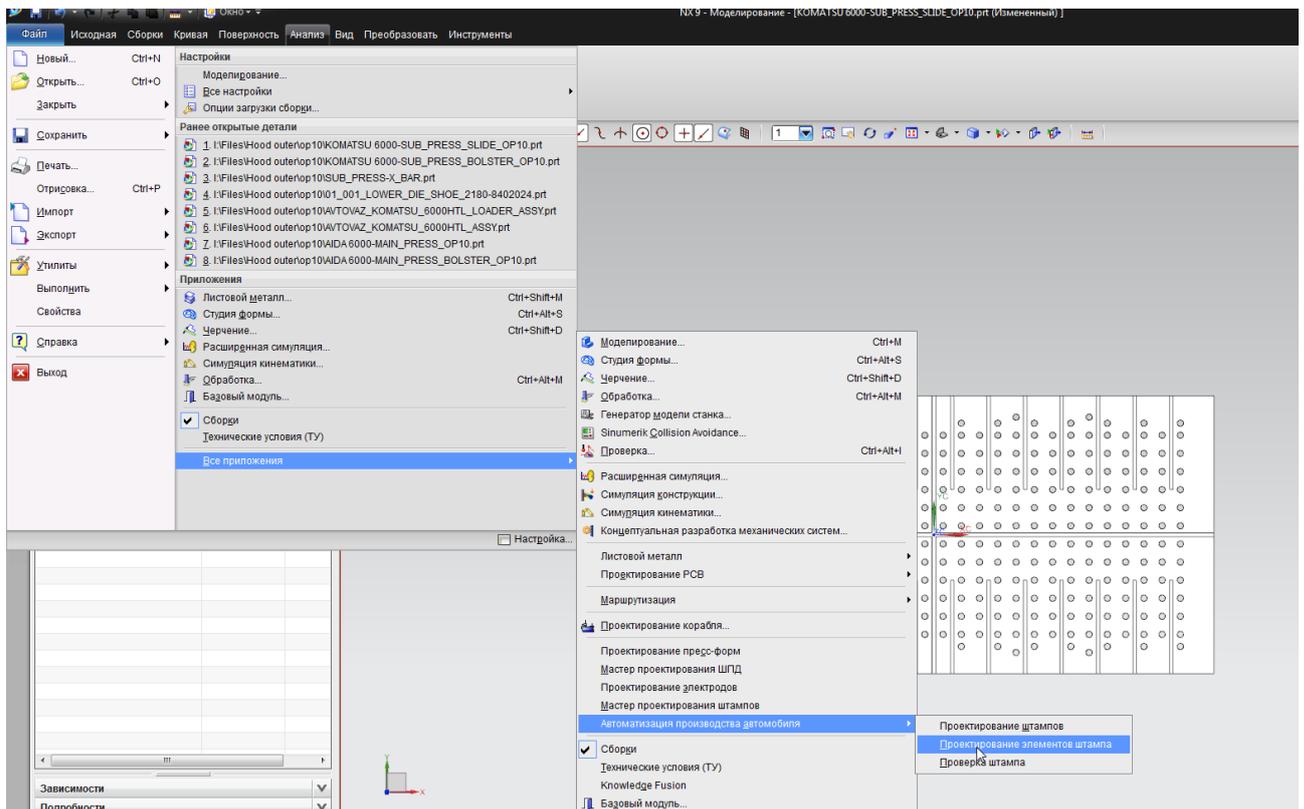


Рисунок 4.10 – Активация модуля “Проектирование элементов штампа”

Создание пуансона будет происходить в 3 этапа:

- создание тела пуансона;
- доработка стандартными методами проектирования;
- “насыщение” пуансона конструктивными элементами из базы данных.

Команда “Вытяжной пуансон” активирует диалоговое окно создания пуансона. Для создания пуансона необходимы 3 обязательных пункта выбора:

- выбор поверхности технологического перехода
- выбор проема матрицы
- выбор плоскости основания пуансона



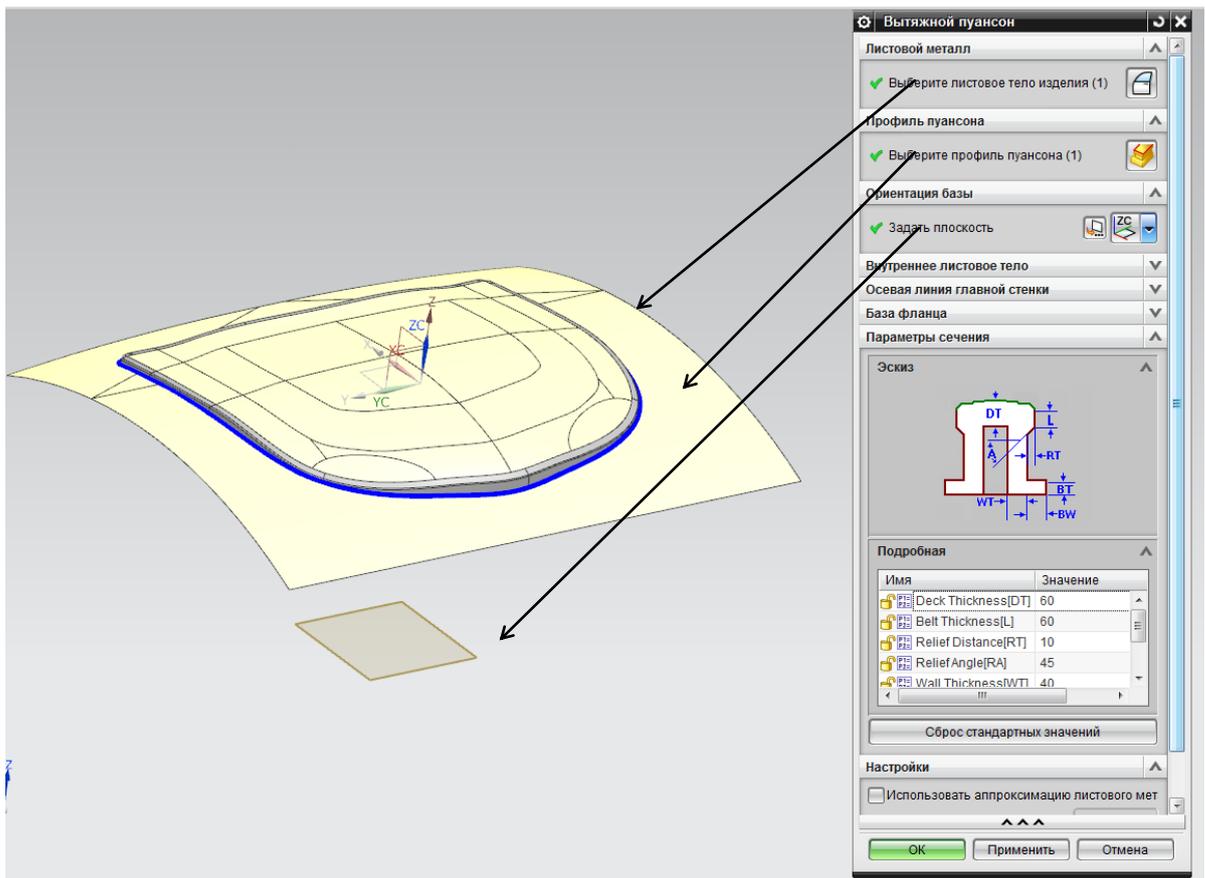


Рисунок 4.11 – Создание пуансона

После нажатия кнопки «ОК» на основе заданных параметров программа создаст твёрдое тело простого пуансона. С таким пуансоном уже можно работать стандартными методами моделирования.

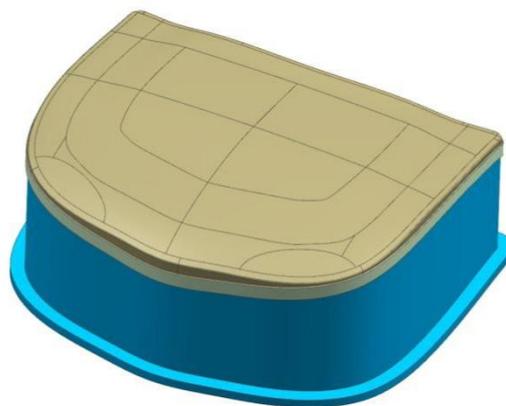


Рисунок 4.12 – Тело пуансона

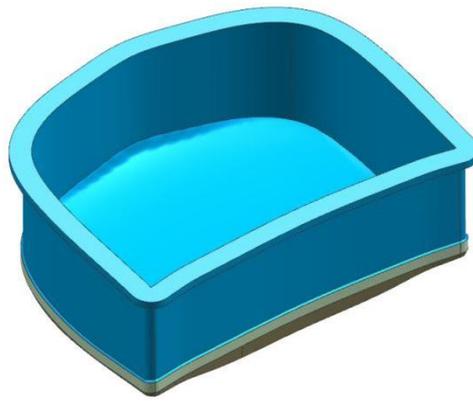


Рисунок 4.13 – Тело пуансона

Детальная настройка позволяет на этапе создания пуансона задать параметры толщины рабочей части, высоту, глубину и угол изменения, толщины стенок и фланца для крепления. Также это можно осуществить уже после создания пуансона. Рабочие части штампа создаются параметризированными и на любом этапе можно внести необходимые конструктивные изменения.

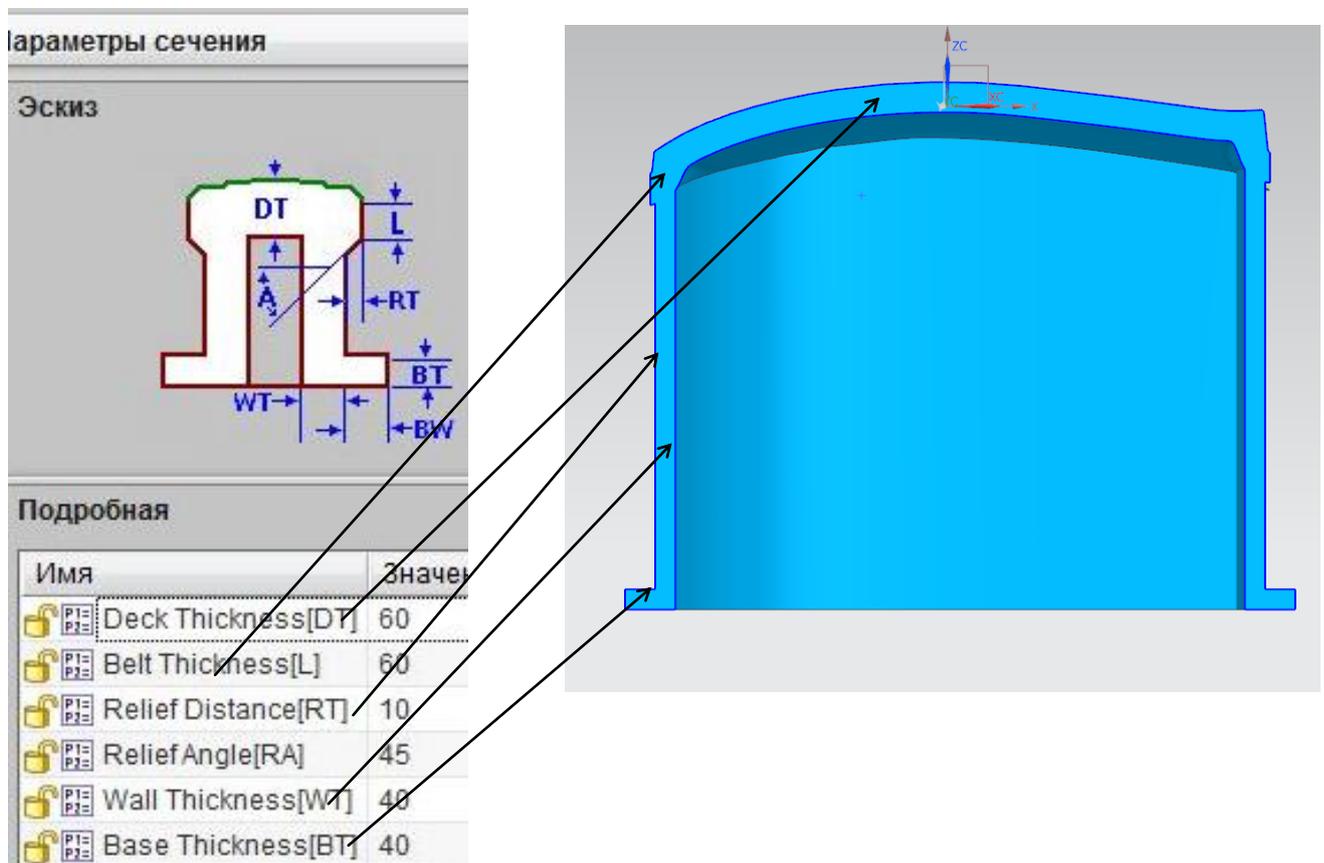


Рисунок 4.14 – Параметры пуансона

Дополнительными настройками для создания пуансона являются задание внутренней поверхности, профиля главной стенки и профиля фланца для крепления. Особенностью является то, что внутренняя поверхность должна представлять собой листовое тело, а профиль фланца для крепления должен находиться снаружи проема матрицы.

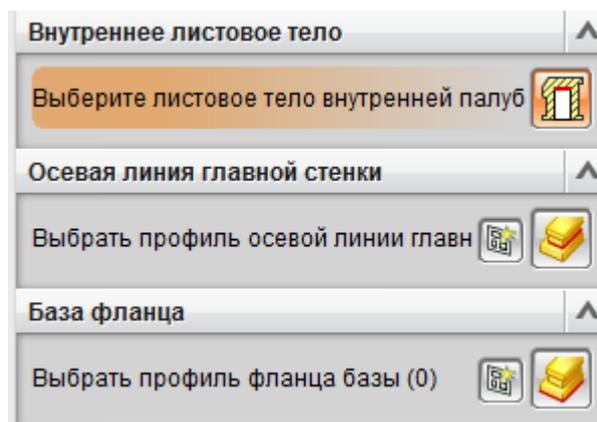


Рисунок 4.15 – Дополнительные настройки пуансона

Следующим этапом моделирования идет обращение к базе данных. Стандартный набор NX включает в себя большое количество основных конструктивных элементов. В базе данных они представлены как список моделей, при обращении к которым открывается диалоговое окно параметризации, позволяющее настроить элемент до размещения или сделать это уже после позиционирования.

Сейчас тело пуансона полая внутри. Для обеспечения необходимой прочности в теле пуансона необходимо расположить ребра жесткости. В библиотеке данных используем папку с основными конструктивными элементами.

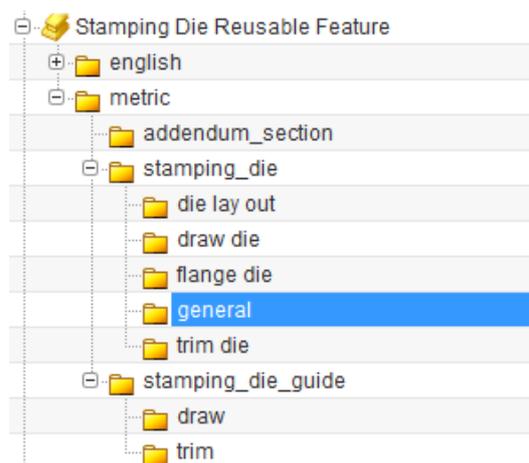


Рисунок 4.16 – Основные конструкционные элементы

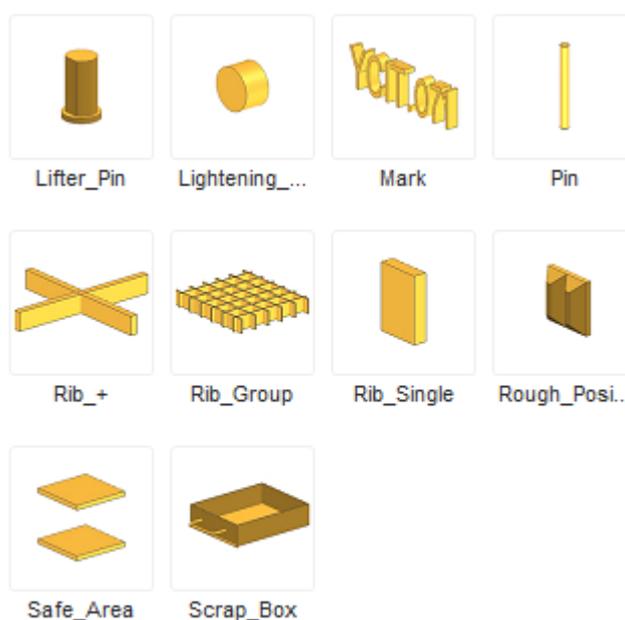


Рисунок 4.17 – Основные конструкционные элементы

Используем группу ребер, так как штамп для крупной листовой вытяжки имеет большие габариты, и однорядного размещения ребер будет недостаточно. При двойном нажатии по элементу откроется окно его создания.

Тело ребер состоит из центрального икс-образного элемента, который методом массива геометрии разносится на определенное расстояние. Меню создания ребер представляет собой эскизную модель будущего элемента, функцию размещения и таблицу параметризованных значений:

- толщина стенки;
- количество элементов по X и Y координатам;
- расстояние между осевыми линиями ребер;
- высота ребер.

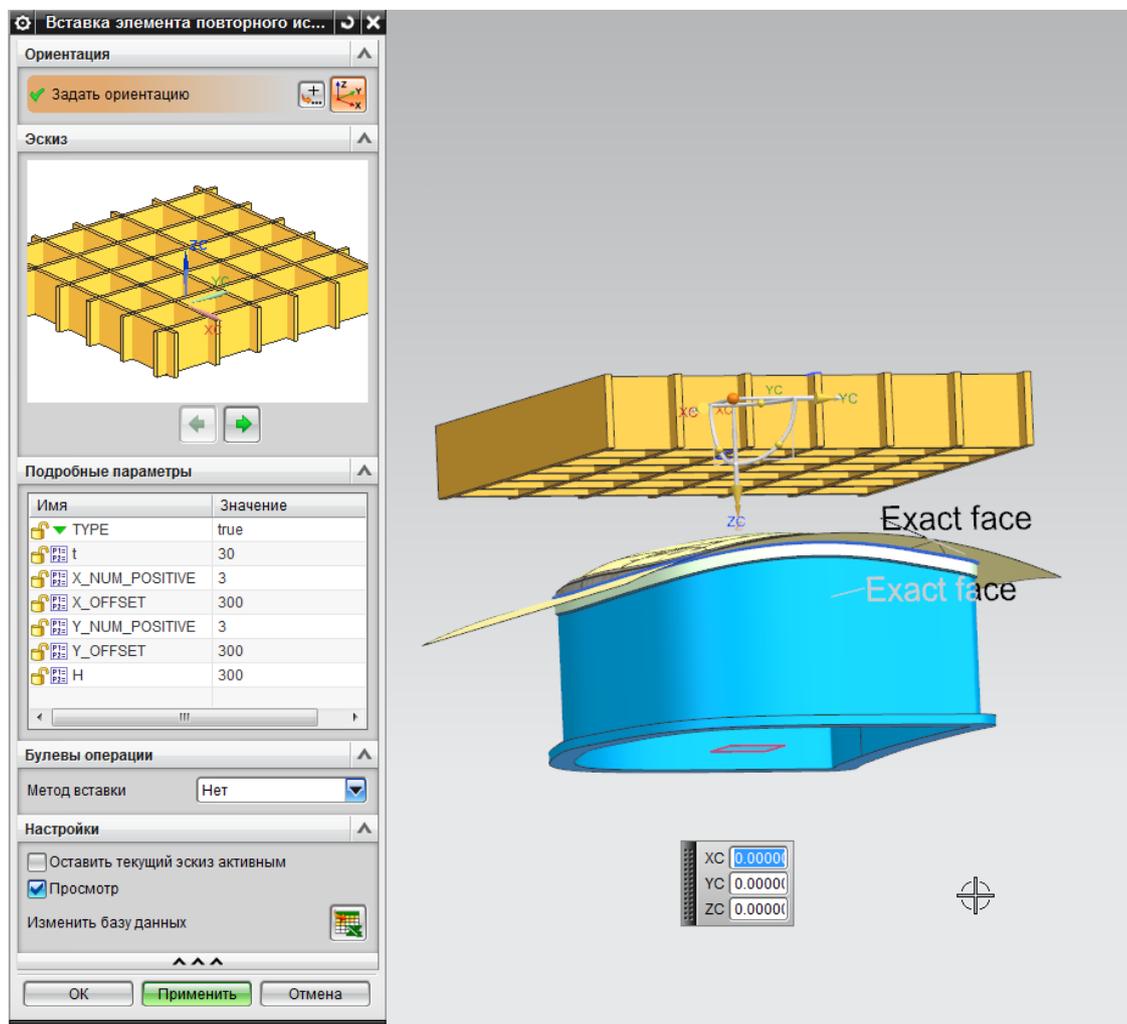


Рисунок 4.18 – Создание ребер

По умолчанию ребра размещаются в абсолютной системе координат штампа. Позиционирование осуществляется динамическим “перетаскиванием” системы координат элемента или заданием координатной точки.

Используем второй вариант, для удобства поместив ребра под телом пуансона.

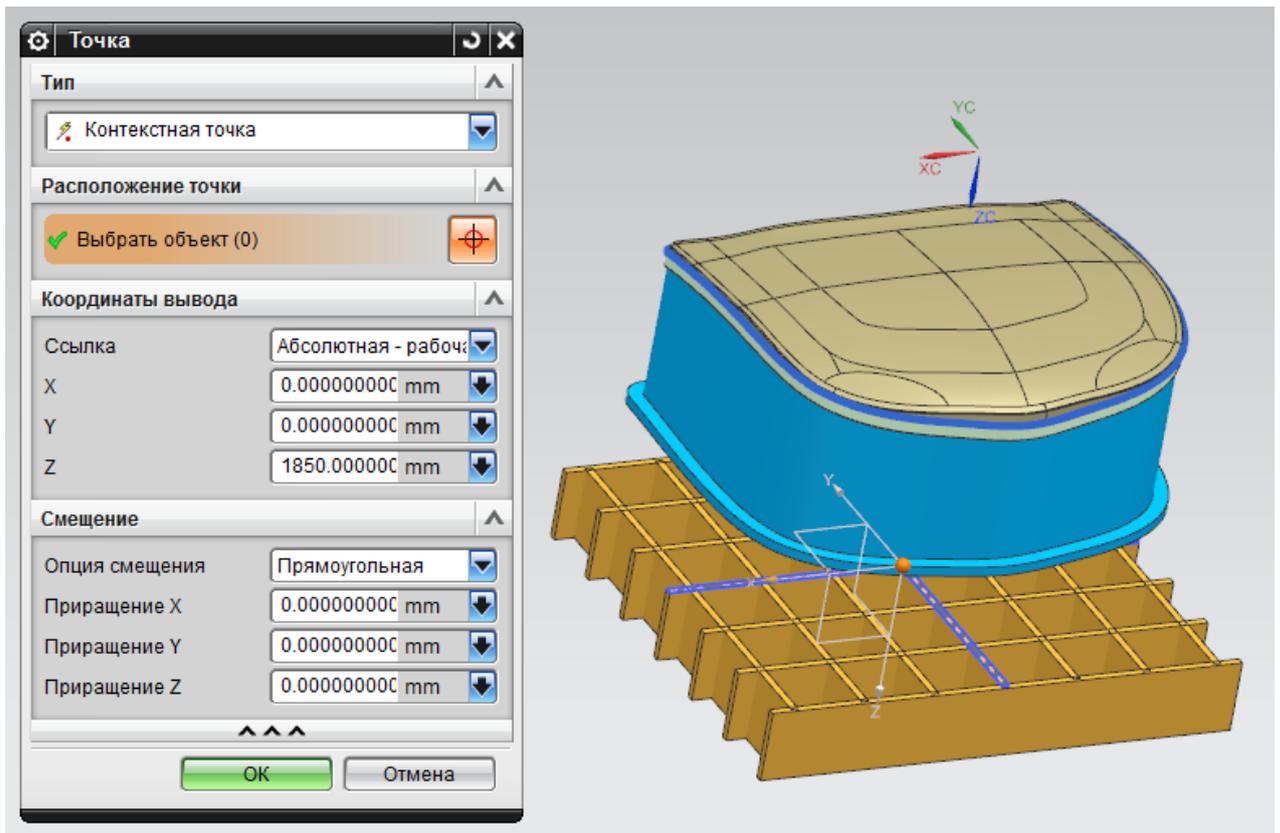


Рисунок 4.19 – Позиционирование ребер

При позиционировании стоит расположить элемент таким образом, чтобы не возникло слишком маленького объема, который нельзя обработать на этапах литья и механической обработки.

Вид снизу показывает, что приращение трех элементов на сторону излишне, поэтому изменяем значения по X и Y координатам.

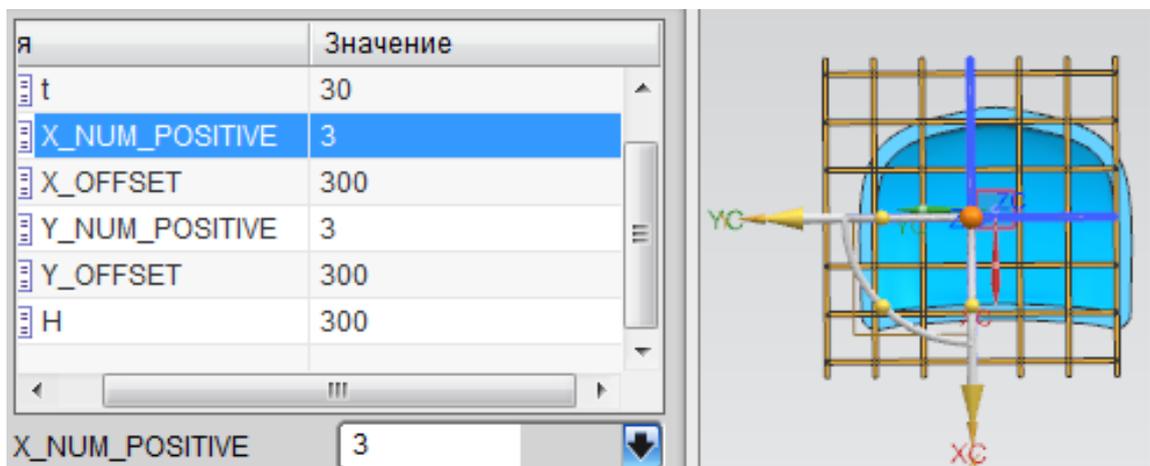


Рисунок 4.18 – Вид снизу, этап анализа

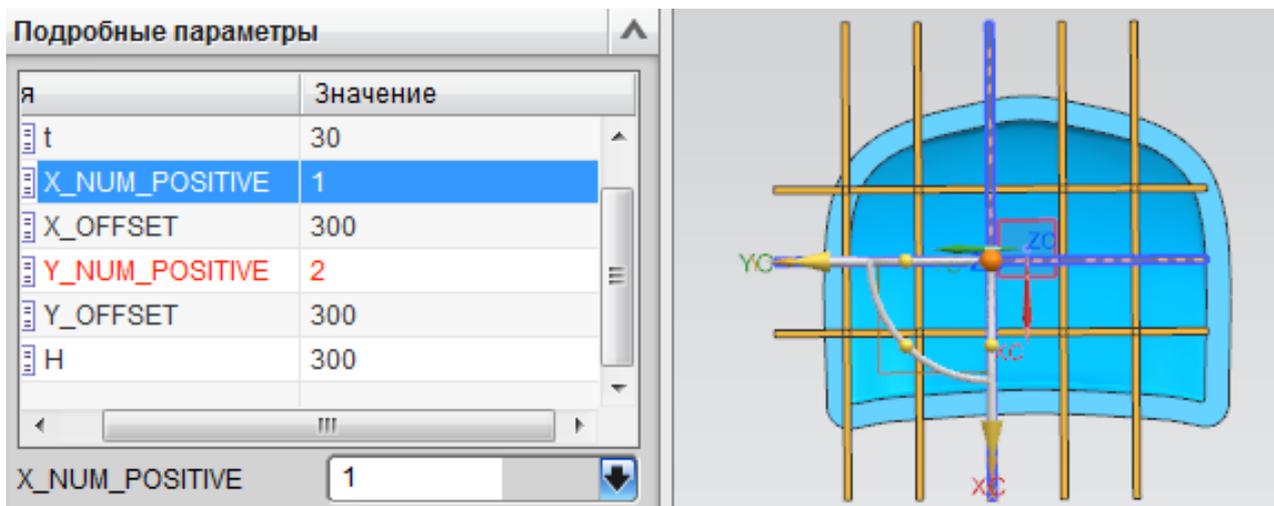


Рисунок 4.20 – Вид снизу, изменение параметров элемента

Как завершающий этап настройки элемента, изменим высоту таким образом, чтобы тело ребер пересекалось с телом пуансона, для дальнейшей возможности обрезки и объединения.

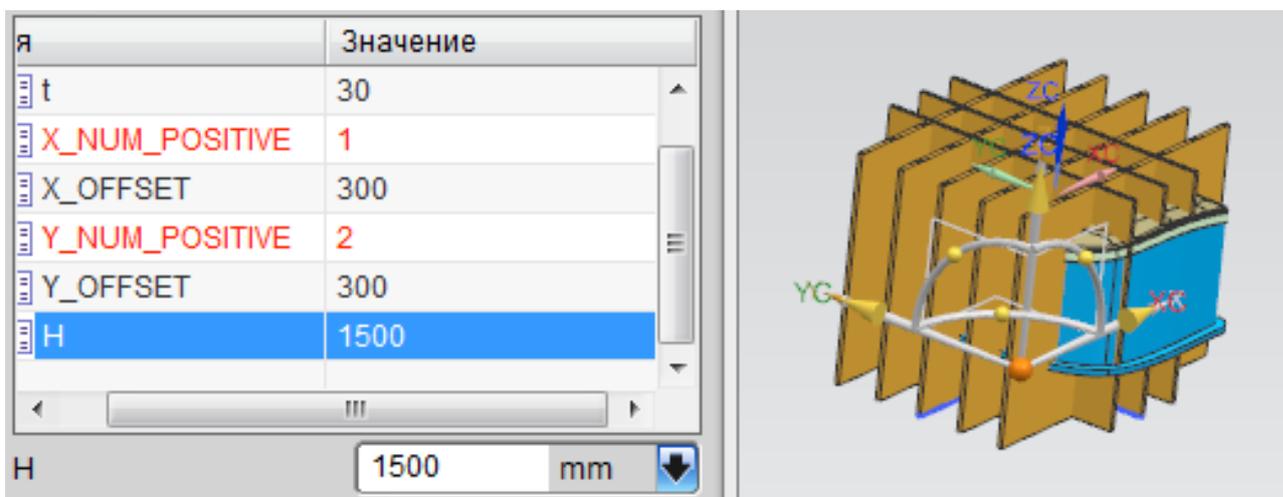


Рисунок 4.21 – Настройка высоты ребер

После нажатия клавиши «ОК» создаются твердые тела ребер. Затем от ребер отрезается все лишнее с помощью стандартных методов проектирования. В данном примере тела ребер объединяются и обрезаются по поверхности дна пуансона. Они обрезаются внешней поверхностью пуансона. После

объединения обрезанных ребер и тела пуансона результат выглядит следующим образом:

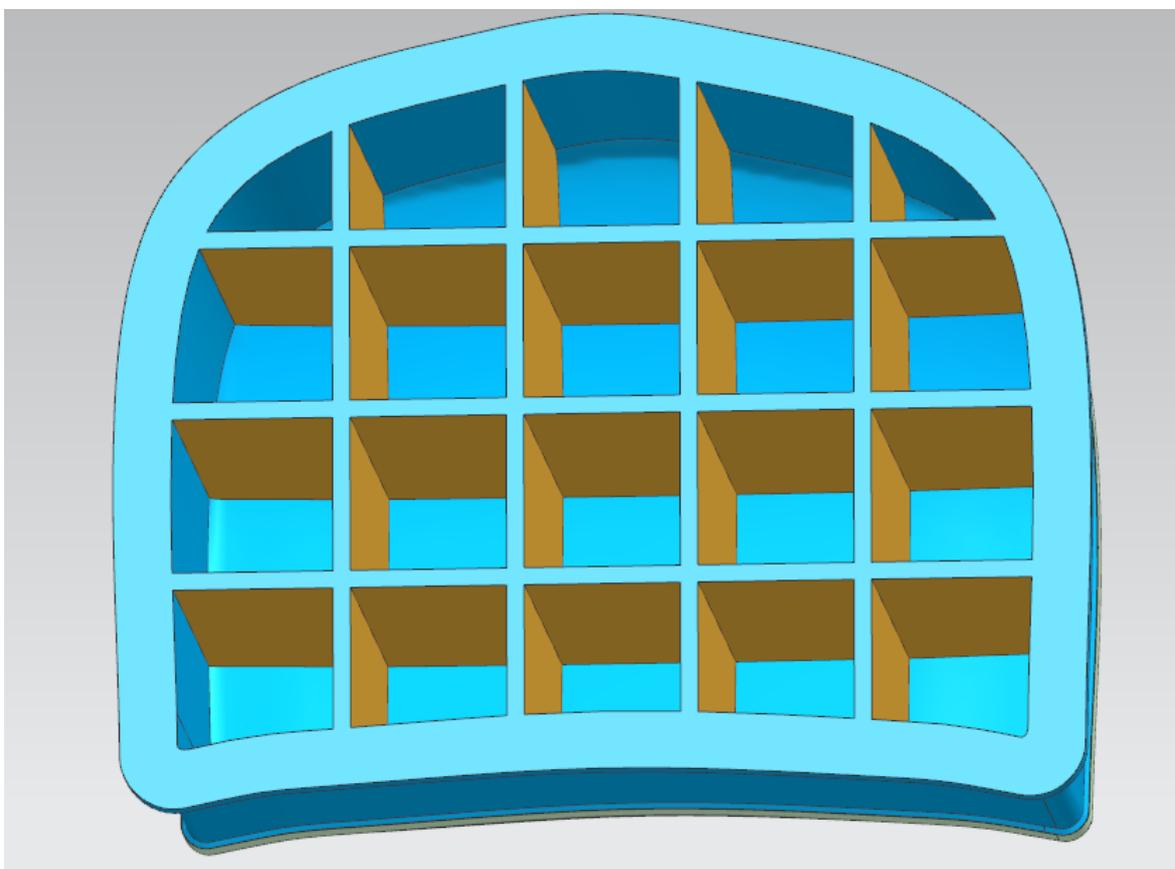


Рисунок 4.22 – Пуансон с прочностными ребрами

Размещение крепежных элементов на пуансоне. С помощью функции «Паз прижима» создаются пазы для крепления пуансона к плите. Необходимо выбрать:

- тело;
- точки размещения;
- базовую плоскость;
- кривую на фланце.

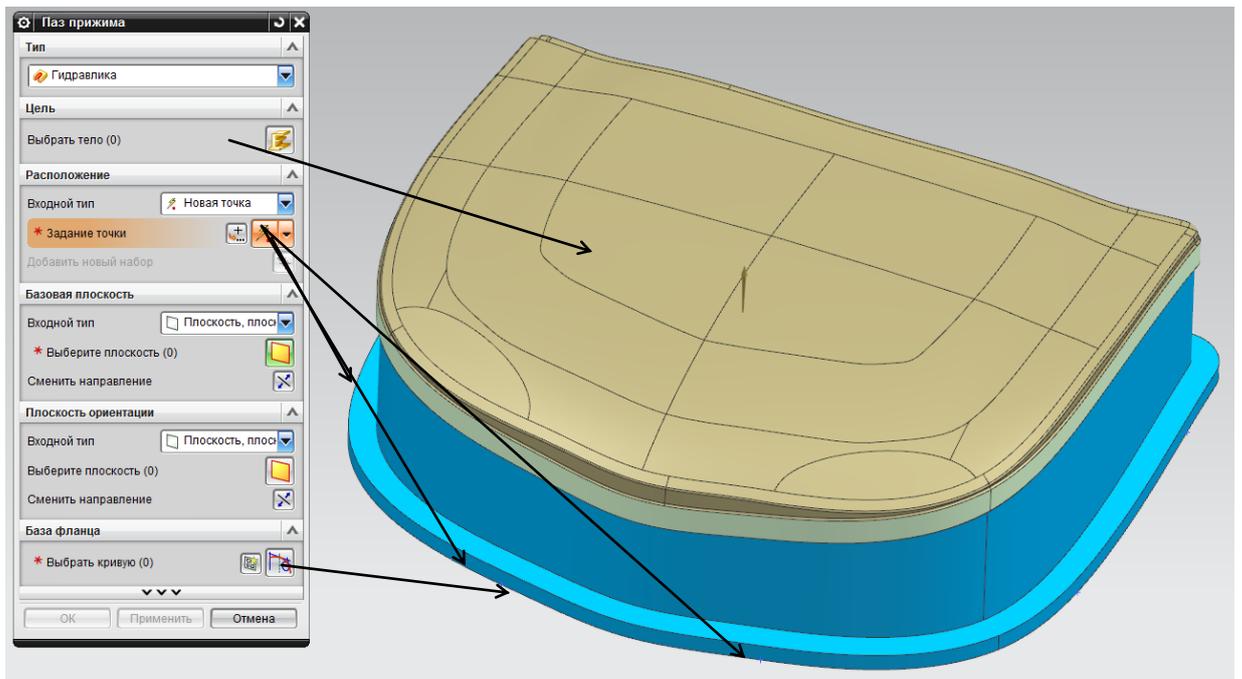


Рисунок 4.23 – Создание пазов для крепления

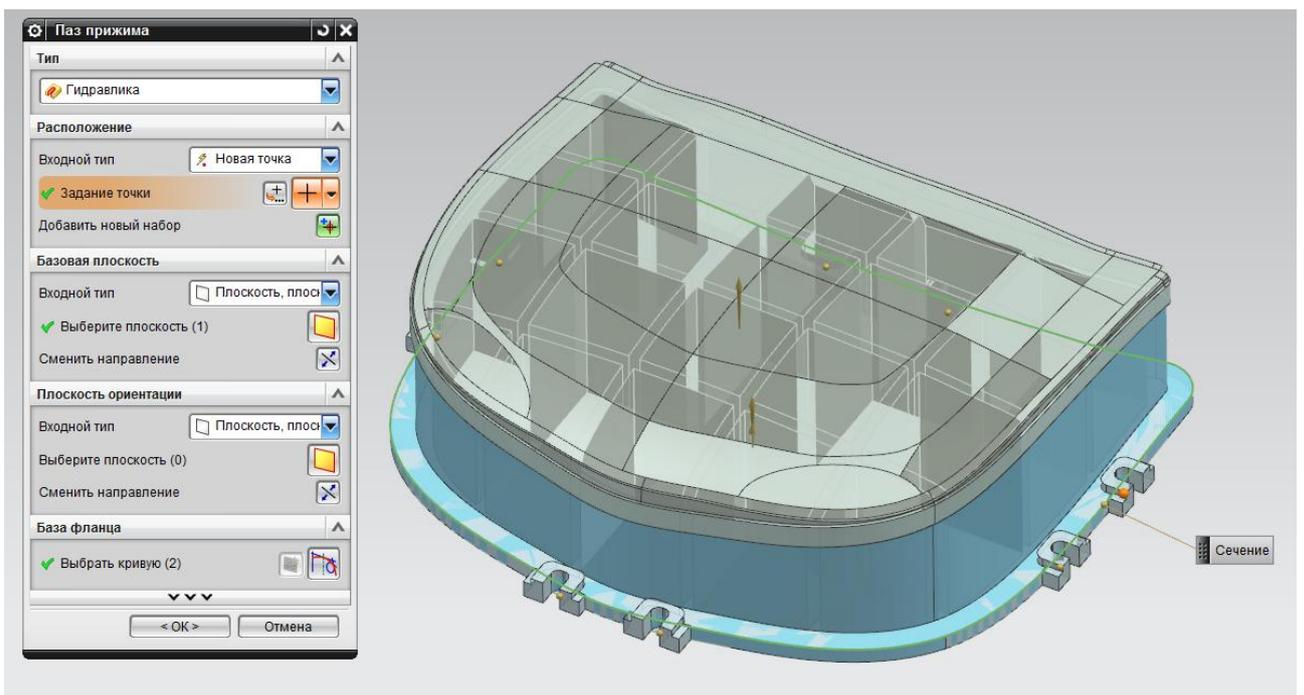


Рисунок 4.24 – Создание пазов для крепления

Создаваемые пазы также являются параметризируемыми элементами (Рисунок 4.23).

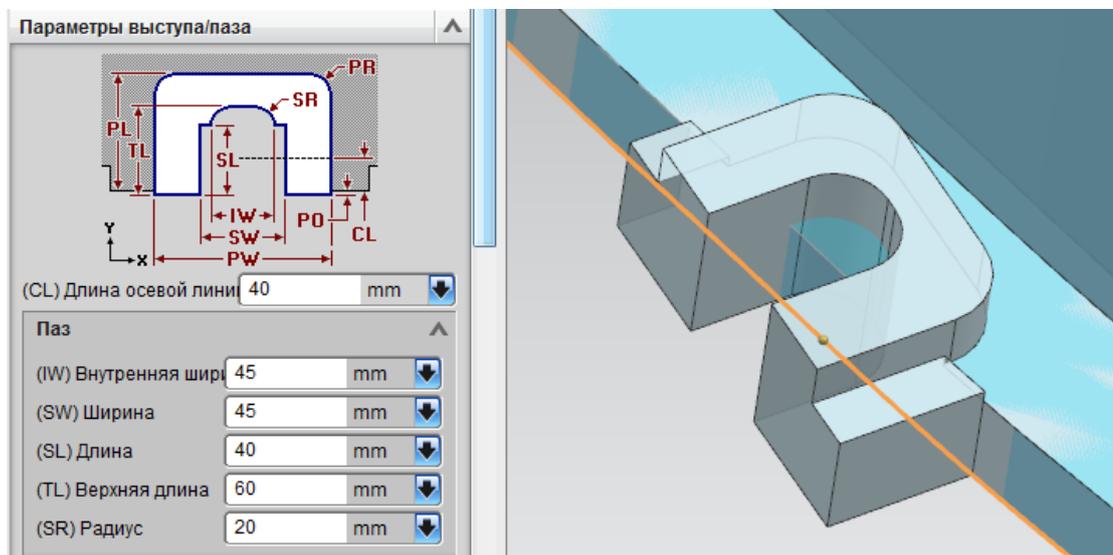


Рисунок 4.25 – Параметризация пазов для крепления

Сопрягаемые поверхности в штампе обрабатываются в зависимости от вида контакта. При моделировании обрабатываемые поверхности окрашиваются в цвета, обозначающие величину шероховатости. Программа позволяет внести эти параметры заранее, при создании пазов (Рисунок 4.24).

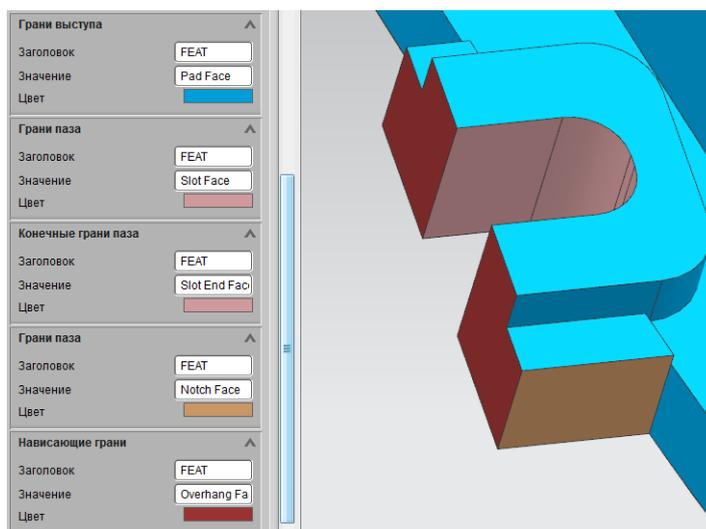


Рисунок 4.26 – Параметризация пазов для крепления

После размещения пазов для крепления инструментами стандартного моделирования создаются площадки для крепления направляющих элементов, отверстий под транспортировочные элементы и отверстия во внутренних ребрах пуансона для облегчения конструкции (Рисунок 4.23).

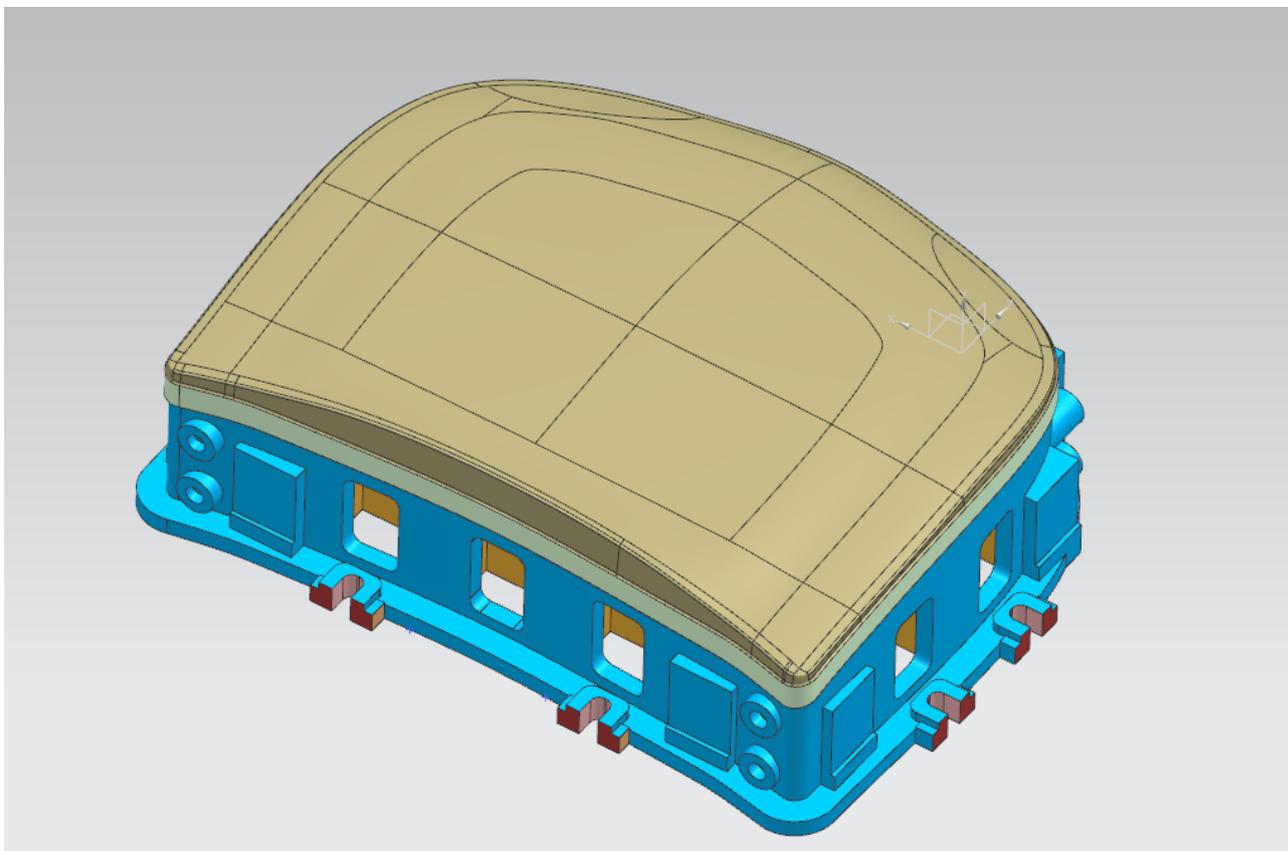


Рисунок 4.27 – Создание вспомогательных элементов

Следующим этапом будет размещение направляющих плиток с использованием базы данных. Меню добавления элемента из библиотеки данных, поэтому подробнее рассмотрим Окно создания, которое позволяет:

- добавить новый экземпляр (копию);
- новый компонент (задание параметров);
- внесение изменений в существующий элемент.

Изменение элементов базы данных, не входящих в стандартные библиотеки, осуществляется через окно управления.

Необходимый элемент находится в библиотеке Stamping Die Standard Part Library (Рисунок 4.28).

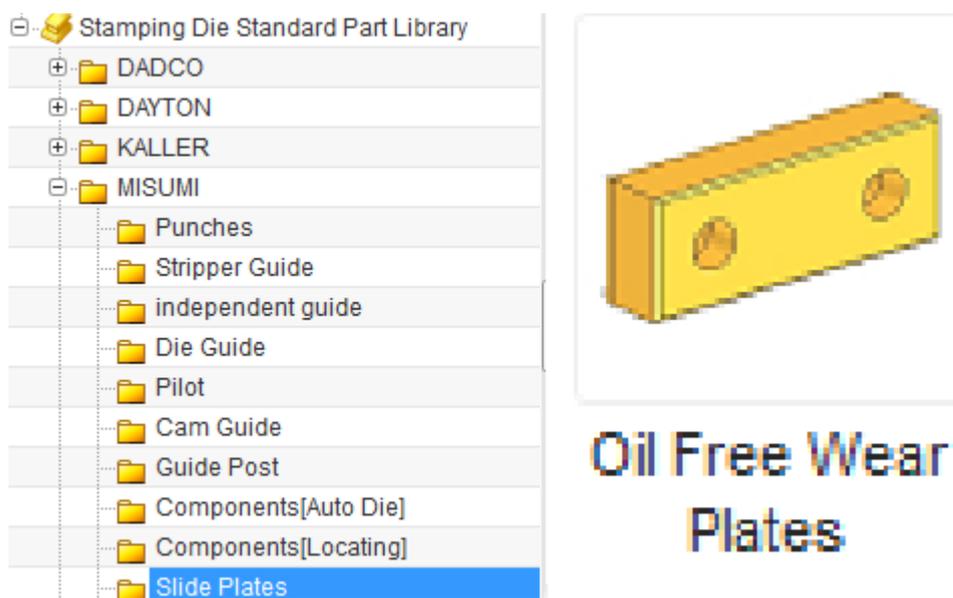


Рисунок 4.28 – Выбор конструктивного элемента

Вводим их в окно создания и изменяем систему координат - тип размещения «WCS» на «REPOSITION». Этот способ размещения позволяет сначала выбрать начальную точку, а затем провести динамические изменения положения элемента.

Для начала нужно задать параметры направляющих плиток. Поле «CATALOG» определяет конфигурацию элемента, его исполнение. В данном случае необходим набор «MWF» для создания направляющей плитки с четырьмя отверстиями под крепление.

Вводим тип движения вертикальный, для правильной ориентации плиток, а также размеры по высоте и ширине, для соответствия необходимым параметрам (Рисунок 4.23).

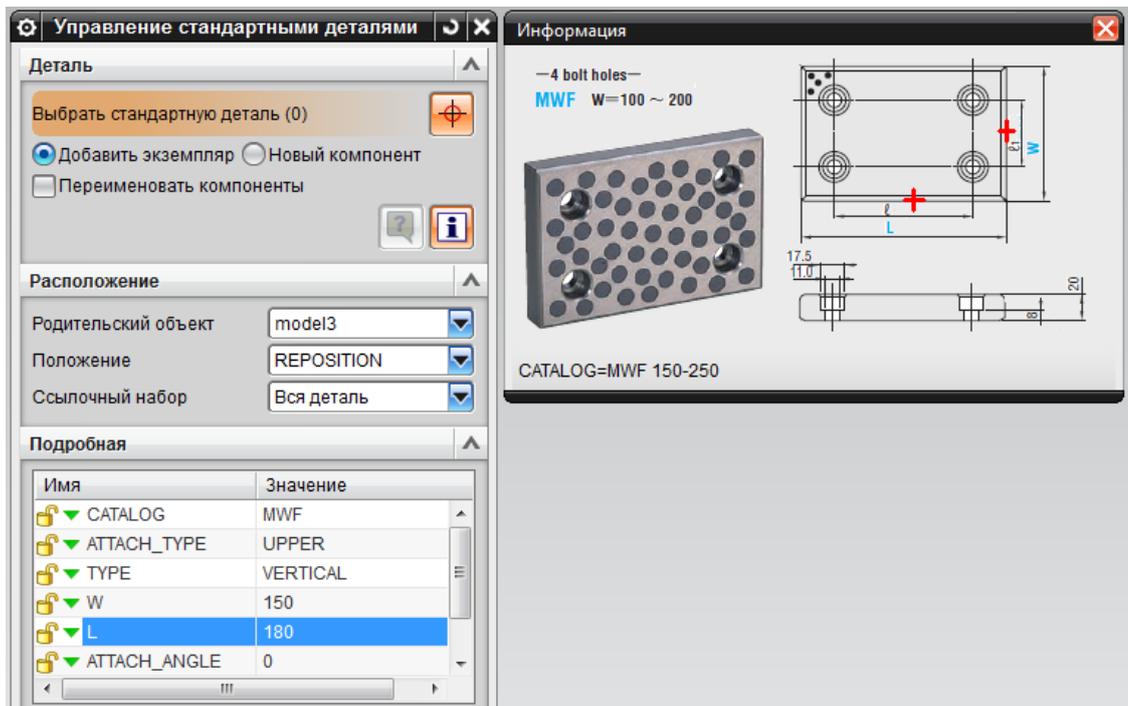


Рисунок 4.28 – Параметризация пазов для крепления

После нажатия кнопки «Применить» открывается окно выбора точек, в котором необходимо последовательно указывать места расположения. Выбрав точку и задав ориентацию, вновь нажимаем клавишу «Применить» – тело направляющей плитки создано и отображено в дереве сборки.

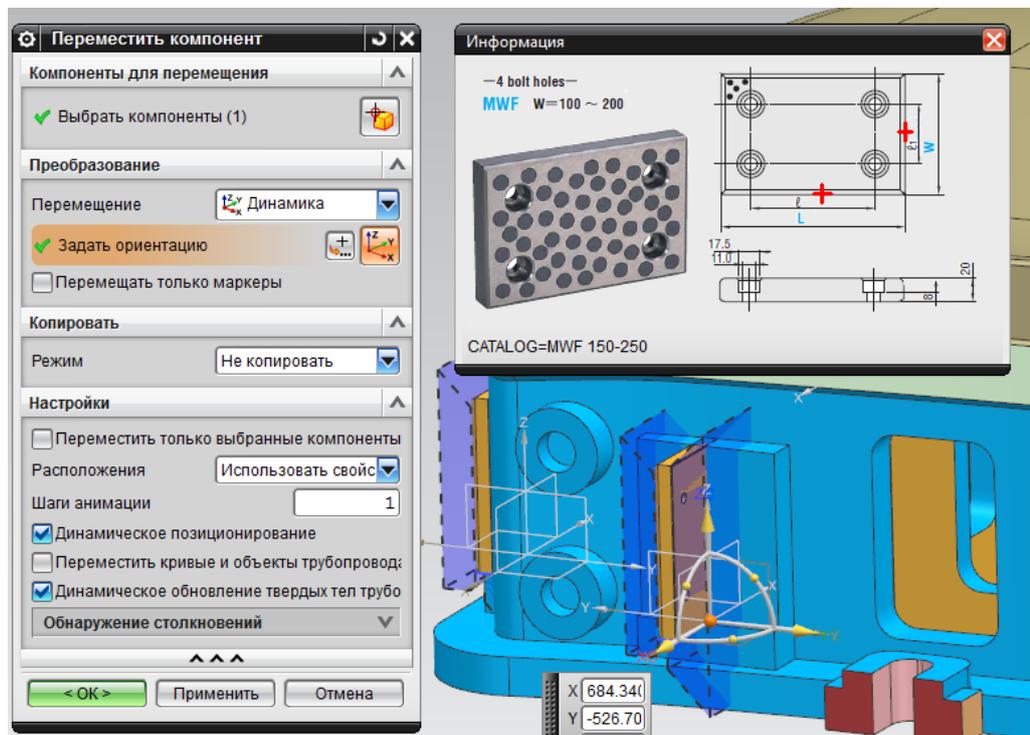


Рисунок 4.29 – Размещение направляющих плиток

Затем, не закрывая окна добавления элемента переключить опцию на «Добавить экземпляр», что позволит, не задавая конфигурации, добавлять одинаковые направляющие плитки. Последовательные нажатия кнопки «Применить» повторяют предыдущее создание элементов по эстампам: добавить – разместить. Создав необходимое количество, закрываем окно добавления элемента. Полученный результат представляет собой тело пуансона с размещенными на нем направляющими плитками, а структура сборки новыми компонентами (Рисунок 4.30).

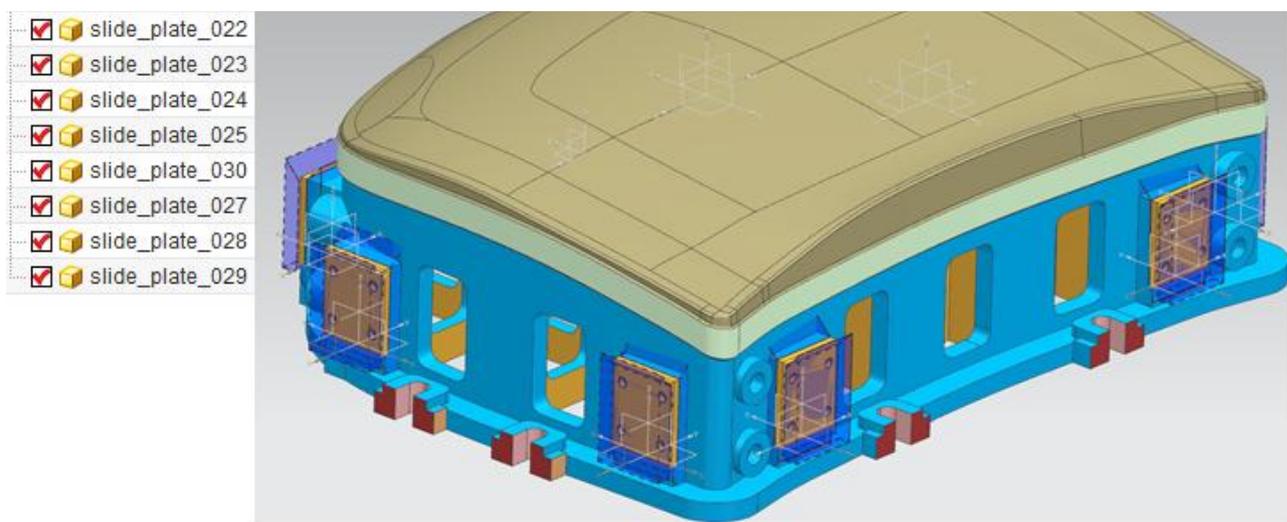


Рисунок 4.30 – Результат добавления параметризованных элементов

Теперь перейдем к созданию второго рабочего инструмента нижней части штампа – прижима. Операция создания тела прижима очень похожа на создание пуансона, только добавляются два новых пункта определяющих размер прижимной поверхности и элементов фиксации – контур заготовки, а также профиль опорного фланца и его базовая плоскость.

Последовательно необходимо выбрать Поверхность технологического перехода, контур проема матрицы, контур заготовки, профиль базы и плоскость (Рисунок 4.31).

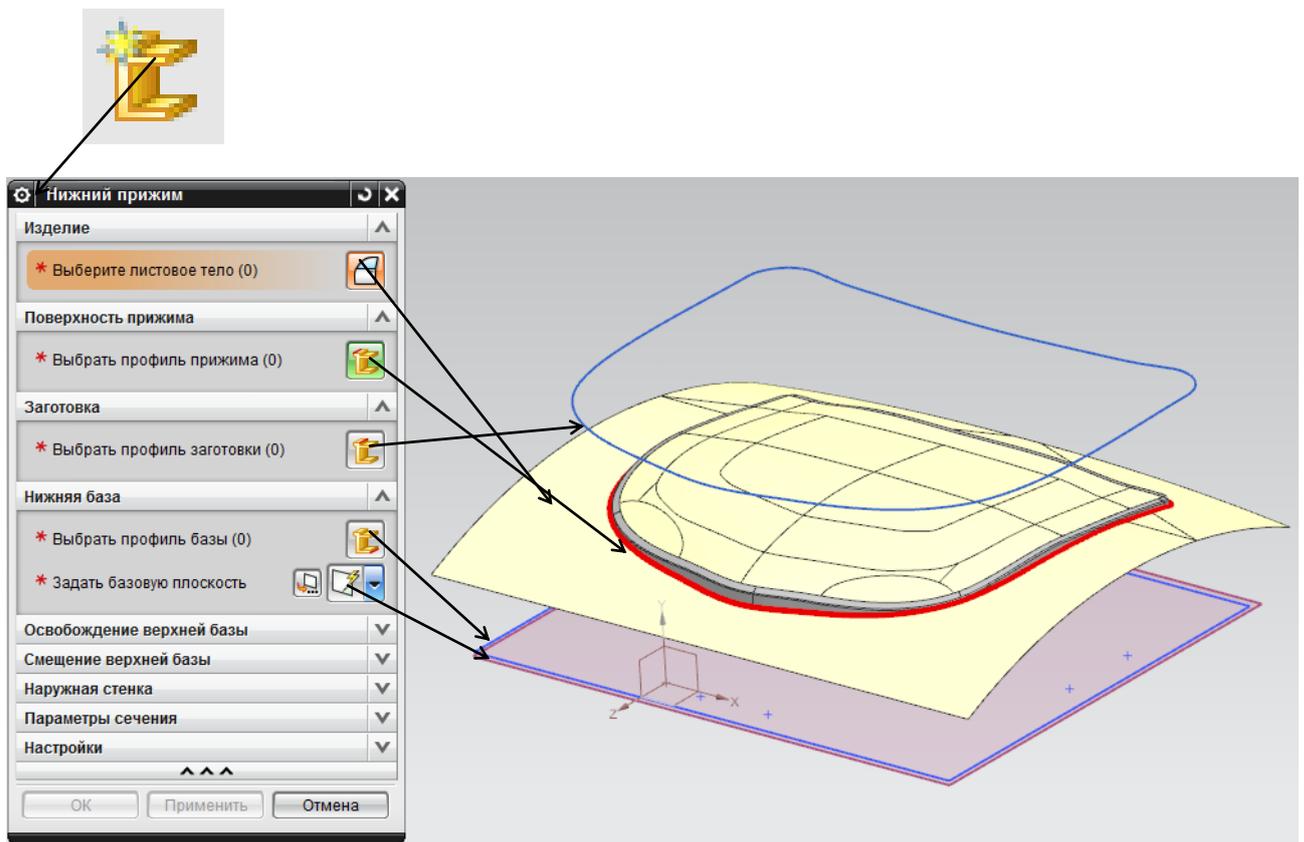


Рисунок 4.31 – Создание прижима

После нажатия кнопки «ОК» на основе заданных параметров программа создаст твёрдое тело простого прижима (Рисунок 4.32).

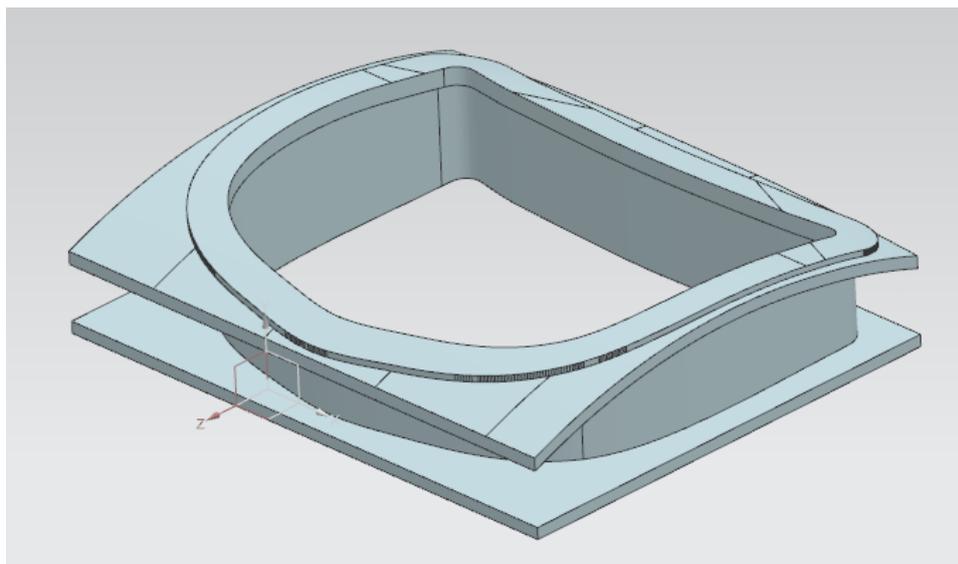


Рисунок 4.32 – Тело прижима

Созданный прижим также является параметризованным построением, его конфигурацию можно менять, изменяя значения в таблице параметров (Рисунок 4.33).

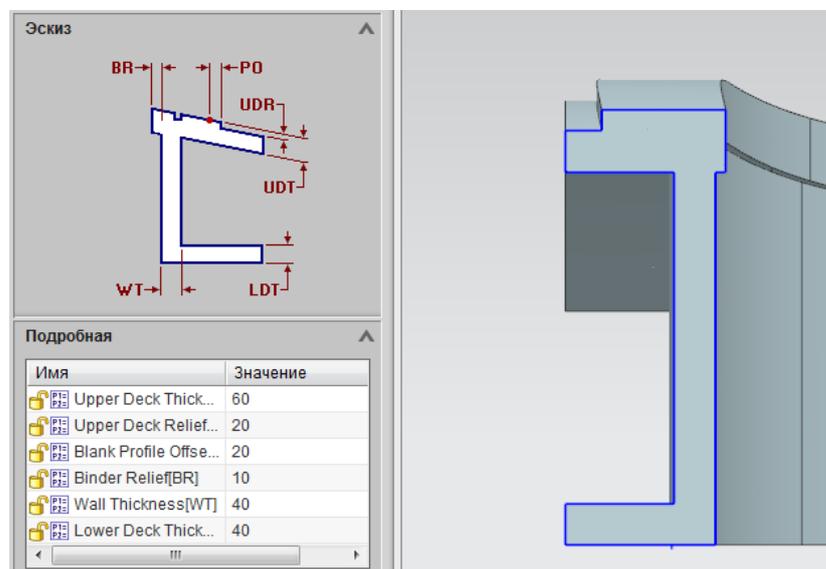


Рисунок 4.33 – Сечение полученного прижима

Используя стандартные средства проектирования, подготовим прижим к дальнейшим построениям. Необходимо смоделировать посадочные места для размещения направляющих элементов и тело плиты, а также изменить стенку по форме полученного ранее пуансона (Рисунок 4.34).

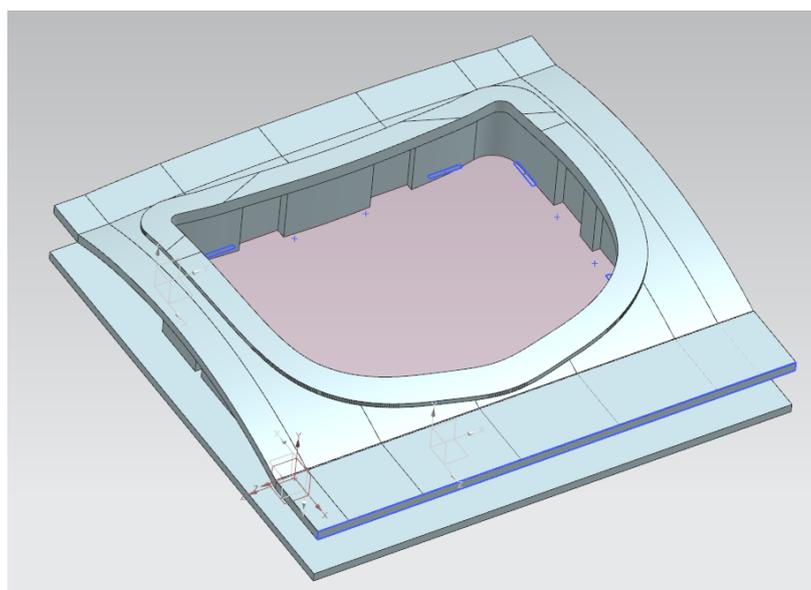


Рисунок 4.34 – Подготовленный пуансон

Дальнейшие этапы проектирования происходят аналогично рассмотренному процессу моделирования пуансона. Добавление всех конструктивных элементов происходит из библиотеки данных.

Комплекс направляющих элементов, представляющие собой места под крепления направляющих планок и частей плиты. В пакет входит верхняя часть и две нижних части. Для размещения на прижиме (Рисунок 4.35), необходима средняя часть этой сборки. Вводя необходимые значения размеров, перестраиваем структуру и позиционируем по краям полученного тела прижима.

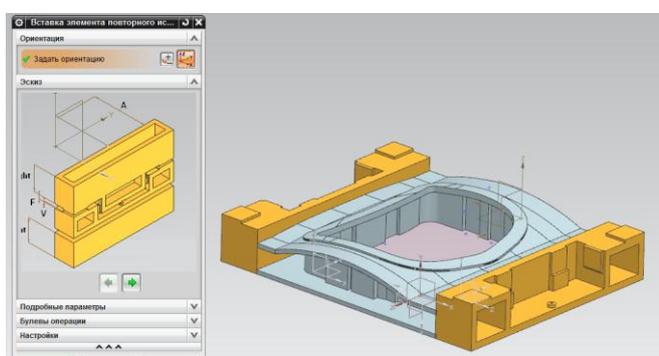


Рисунок 4.35 – Направляющие элементы

Транспортировочные элементы (Рисунок 4.36) в данном случае выглядят в виде проушин по углам штампа, необходимы для размещения в них поворотно фиксируемых винтов. После размещения этого элемента воспользуемся функцией зеркального отображения элемента для создания остальных транспортных элементов.

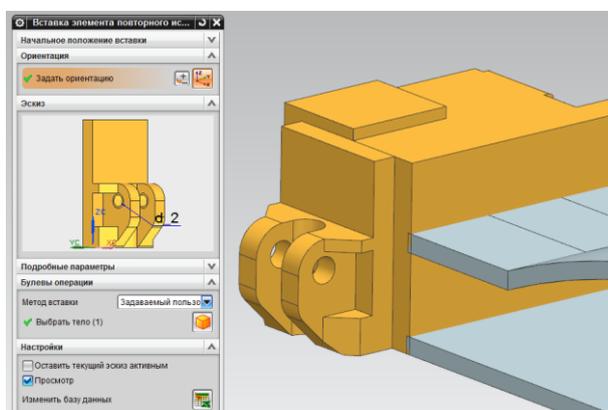


Рисунок 4.36 – Транспортировочные элементы

Размещение фиксаторов (Рисунок 4.37) заготовки осуществляется по ее контуру. Выбрав необходимую конфигурацию, задается угол поворота. Фиксаторы размещаются по всему контуру, так как заготовка имеет фигурную форму. В компоненте предусмотрительно разработано призматическое тело, для выполнения освобождения в матрице.

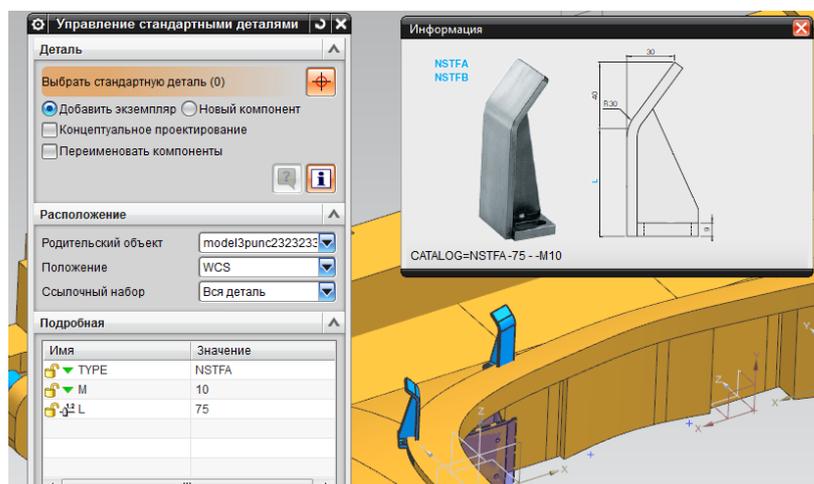


Рисунок 4.37 – Фиксирующие элементы

Для размещения направляющих планок (Рисунок 4.38) используется тот же типовой элемент, что и использовался в процессе создания пуансона. Направляющие планки для контакта с пуансоном имеют ту же форму и размеры. Для контакта плиты прижима с матрицей используются направляющие плитки большего размера.

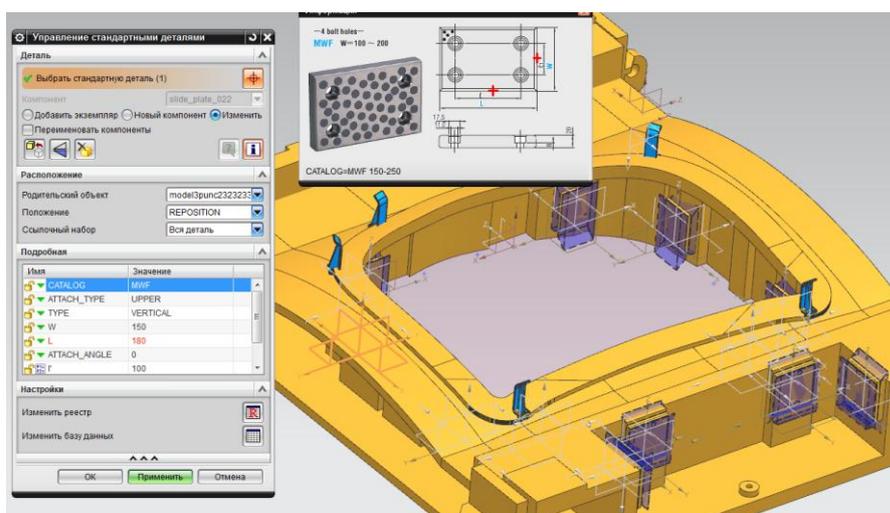


Рисунок 4.38 – Планки направляющие

Процесс создания матрицы (Рисунок 4.39) начинается с выбора вытяжного перехода, проема матрицы, контура заготовки и базовой плоскости размещения матрицы.

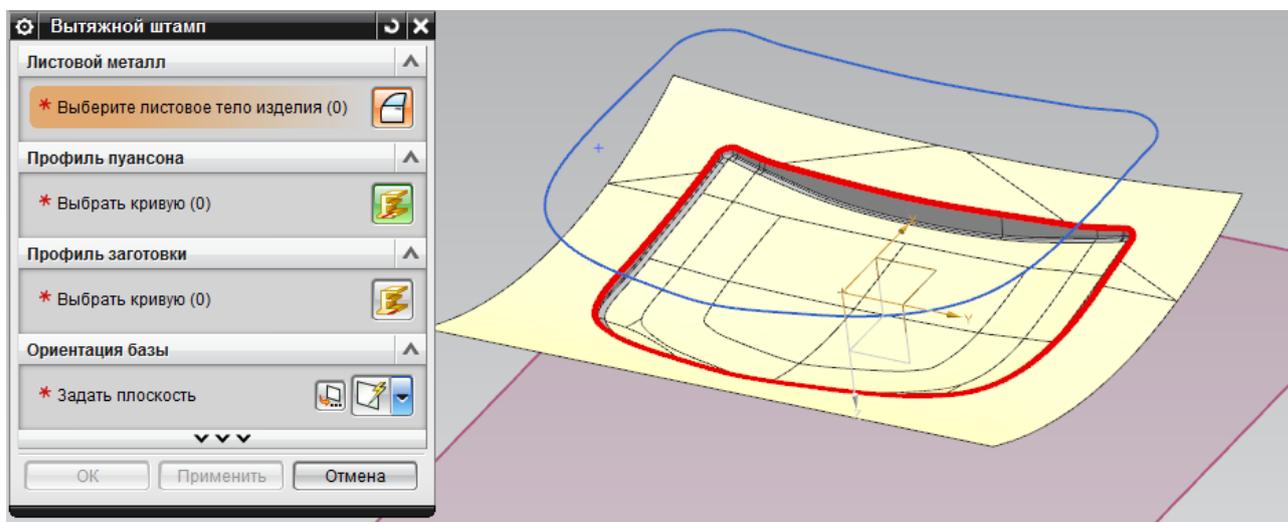


Рисунок 4.39 – Создание тела матрицы

Параметры сечения матрицы задаются способом, аналогичным с заданием прижима и пуансона. Для данной задачи выполним матрицу без нижнего фланца для крепления. Для этого установим значение толщины этого элемента на 0 (Рисунок 4.40).

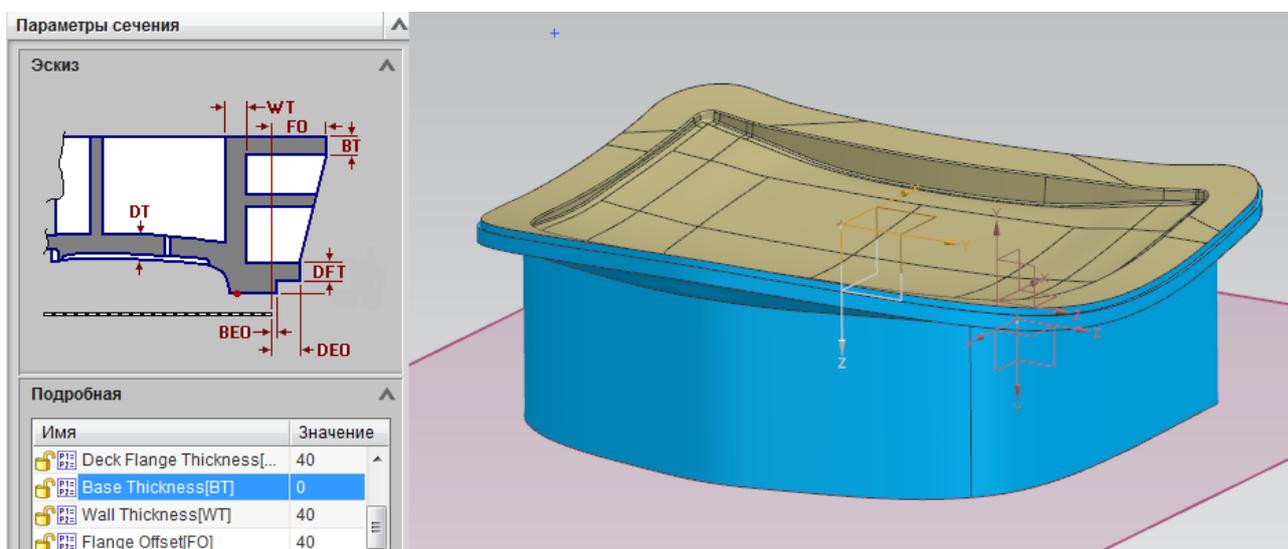


Рисунок 4.40 – Настройка параметров

Моделируем плиту матрицы, используя функционал, описанный ранее:

- ребра жесткости;
- направляющие части плиты, оставшиеся на этапе создания прижима;
- транспортировочные проушины;

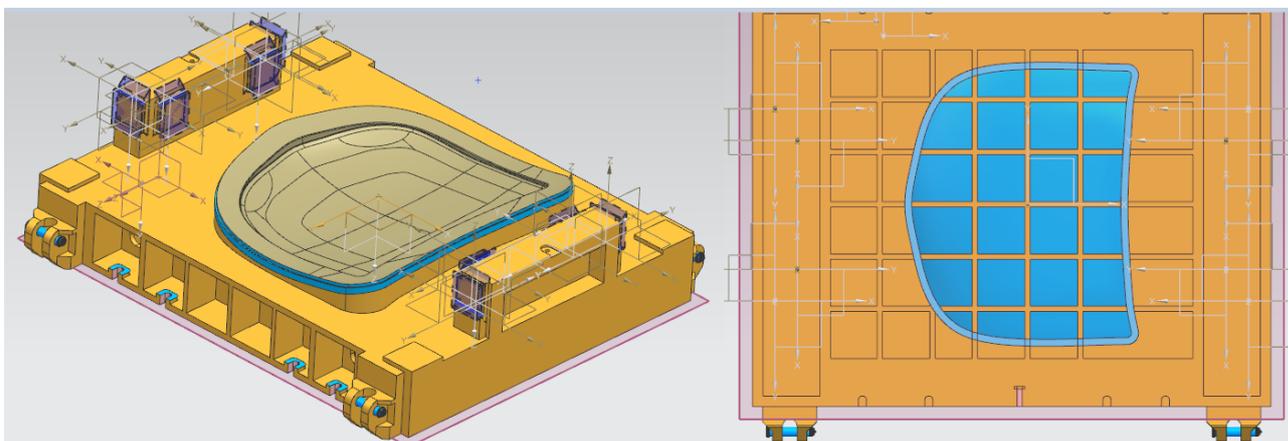


Рисунок 4.41 – создание плиты матрицы

После получения твердого тела, добавляем конструкционные элементы. Во время создания пазов для крепления, необходимо во вкладке «Настройка» поставить галочку выбора на опции «Расположение фланца». Таким образом, получаемые пазы создаются без выступа от линии контура прижима (Рисунок 4.42).

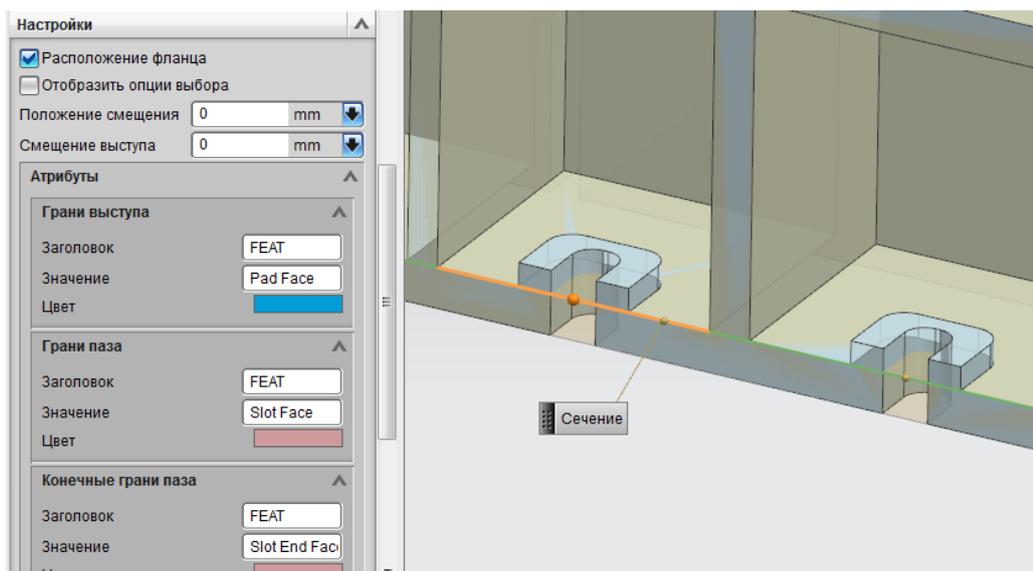


Рисунок 4.42 – Крепежные пазы

Использование данной методики позволило смоделировать штамп для вытяжки капота легкового автомобиля, результаты представлены на рисунках 4.43 - 4.45:

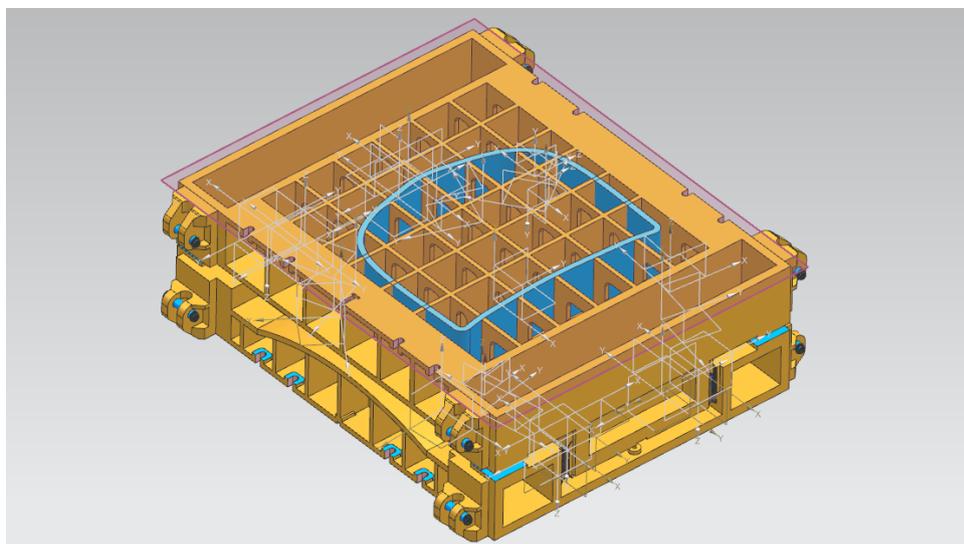


Рисунок 4.43 – Сборка штампа

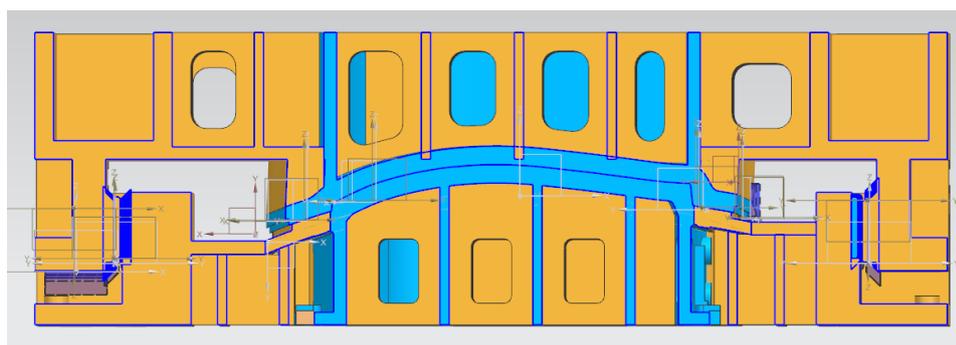


Рисунок 4.44 – Сечение штампа

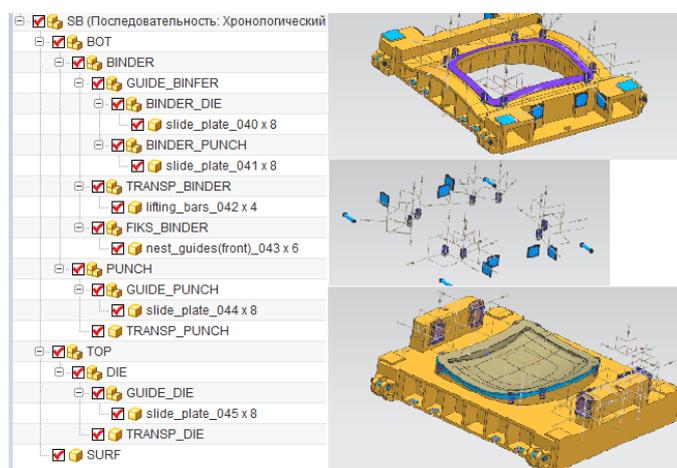


Рисунок 4.45 – Структура сборки

4.4 Выводы

Проектирование элементов штампа стандартными методами трудоёмкий и сложный процесс, требующий создание большого количества элементов. Модуль проектирования элементов штампа позволяет минимизировать время, затрачиваемое на построение, позволяет вносить изменения в модель, а также работать с полученными твёрдыми телами стандартными методами проектирования. Приложение NX для проектирования элементов штампа предлагает пользователям более высокий уровень эффективности, что приводит к уменьшению стоимости и повышению производительности.

1. Установлены необходимые требования к поверхности технологического перехода.

2. Обозначены основные требования к проектированию штампа в зависимости от оборудования.

3. Отражена структура параметризированной сборки вытяжного штампа и конструктивных элементов.

4. Создана электронная 3D модель вытяжного штампа на основе представленной методики.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. Выполнен анализ способов проектирования штампов для крупной листовой штамповки. Показана необходимость использования параметризации и баз данных с целью ускорения проектирования штампов для крупной листовой штамповки. Представлена тенденция перехода в стратегиях проектирования от «бумажных» технологий, основанных на чертежах к использованию методов совершенствования проектирования штамповой оснастки на базе современных программных комплексов.
2. Выявлено, что обширная база данных NX позволяет разработать конструкцию штампов, и может быть дополнена базой данных проектировщика и производителя.
3. Предложена методика создания вытяжного штампа для крупной листовой вытяжки с использованием средств автоматизированного проектирования Siemens NX, модуля «Проектирование элементов штампа».
4. Создана электронная 3D модель вытяжного штампа для капота легкового автомобиля, которая включает в себя основные рабочие части, конструкционные элементы, обладает необходимым качествами, заявленными в требованиях технологичности.

Список используемой литературы

1. Романовский, В.П. Справочник по холодной штамповке / В.П. Романовский. – Л.: Машиностроение, 1979. – 568 с.
2. А.Г. Схиртладзе, В.В. Морозов, А.В. Жданов А.И. Залеснов: Автоматизированное проектирование штампов / Учебное пособие – Л.: Машиностроение, 1979. – 568 с.
3. Дурандин М.М. Рымзин Н.П. Шихов Н.А. Штампы для холодной штамповки мелких деталей. / М.: Машиностроение, 1978, – 108с
4. Смирнов А.А. Трехмерное геометрическое моделирование. Учебное пособие / МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2010, – 40 с.
5. Островский, В.П. Справочник конструктора по холодной штамповке / В.П. Островский. – М.: Машиностроение, 1957. – 283 с.
6. Нефедов, А.П. Конструирование и изготовление штампов: из опыта Горьковского автомобильного завода / А.П. Нефедов. – М: Машиностроение, 1973. – 408 с.
7. Малов А.Н. Технология холодной штамповки – М.: Машиностроение, 1969. – 568 стр.
8. Еленев С.А. Холодная штамповка / Учебник для СПТУ /2-е изд., перераб. и доп. - М. : Высшая школа, 1988. – 271 с.
9. Мещерин В.Т. Листовая штамповка. Атлас схем / 3-е изд., исправ. и доп. М.: Машиностроение, 1975. – 227 с.
10. Иванов К.М., Лясников А.В., Новиков Л.А., Юргенсон Э.Е. Математическое моделирование процессов обработки давлением / СПб.: ТОО "Инвентекс". - 1997г. – 268с.
11. Аверкиев Ю.А. Аверкиев А.Ю. Технология холодной штамповки– М: Машиностроение, 1989. – 298 с.
13. САПР в технологии машиностроения /Митрофанов В.Г., Калачев О.Н.,

- Схиртладзе А.Г. и др. Ярославль: Ярославский ГТУ, 1995. – 298 с.
12. Зубцов М.Е. Листовая штамповка / М.Е. Зубцов. – Л.: Машиностроение, 1980. – 432 с.
14. Руководство пользователя UGS NX v 7.5, 2010
15. Суворов И.К. Обработка металлов давлением. - М.: Высшая школа, 1973. – 384 с.
16. Быков В.П. Методическое обеспечение САПР в машиностроении.
17. Голованов, Н.Н. Геометрическое моделирование / Н.Н. Голованов. – М: Academia, 2011. – 272 с.
18. Fang K., Li Run-ze, Sudjianto A. Design and Modeling for Computer Experiments / Chapman and Hall/C.R.C. 2006. – 304 pages.
19. Ghersi A., Landolfo R., Mazzolani F.M. Design of Metallic Cold-Formed Thin-Walled Members / Spon Press, Taylor & Francis Group, 2002, – 174 pages.
20. Banabic D. Sheet Metal Forming Processes. Constitutive Modelling and Numerical Simulation / Berlin - Heidelberg: Springer-Verlag, 2010. – 318 pages.
21. Yu W., LaBoube R.A. Cold-Formed Steel Design / 4 edition, Wiley, 2010, – 491 pages.
22. Shetty D., Kolk R.A. Mechatronics System Design / Second Edition. Cengage Learning, 2011. – 528 pages.
23. Наук П.Е., Богданова А.Н. Начертательная геометрия / Учебное пособие. - Тюмень: ТюмГНГУ, 2009. - 127с.
24. Фаворский В.Е. Холодная штамповка выдавливанием / Под общ. ред. В. П. Романовского М.: Машгиз, 1955. – 37 с.
25. Ковалёв В.Г., Ковалёв С.В. Технология листовой штамповки. Технологическое обеспечение точности и стойкости / М.: КНОРУС, 2010. – 224 с.

26. Мендельсон В.С., Рудман Л.И. Технология изготовления штампов и пресс-форм / М.: Машиностроение, 1970. – 225 с.
27. Шухов Ю.В., Еленев С.А. Холодная штамповка / М.: Высшая школа, 1977. – 208 с.
28. Стеблюк В.И. и др. Технология листовой штамповки. Курсовое проектирование / Стеблюк В. И., Марченко В. Л., Белов В. В., Гривачевский А. Г. - Киев: Вища школа. Головное изд-во, 1983. – 280 с.
29. Рудман Л.И. Справочник конструктора штампов / Под. общ. ред. Рудмана Л. И. "Машиностроение" 1988г. – 4961 с.
30. Богданов В.Н. Справочное руководство по черчению / М.: Машиностроение, 1989. – 864 с.