

АННОТАЦИЯ

В выполненной выпускной квалификационной работе были разработаны технологический процесс и штамповая оснастка детали кожух фары.

В ходе прохождения преддипломной практики были найдены недостатки существующей технологии производства детали «кожух фары». Исходя из рассчитанных параметров, а именно: усилие пресса в различных операциях, его работа, коэффициент используемого металла было предложено использование иного оборудования, создана штамповая оснастка, изменен технологический процесс. Для увеличения количества выпускаемых деталей, уменьшения себестоимости изделий и улучшения условий труда работников предложено введение автоматической линии. В программе «SiemensNX 9.0» была создана математическая модель изделия, а в программах «LS-PrePost», «LS-DYNAManager» был произведен расчет сил, воздействующих на деталь и наглядно показан процесс операции вытяжки. В разделе Безопасности производства детали приведены меры, направленные на осуществление безопасных условий труда. В экономической части выпускной квалификационной работы приводятся данные, показывающие положительный экономический эффект применения предложенных изменений

Пояснительная записка состоит из 62 страниц. Графическая часть состоит из 6 листов.

ABSTRACT

This bachelor's thesis is about processing design and creating of die tooling. A major challenge in automobile industry is cost saving of products. The aim of the work is a cost saving of «head lamp case» part from reversing metal cutting, refit of die tooling and implementation of the automation aids.

The work touches upon: technological process; technical equipment and automation aids; die tooling; computer analysis engineering; economic and life safety.

First section is a process analysis – it is a comparison of old and new part product technologies. Next part of bachelor's thesis is a creation of a new technological process. A new technological process was created – metal cutting was reversed, molding and sizing of blank and sizing of energy-forceful parameters were calculated.

The third part of this work is selecting of technical equipment and automation aids. The press «Schuler» was selected for new technological process and automatic line was selected: clamshell, decoiler, robot manipulator. Next part contains some information about die tools - indicated drawing of a new die tooling. Fifth part of the project gives details about aCAE-analysis. A CAE-analysis shows reduction in metal thickness in percent, strain and makes a FLD-diagram. That demonstrably shows the process in drawing of metal. Life safety's part shows required actions for industrial safety. A final unit – Economic – contains information about the aim of the work - cost saving of «head lamp case» part.

The results of the work showed that this bachelor's thesis was completed.

Оглавление

АННОТАЦИЯ	2
ВВЕДЕНИЕ	6
1. Анализирование исходных данных	8
1.1. Анализирование технологичности	8
1.2. Анализирование существующей технологии изготовления изделия	9
1.3. Минусы имеющейся технологии	9
1.4. Задачи ВКР	10
2. Разработка технологической части	11
2.1. Проектный технологический процесс	11
2.2. Расчет размеров и определение формы заготовки	11
2.3. Рациональный раскрой, определение КИМ	13
2.4. Расчет ЭСП	14
2.4.1. ЭСП операции вырубка	14
2.4.2. ЭСП операции вытяжка с пробивкой 1	15
2.4.3. ЭСП операции пробивка 2	16
2.4.4. ЭСП операции пробивка 3	17
2.4.6. ЭСП операции обрезка	18
2.4.7. ЭСП операции отбортовка	18
3. Выбор оборудования	19
3.1. Выбор оборудования для производства детали	19
3.2. Средства автоматизации процессов штамповки	19
Рис. 3.1.	20
3.3. Штамповочная линия, участок штамповки	20
4. Конструирование штамповой оснастки	22
4.1. Конструкция вытяжного штампа	22
4.2. Работа штампа	23
4.3. Расчет на прочность	24
4.4. Упругие элементы в штамповой оснастке	25
4.5. Центр давления в штамповой оснастке	25
5. CAE - анализ вытяжного перехода	26
Используемые программы	26
5.1. Построение модели	26
5.2. Построение сетки конечных элементов	28

5.3. Задание заготовки, инструмента, и их параметров	29
5.4. Проведение расчета	31
5.5. Просмотр результатов - САЕ-анализ напряженного состояния операции вытяжка	31
6. БЕЗОПАСНОСТЬ И ЭКОЛОГИЧНОСТЬ ПРОЕКТА	36
6.1 Технологическая характеристика объекта	36
6.2. Определение профессиональных рисков	37
6.3. Снижение профессионального риска	38
6.4. Пожарная безопасность объекта	39
6.5. Технические средства обеспечения пожарной безопасности.	41
Продолжение таблицы 6.6	44
6.6. Экологическая безопасность объекта	44
Выводы из раздела «Безопасность и экологичность проекта»	46
7. ЭКОНОМИКА	47
7.1 - Необходимое количество оборудования, коэффициент загрузки, численность рабочих-операторов и штамповой оснастки.	52
7.3. Показатель экономической эффективности проектного варианта	57
Вывод.	58
Заключение	59
Список используемых источников	60

ВВЕДЕНИЕ

«Холодная штамповка представляет собой процесс изготовления самых разнообразных по назначению, форме и размерам деталей из листовой или из объемной заготовки в холодном состоянии.»[1]

Массовое развитие листовой штамповки можно объяснить целым рядом выгодных преимуществ. К основным достоинствам листовой штамповки относятся:

- 1) Возможность производства прочных и легких конструкций деталей при малозатратном расходе материала;
- 2) Высокая производительность и низкая стоимость штампуемых деталей;
- 3) Возможность применения низкоквалифицированной рабочей силы;
- 4) Незначительные затраты материала при правильной разработке техпроцессов и раскрое материала;
- 5) Подходящие условия для механизации и автоматизации процессов штамповки и создания автоматических линий и участков.

«За последние годы значительно возросла производительность труда в результате широкого применения полной или частичной механизации и автоматизации процессов листовой штамповки, а так же прогрессивных и скоростных методов штамповки.»[1]. Это делает актуальным работы в области обработки материалов давлением.

Разработано оборудования, дающее возможность успешно использовать холодную листовую штамповку не только в массовом и крупносерийном, но также в серийном, мелкосерийном и единичном производстве. Это способствует успешному использованию листовой штамповки во многих областях промышленности.

В данной работе была проведена разработка технологического процесса и штамповой оснастки детали «Кожух фары» листовой штамповкой, проведен САЕ-анализ, так же был проведен экономический анализ, были разработаны мероприятия и предложены меры по безопасности

проекта и улучшению условий труда.

Цель данной ВКР - снижение себестоимости производства детали «Кожух фары», достигаемое за счет введения нового раскроя, путем изменения размера заготовки и положения заготовок на ленте, изменения штамповой оснастки, так же предлагается ввести автоматизацию всего процесса штамповки.

1. Анализирование исходных данных

1.1. Анализирование технологичности

Среди требований, предъявляемых к технико-экономическим показателям, на первом месте стоит вопрос о технологичности изделий.

«Под технологичностью следует понимать такое сочетание конструктивных элементов, которое обеспечивает наиболее простое и экономичное изготовление деталей (в условиях данной серийности производства) при соблюдении технических и эксплуатационных требований к ним.»[2]

Технологичность изделия зависит не в последнюю очередь от грамотного выбора материала. Выбор материала определяют многочисленные факторы, такие как:

- 1) Пластичность материала;
- 2) Сопротивление нагрузкам;
- 3) Вес материала;
- 4) Производство заготовки детали;
- 5) Сложность производства детали;
- 6) Экономические требования.

Таблица 1.1 Основные показатели технологичности изделий листовой штамповки:

1. «Как можно меньший расход материала»[2];
2. «Как можно меньшее количество и трудоемкость операций»[2];
3. «Отсутствие последующей мехобработки»[2];
4. «Как можно меньшее количество требуемого оборудования и производственных площадей»[2];
5. «Как можно меньшее количество оснастки при уменьшении затрат и сроков развертывания производства» [2];

Продолжение таблицы 1.1

6. «Увеличение производительности отдельных операций и цеха в целом»[2];
7. «Повышение стойкости оборудования.»[2]

1.2. Анализирование существующей технологии изготовления изделия

В базовом технологическом процессе для производства детали «Кожух фары» применяют восемь операций. Каждая из этих операций выполняется на отдельном штамповом оборудовании. Операция вырубki заготовки выполняется на прессе Т2-550-6-350, максимальное усилие данного оборудования 5,5 МН.КИМ при этой операции равен 0,7. Листовой металл с помощью манипулятора закладывается в штамп. Производительность этой операции 100шт/час. Операции вытяжки, четыре различные пробивки, правка, обрезка, отбортовка производятся на прессе Т2-550-6-350, максимальное усилие которого 5,5 МН. Заготовка закладывается в межштамповое пространство с помощью манипулятора. На выходе получается пятьдесят годных изделий в час. Готовые изделия удаляются пневмоприводом. Количество готовых изделий, получаемых на выходе, равняется пятидесяти единицам в час.

1.3. Минусы имеющейся технологии

Базовая технология производства «Кожуха фары» имеет следующие недостатки: 1. Нерациональное применение ресурсов, на конечном этапе изготовления получается большое количество отходов металла; 2. Большое количество операций, из-за чего увеличивается себестоимость изделия и время его изготовления; 3. Процессы не автоматизированы, в следствии чего наблюдается низкая производительность изготовления детали. Чтобы избежать выявленных проблем, нужно решить ряд задач, позволяющих полностью избавиться от проблем в базовом технологическом процессе.

1.4.Задачи ВКР

По идентифицированным недостаткам базовой технологии изготовления детали, можно выделить следующие задачи: изменение технологии изготовления изделия; уменьшение себестоимости производства детали; разработка штампа для производства детали; проведение мероприятий по осуществлению безопасности жизнедеятельности для безопасной и комфортной работы при изготовлении детали; ввод средств автоматизации и механизации.

2. Разработка технологической части

2.1. Проектный технологический процесс

Проектный (новый) технологический процесс включает в себя семь операций. В целях улучшения технологичности изготовления данной детали, было решено использовать заготовки меньшего размера, чем в базовой технологии и было принято решение уменьшить число операций. Круглые заготовки изготавливаются из заранее заготовленных листов металла Ст 08кп толщиной 0.9 мм. Остальные операции предлагается выполнять последовательно:

Операция 10: Вырубка заготовки

Операция 20: Вытяжка с пробивкой 1

Операция 30: Пробивка 2

Операция 40: Пробивка 3

Операция 50: Пробивка 4

Операция 60: Обрезка

Операция 70: Отбортовка

2.2. Расчет размеров и определение формы заготовки

Для нахождения размеров заготовки, нужно разделить изделие на несколько элементарных геометрических объектов (рисунок 2.2) и рассчитать площади данных элементарных геометрических объектов. Для расчетов используются формулы расчета площадей поверхностей, представленные в таблице 2.1.

Таблица 2.1

№ п/п	Форма поверхности	Формула
1	Цилиндр	πdh

Продолжение таблицы 2.1

2	Четверть сферического кольца (выпуклая)	$\frac{\pi}{4} 2\pi dr + 8r^2$
3	Четверть сферического кольца (вогнутая)	$\frac{\pi}{2} \pi dr + 2,28r^2$
4	Кольцо	$\frac{\pi}{2} d_2^2 + d_1^2$
5	Диск	$\frac{\pi d^2}{4}$

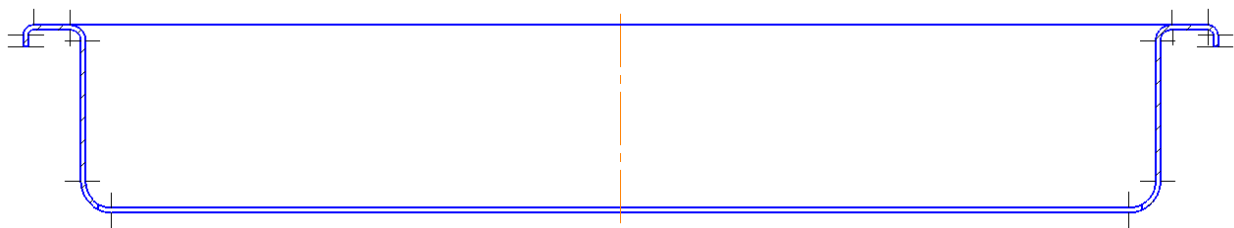


Рис. 2.1 – Расчет поверхности заготовки.

Высчитаем размер каждой поверхности данного изделия:

$$F_1 = \pi dh, \quad (2.1)$$

$$F_1 = \pi \cdot 229 \cdot 2,1 = 1510,8 \text{ мм}^2$$

$$F_2 = \frac{\pi}{4} 2\pi dr + 8r^2, \quad (2.2)$$

$$F_2 = \frac{\pi}{4} 2\pi \cdot 225,2 \cdot 1,9 + 8 \cdot 1,9^2 = 2134,2 \text{ мм}^2$$

$$F_3 = \frac{\pi}{2} d_2^2 + d_1^2, \quad (2.3)$$

$$F_3 = \frac{\pi}{2} 225,2^2 - 211,7^2 = 4738,6 \text{ мм}^2$$

$$F_4 = \frac{\pi}{2} \pi dr + 2,28r^2, \quad (2.4)$$

$$F_4 = \frac{\pi}{2} \pi \cdot 207 \cdot 2 + 2,28 \cdot 2^2 = 1309,7 \text{ мм}^2$$

$$F_5 = \pi dh, \quad (2.5)$$

$$F_5 = \pi \cdot 207 \cdot 26,2 = 17038,1 \text{ мм}^2$$

$$F_6 = \frac{\pi}{4} 2\pi dr + 8r^2, \quad (2.6)$$

$$F_6 = \frac{\pi}{4} 2\pi \cdot 195,2 \cdot 5,9 + 8 \cdot 5,9^2 = 7514,7 \text{ мм}^2$$

$$F_7 = \frac{\pi d^2}{4}, \quad (2.7)$$

$$F_7 = \frac{\pi \cdot 195,2^2}{4} = 29926,1 \text{ мм}^2$$

Рассчитаем размер всей поверхности изделия:

$$F_{\text{изделия}} = \sum F_n, \quad (2.8)$$

$$F_{\text{изделия}} = 64172,2 \text{ мм}^2$$

Исходя из полученных данных, можно вычислить размер заготовки, используя формулу:

$$F_{\text{заготовки}} = 1,13 \overline{F_{\text{изделия}}}, \quad (2.9)$$

$$F_{\text{заготовки}} = 1,13 \overline{64172,2} = 286,25 \text{ мм}^2$$

2.3. Рациональный раскрой, определение КИМ

Базовый раскрой предполагает КИМ 0,75, что является не совсем рациональным использованием материала. При введении нового, рационального раскроя можно достичь КИМ 0,85 и добиться меньшего размера заготовки.

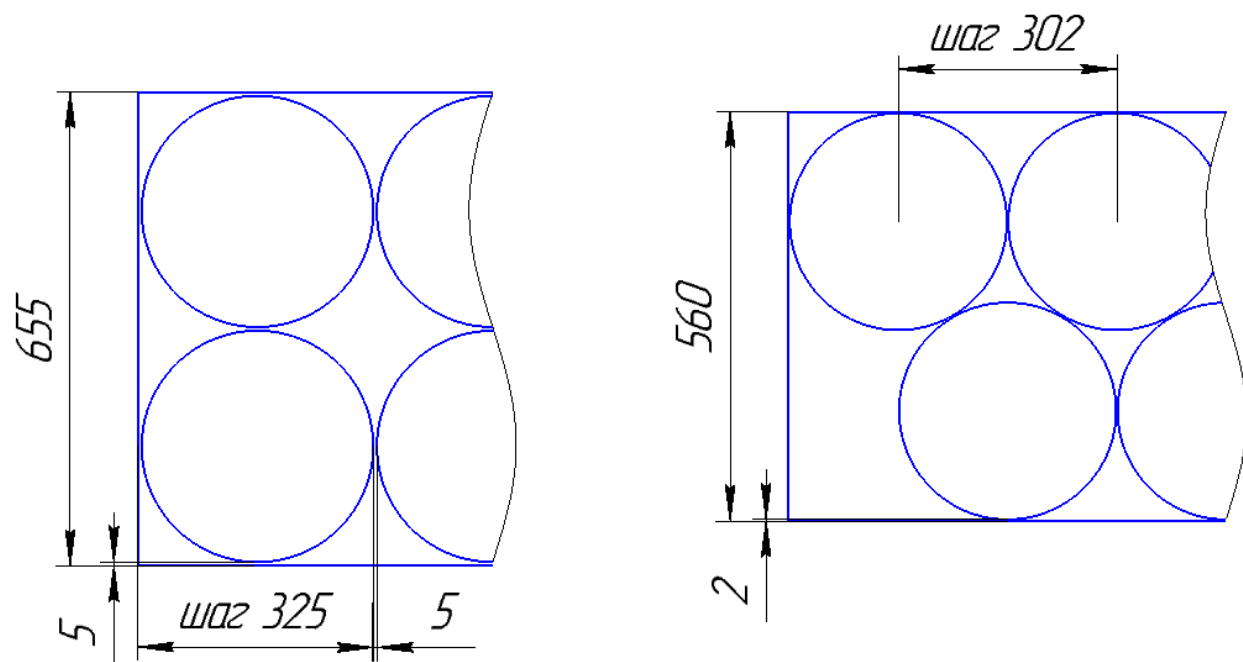


Рис. 2.2. – Построение рационального раскроя

КИМ определяется по следующей формуле

$$\eta = F_{\text{заготовок}} / F_{\text{ленты}} \cdot 100\%, \quad (2.11)$$

2.4. Расчет ЭСП

В новом проекте изготовления детали «Кожух фары» применяются семь операций штамповки, а именно:

1. Вырубка
2. Вытяжка, пробивка 1
3. Пробивка 2
4. Пробивка 3
5. Пробивка 4
6. Обрезка
7. Отбортовка

2.4.1. ЭСП операции вырубка

Для определения полного усилия вырубки, необходимо вычислить усилие вырубке штампа, усилие снятие полосы с пуансона и усилие проталкивания детали - $P_{\text{ср}} + P_{\text{сн}} + P_{\text{пр}}$:

$$P_{\text{ср}} = \pi d S \sigma_{\text{ср}}, \quad (2.11)$$

где d – диаметр заготовки, мм;

S – толщина материала, мм;

$\sigma_{\text{ср}}$ – сопротивление срезу, кг/мм².

$$P_{\text{ср}} = \pi \cdot 300 \cdot 0,9 \cdot 25 = 21205,75 \text{ кгс} = 212 \text{ кН}$$

$$P_{\text{сн}} = k_{\text{сн}} \cdot P_{\text{ср}}, \quad (2.12)$$

где $k_{\text{сн}}$ – коэффициент, определяемый в зависимости от оснастки и толщины заготовки.

$$P_{\text{сн}} = 212 \cdot 0,06 = 12,72 \text{ кН}$$

$$P_{\text{пр}} = k_{\text{пр}} P_n, \quad (2.13)$$

где $k_{\text{пр}}$ – коэффициент проталкивания;

$n = \frac{h}{s}$ – количество деталей, находящихся в шейке матрицы (h – высота

цилиндрической шейки, в мм, S – толщина вырубаемых деталей, мм).

$$P_{\text{пр}} = 0,1 \cdot 212 \cdot 27 = 572,4 \text{ кН}$$

Суммарное усилие вырубки:

$$P_{\text{вырубки}} = P_{\text{ср}} + P_{\text{сн}} + P_{\text{пр}}, \quad (2.14)$$

$$P_{\text{вырубки}} = 212 + 12,72 + 572,4 = 797,12 \text{ кН}$$

Работа вырубки:

$$A = \frac{P_{\text{вырубки}} S}{1000}, \quad (2.15)$$

$$A = \frac{797,12 \cdot 0,9}{1000} = 0,72 \text{ кДж}$$

2.4.2. ЭСП операции вытяжка с пробивкой 1

Для вычисления усилий и работы данной операции, необходимо рассчитать вытяжку и пробивку отдельно.

$$P_{\text{вытяжки}} = P + Q, \quad (2.16)$$

$$P = \pi d S \sigma_{\text{в}} k_{\text{ф}}, \quad (2.17)$$

где $\sigma_{\text{в}}$ – предел прочности, кг/мм²;

$k_{\text{ф}}$ – коэффициент для вытяжки цилиндрических деталей с широким

фланцем

$$P = \pi \cdot 207 \cdot 32 \cdot 30 \cdot 0,7 = 437000 \text{ кгс} = 4370 \text{ кН}$$

$$Q = Fq, \quad (2.18)$$

Где F – площадь под прижимом, мм^2

q – усилие прижима, кг/мм^2

$$Q = 12100 \cdot 0,2 = 2420 \text{ кгс} = 24,2 \text{ кН}$$

$$P_{\text{вытяжки}} = 4370 + 24,2 = 4394,2 \text{ кН}$$

Усилие пробивки определяется аналогично усилию вырубки:

Усилие пробивки(2.10):

$$P_{\text{ср}} = 2 \cdot \pi \cdot 16 \cdot 0,9 \cdot 25 = 2262 \text{ кгс} = 22,62 \text{ кН}$$

Усилие снятия (2.11):

$$P_{\text{сн}} = 22,62 \cdot 0,06 = 1,36 \text{ кН}$$

Усилие проталкивания (2.12):

$$P_{\text{пр}} = 0,1 \cdot 22,62 \cdot 27 = 61 \text{ кН}$$

Суммарное усилие пробивки (2.13):

$$P_{\text{пробивки}} = 22,62 + 1,36 + 61 = 84,98 \text{ кН}$$

Суммарное усилие двух операций:

$$P_{\text{общее}} = P_{\text{вытяжки}} + P_{\text{пробивки}}, \quad (2.19)$$

$$P_{\text{общее}} = 4394,2 + 84,98 = 4479,18 \text{ кН}$$

Работа вытяжки(2.14):

$$A_{\text{вытяжки}} = \frac{4394,2 \cdot 32}{1000} = 140,6 \text{ кДж}$$

Работа пробивки (2.14):

$$A_{\text{пробивки}} = \frac{84,98 \cdot 0,9}{1000} = 0,076 \text{ кДж}$$

Суммарная работа данной операции:

$$A_{\text{общее}} = A_{\text{вытяжки}} + A_{\text{пробивки}}, \quad (2.20)$$

$$A_{\text{общее}} = 140,6 + 0,076 = 140,676 \text{ кДж}$$

2.4.3. ЭСП операции пробивка 2

Усилие пробивки (2.10):

$$P_{\text{ср}} = 400 \cdot 0,9 \cdot 25 = 9000 \text{ кгс} = 90 \text{ кН}$$

Усилие снятия (2.11):

$$P_{\text{сн}} = 90 \cdot 0,06 = 5,4 \text{ кН}$$

Усилие проталкивания (2.12):

$$P_{\text{пр}} = 0,1 \cdot 90 \cdot 27 = 243 \text{ кН}$$

Суммарное усилие пробивки (2.13):

$$P_{\text{пробивки}} = 90 + 243 + 5,4 = 338,4 \text{ кН}$$

Работа пробивки (2.14):

$$A_{\text{пробивки}} = \frac{338,4 \cdot 0,9}{1000} = 0,3 \text{ кДж}$$

2.4.4. ЭСП операции пробивка 3

Усилие пробивки (2.10):

$$P_{\text{ср}} = 170 \cdot \pi \cdot 0,9 \cdot 25 = 12016 \text{ кгс} = 120,2 \text{ кН}$$

Усилие снятия (2.11):

$$P_{\text{сн}} = 120,2 \cdot 0,06 = 7,2 \text{ кН}$$

Усилие проталкивания (2.12):

$$P_{\text{пр}} = 0,1 \cdot 120,2 \cdot 27 = 324,5 \text{ кН}$$

Суммарное усилие пробивки (2.13):

$$P_{\text{пробивки}} = 120,2 + 7,2 + 324,5 = 451,9 \text{ кН}$$

Работа пробивки (2.14):

$$A_{\text{пробивки}} = \frac{451,9 \cdot 0,9}{1000} = 0,4 \text{ кДж}$$

2.4.4. ЭСП операции пробивка 4

Усилие пробивки (2.10):

$$P_{\text{ср}} = 5 \cdot 7 \cdot \pi \cdot 0,9 \cdot 25 = 2474 \text{ кгс} = 24,74 \text{ кН}$$

Усилие снятия (2.11):

$$P_{\text{сн}} = 24,74 \cdot 0,06 = 1,48 \text{ кН}$$

Усилие проталкивания (2.12):

$$P_{\text{пр}} = 0,1 \cdot 27 \cdot 24,74 = 66,78 \text{ кН}$$

Суммарное усилие пробивки (2.13) :

$$P_{\text{пробивки}} = 24,74 + 1,48 + 66,78 = 93 \text{ кН}$$

Работа пробивки (2.14):

$$A_{\text{пробивки}} = \frac{93 \cdot 0,9}{1000} = 0,08 \text{ кДж}$$

2.4.6. ЭСП операции обрезка

Расчет ЭСП операции обрезка выполняется аналогично расчетам операций вырубki и пробивки:

Усилие обрезки (2.10):

$$P_{\text{ср}} = 240 \cdot \pi \cdot 0,9 \cdot 25 = 16964 \text{ кгс} = 169,64 \text{ кН}$$

Усилие снятия (2.11):

$$P_{\text{сн}} = 169,64 \cdot 0,06 = 10,18 \text{ кН}$$

Усилие проталкивания (2.12):

$$P_{\text{пр}} = 0,1 \cdot 27 \cdot 169,64 = 457,38 \text{ кН}$$

Суммарное усилие обрезки (2.13) :

$$P_{\text{обрезки}} = 169,64 + 10,18 + 457,38 = 637,2 \text{ кН}$$

Работа обрезки (2.14):

$$A_{\text{обрезки}} = \frac{637,2 \cdot 0,9}{1000} = 0,57 \text{ кДж}$$

2.4.7. ЭСП операции отбортовка

ЭСП отбортовки (операции гибки наружного замкнутого ровного контура) определяются по следующим формулам:

Усилие отбортовки:

$$P_{\text{отбортовки}} = 1,25 \cdot L \cdot S \cdot \sigma_{\text{в}} \cdot k, \quad (2.21)$$

где k – коэффициент наружной отбортовки.

$$P_{\text{отбортовки}} = 1,25 \cdot \pi \cdot 225 \cdot 0,9 \cdot 30 \cdot 0,2 = 4771 \text{ кгс} = 47,71 \text{ кН}$$

Работа отбортовки (2.14):

$$A_{\text{отбортовки}} = \frac{47,71 \cdot 0,9}{1000} = 0,04 \text{ кДж}$$

3. Выбор оборудования

3.1. Выбор оборудования для производства детали

Для подбора оборудования были использованы следующие данные:

- ЭСП операций;
- Габариты штамповой оснастки;
- Рабочий ход;
- Требования производительности;
- Жесткость прессы и точность направляющих;
- Требования безопасности.

Исходя из данных параметров для производства детали был выбран пресс Т2-550-6-350 с усилием 5,5 МН

3.2. Средства автоматизации процессов штамповки

«Автоматизация в прессовом производстве в несколько раз увеличивает производительность труда, а также обеспечивает полную безопасность работы на прессовом оборудовании.»[2]

«Автоматизация производства цехов холодной (листовой) штамповки применяется в виде одного из следующих способов»[2]:

- 1) «автоматизацией штамповки на универсальных кривошипных прессах» [2];
- 2) «штамповкой на универсальных штамповочных автоматах, допускающих переналадку для изготовления различных деталей;
- 3) «штамповкой на специальных штамповочных автоматах, предназначенных для изготовления одного определенного изделия» [2];
- 4) «комплексной автоматизацией с применением автоматических или автоматизированных линий.»[2]

Данное производство является массовым, поэтому допустимо использовать комплексную автоматизацию всего процесса

производства изделия.

В качестве средств автоматизации и механизации было использовано следующее оборудование:

- 1) Разматывающее устройство (рулонница);
- 2) Правильно – подающее устройство;
- 3) Компенсатор петлевой;
- 4) Грейферные линейки;
- 5) Стол выкатной (болстер)
- 6) Привод грейферных линеек

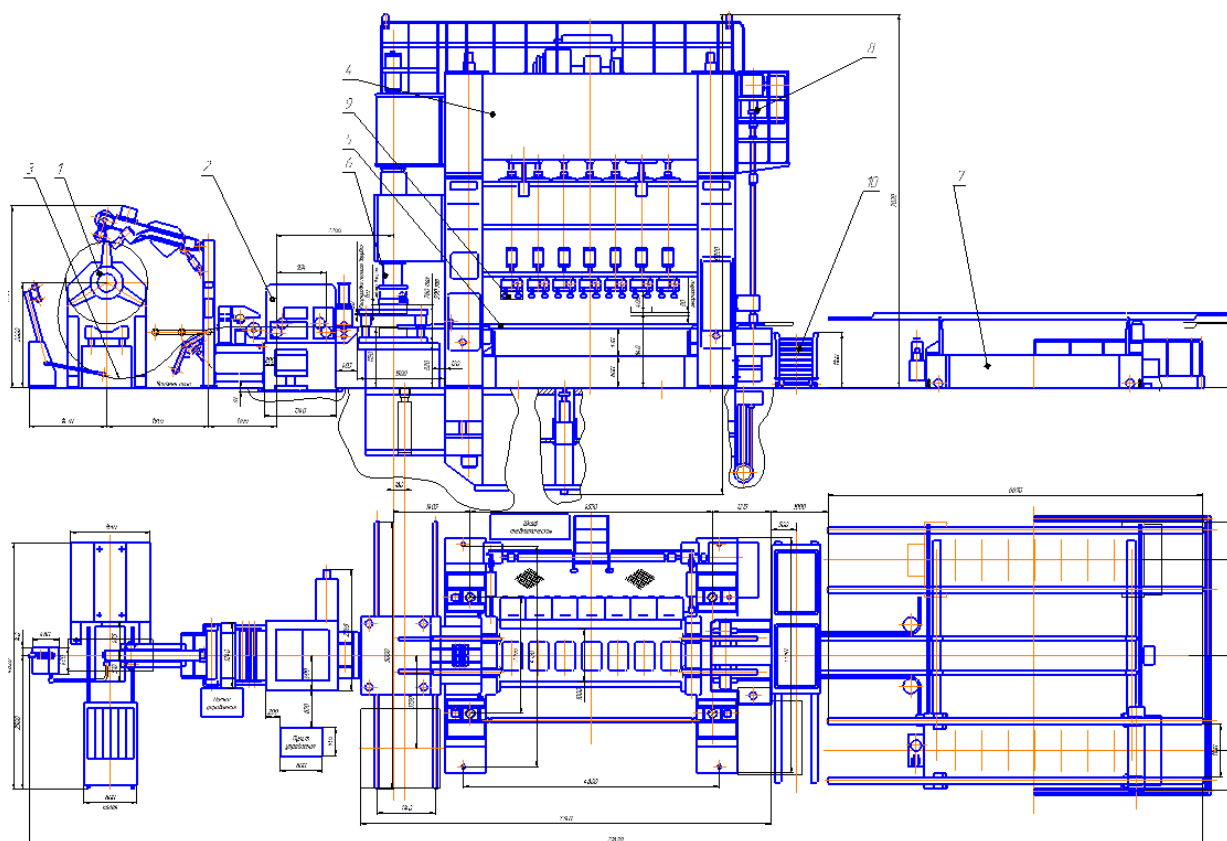


Рис. 3.1.

3.3.Штамповочная линия, участок штамповки

«При планировки штамповочных цехов необходимо учесть размещение вышеперечисленного оборудования, а так же обеспечить проход и доступ к данному оборудованию.»[2]

«Площадь штамповочного цеха принято разделять на две разновидности.»[2]

1) «Производственная – площадь, занимаемая прессами, устройствами автоматизации и проходами»[2];

2) «Вспомогательная – площадь, занимаемая складами, ж/д путями и производственными участками.»[2]

«При планировке оборудования принято руководствоваться «Нормами технологического проектирования цехов холодной листовой штамповки машиностроительных заводов.»[2]

4. Конструирование штамповой оснастки

«Конструкция штампа должна полностью соответствовать требованиям техпроцесса в отношении получения требуемой формы и точности штампуемой детали, обязана обеспечить необходимую производительность и безопасность работы, а также должна быть технологичной в изготовлении и экономически эффективной для данного масштаба производства.»[2]

Производство данной детали является массовым, поэтому внедрение новой штамповой оснастки является экономически эффективно и обосновано.

4.1. Конструкция вытяжного штампа

Вытяжной штамп состоит из множества элементов, предназначенных для выполнения операции вытяжки. Детали штампа делятся на две крупные группы – это детали технологического назначения и детали конструкционного назначения. Детали технологического назначения (ДТН) прямым образом взаимодействуют с заготовкой, тогда как детали конструкционного назначения (ДКН) обеспечивают фиксацию и правильную работу ДТН. К ДТН относятся: матрицы; пуансоны; прижимы; съемники. К ДКН относятся: плиты; колонки; втулки; крепежные элементы. В свою очередь, обе группы деталей можно разделить на стандартные и оригинальные. Стандартные детали регламентируются ГОСТ, оригинальные разрабатываются конструктором.

Для данной работы был разработан новый вытяжной штамп. Он состоит из следующих деталей, представленных на рисунке 4.1.:

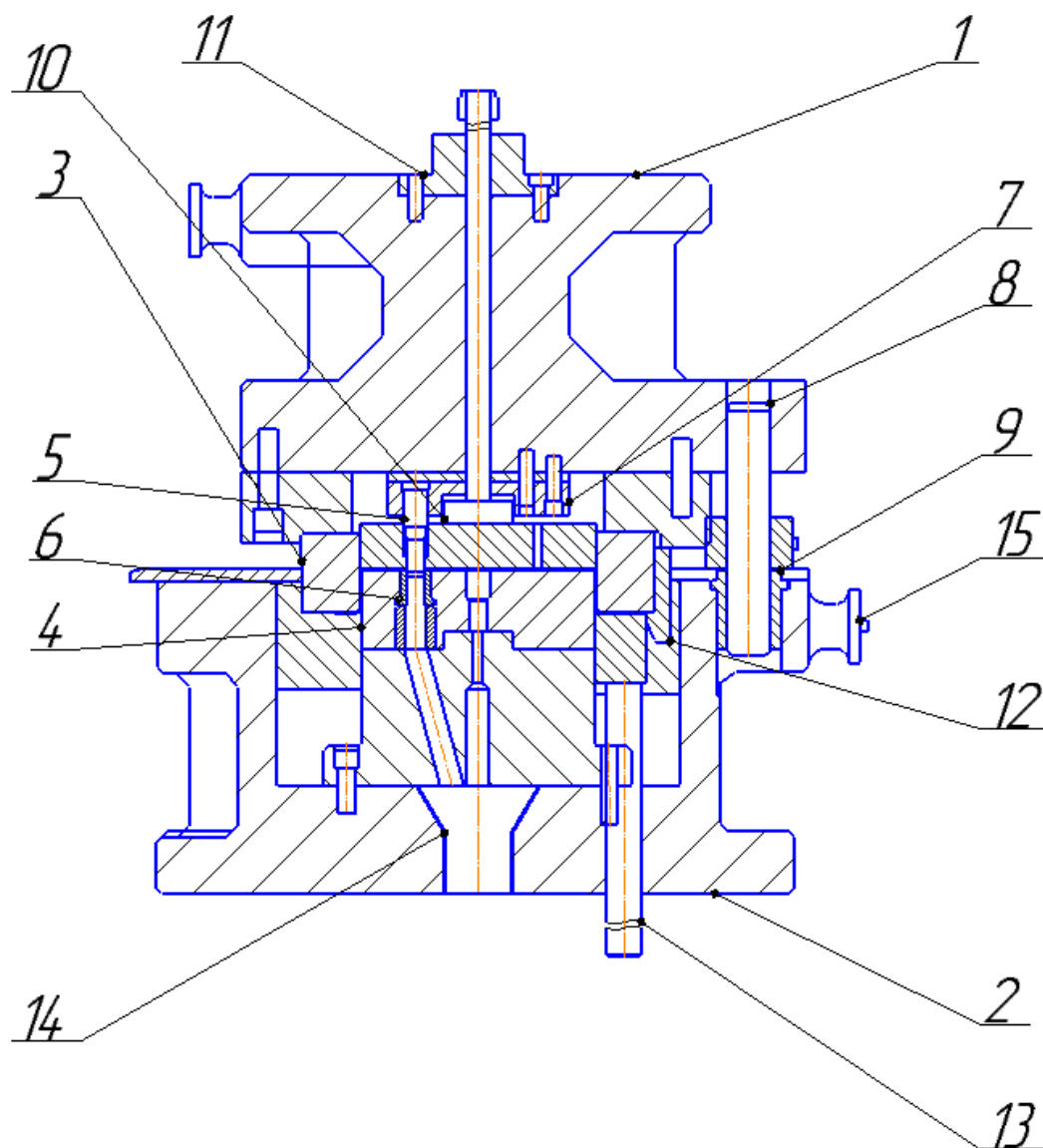


Рис. 4.1.

- 1 – плита верхняя; 2 – плита нижняя; 3 – матрица вытяжная;
 4 – пуансон вытяжной; 5 – пуансон пробивной; 6 – матрица пробивная;
 7 – держатель пуансона; 8 – колонка направляющая;
 9 – втулка направляющая; 10 толкатель; 11 – хвостовик;
 12 – ловитель; 13 – выталкиватель; 14 – воронка;
 15 – прилив транспортный.

Рисунок 4.1. Штамп вытяжки – пробивки в разрезе

4.2. Работа штампа

При использовании данного штампа операция вытяжки и пробивки

производится следующим образом:

С помощью манипулятора заготовка укладывается на пуансон пробивной (4) и захватывается ловителем (12). Затем верхняя половина штампа начинает двигаться вниз, сохраняя направление благодаря колонке направляющей (8) и втулке направляющей (9). Достигнув заготовки, матрица вытяжная (3) начинает процесс вытяжки. Когда пуансон пробивной (5) достигает заготовки, происходит пробивка отверстия. Отход операции пробивка проходит через матрицу пробивную (6) и удаляется через воронку (14). Выталкиватель (13) сталкивает изделие с пуансона вытяжного (4). Затем пневмосдуд удаляет изделие, которое поступает на следующую операцию.

4.3. Расчет на прочность

При работе штампа на рабочий инструмент приходятся большие нагрузки. Чтобы избежать поломки инструмента, необходимо произвести следующие расчеты.

Для расчёта пуансона пробивного на смятие нужно воспользоваться следующей формулой:

$$\sigma_{см} = P / F, \quad (4.1)$$

где P – усилие пробивки, $P = 2262$ кгс;

F – опорная поверхность головки пуансона, $F = 4,09$ мм²

$$\sigma_{см} = 2262/4,09 = 500,52 \text{ кг/см}^2$$

Напряжение меньше допустимого, соответственно можно обойтись без подкладных плит.

Расчёт на сжатие:

$$\sigma_{сж} = P / f \leq [\sigma]_{сж}, \quad (4.2)$$

где f – наименьшая площадь сечения пуансона, $f = 2,01$ мм²;

$$\sigma_{сж} = 2262/2,01 = 1125 \text{ кг/см}^2$$

Сжимающее напряжение меньше допустимого, соответственно условие сжатия выполнено.

Расчет на продольный изгиб:

$$l = 4,43 \sqrt{EJ nP}, \quad (4.3)$$

где E – модуль Юнга = $2,2 \cdot 10^6$ кг/см²;

J – момент инерции, $J = 1$ см⁴ ;

n – коэффициент безопасности, $n = 4$.

l – длина свободной части пуансона, мм²

$$l = 4,43 \cdot \sqrt{(2,2 \cdot 10^6 \cdot 1)/(4 \cdot 2262)} = 69 \text{ мм}$$

Допустимая длина превышает длину свободной части выбранного пуансона, значит подбор пуансона был осуществлён верно.

4.4. Упругие элементы в штамповой оснастке

В данном штампе роль упругих элементов выполняют толкатель и выталкиватель. Толкатель выполняет роль прижима, а выталкиватель обеспечивает снятие заготовки.

4.5. Центр давления в штамповой оснастке

«Для равновесной работы штампа следует вырезаемый контур расположить на матрице так, чтобы центр давления совпадал с осью хвостовика. В ином случае в штамповой оснастке возникают перекосы, несимметричность зазор, износ направляющих, и, как следствие, поломка штампа. Нахождение центра имеет значение главным образом для сложных вырубных, пробивных и последовательных штампов»[2].

Для осесимметричных изделий нет необходимости рассчитывать центр давления.

5. CAE - анализ вытяжного перехода

Используемые программы

Для проведения CAE-анализа напряженного состояния операции вытяжка для заготовки детали «кожух фары» были использованы следующие программы: SiemensNX 9.0; LS-PrePost 2.4; LS-DYNAManager.

5.1. Построение модели

Для проведения CAE-анализа необходимы электронные модели заготовки и инструментов, над которыми и будут проводиться все операции. Для построения моделей подходит программа SiemensNX 9.0, которая так же позволяет рассчитать размер заготовки для проведения операции вытяжка.

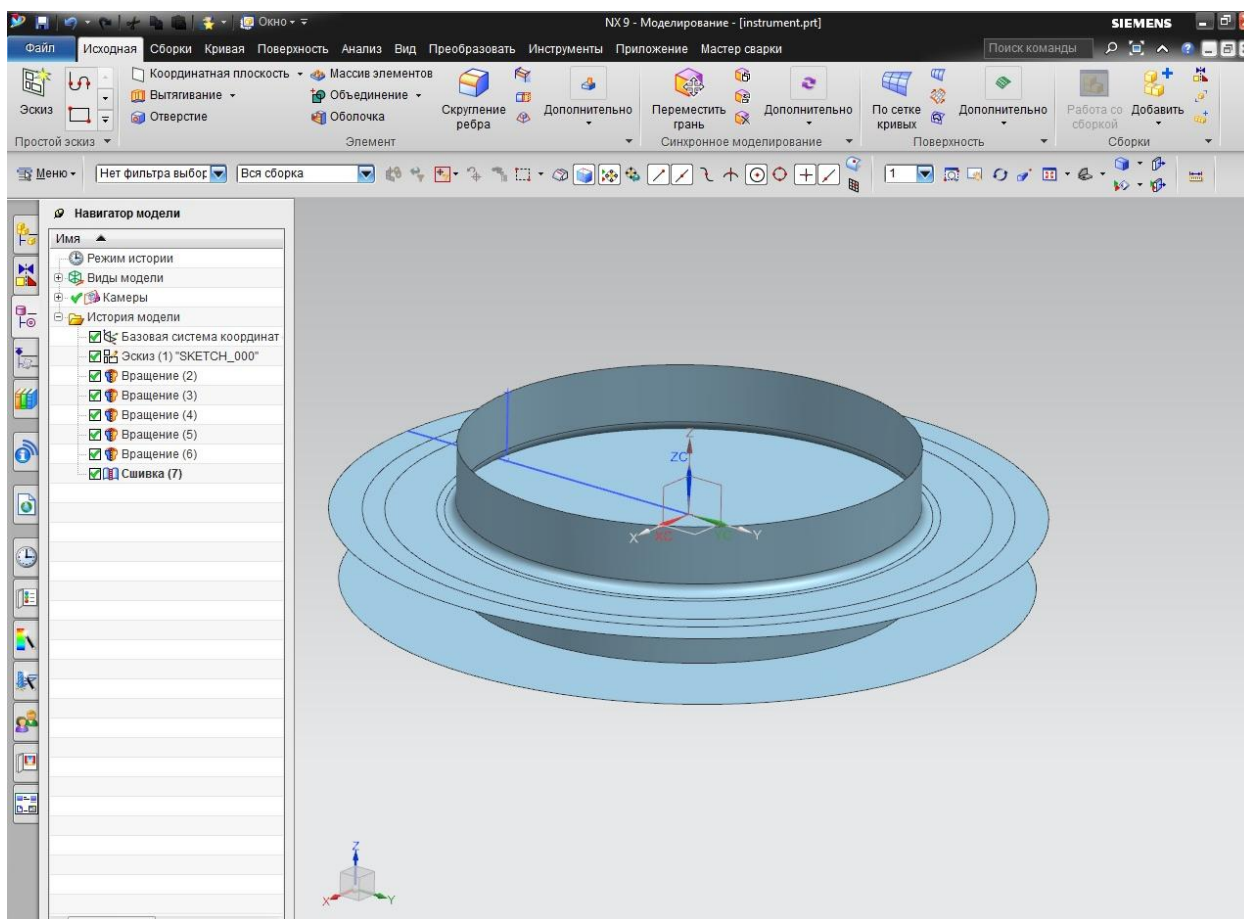


Рис. 5.1.1. «Построение электронной модели в SiemensNX 9.0»

Далее необходимо экспортировать файлы, содержащие электронные модели в формат IGES-файлов. Для этого через меню программы SiemensNX

9.0 открываем функцию «Экспортировать» и выбираем формат IGES.

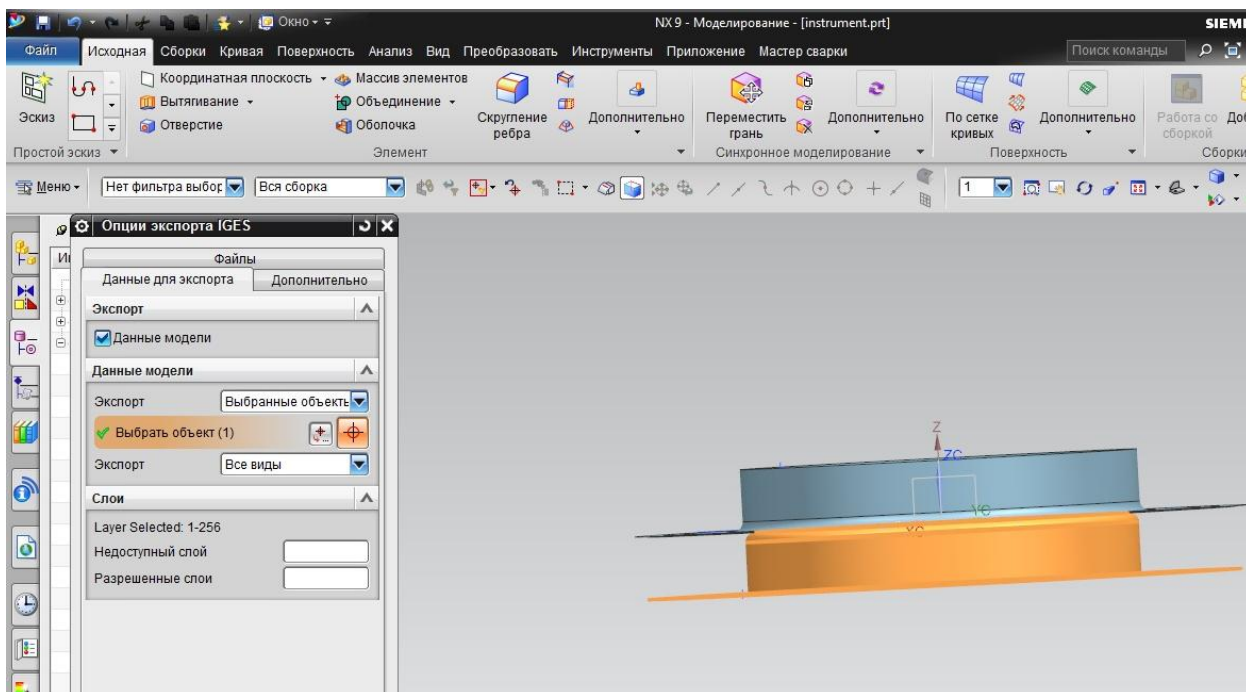


Рис. 5.1.2. «Экспорт файлов в формат IGES»

Чтобы открыть файлы данного формата в программе LS-PrePost 2.4 в меню file выбирается пункт open, в котором выбирается открытие IGES – файлов. Поочередно открываем файлы заготовки и инструмента.

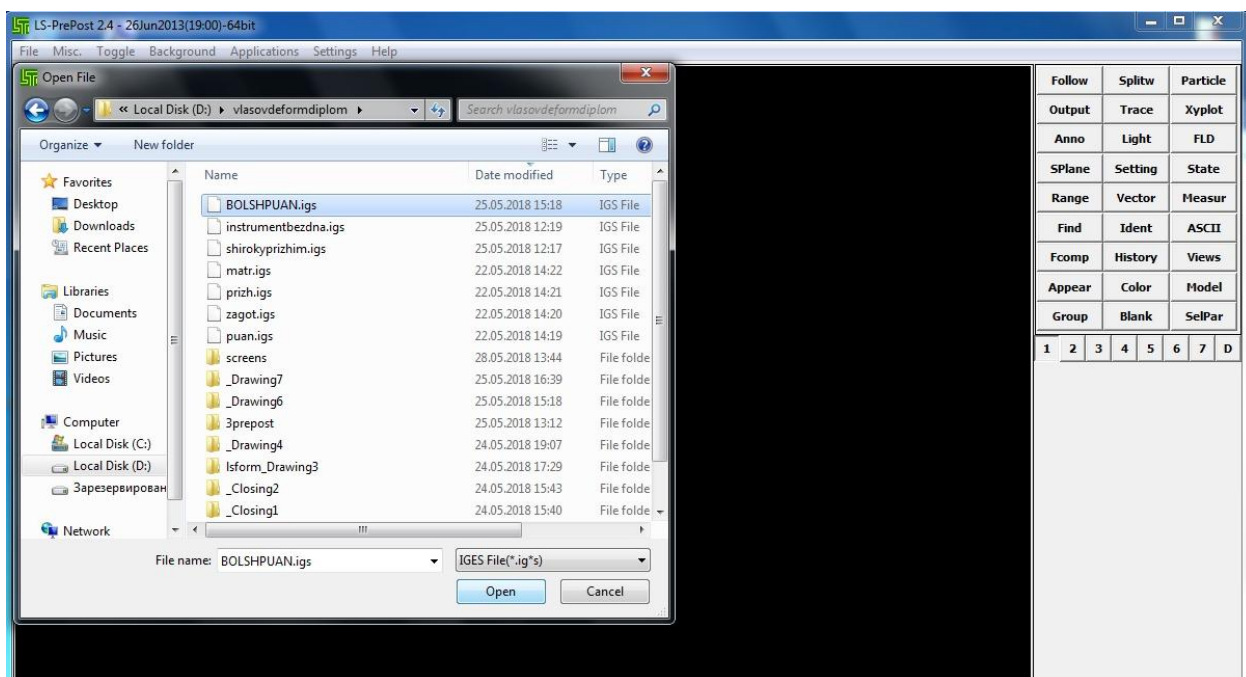


Рис. 5.1.3. «Открытие IGES – файлов»

5.2. Построение сетки конечных элементов

Загрузив модель в LS-PrePost 2.4 нужно задать сетку конечных элементов для того, чтобы проведение расчёта было возможно. В меню `metalforming` выбираем функцию `surfacemesh` и задаем сетку конечных элементов для каждого объекта. Минимальный размер элемента не должен превышать 0.25 от радиуса скруглений.

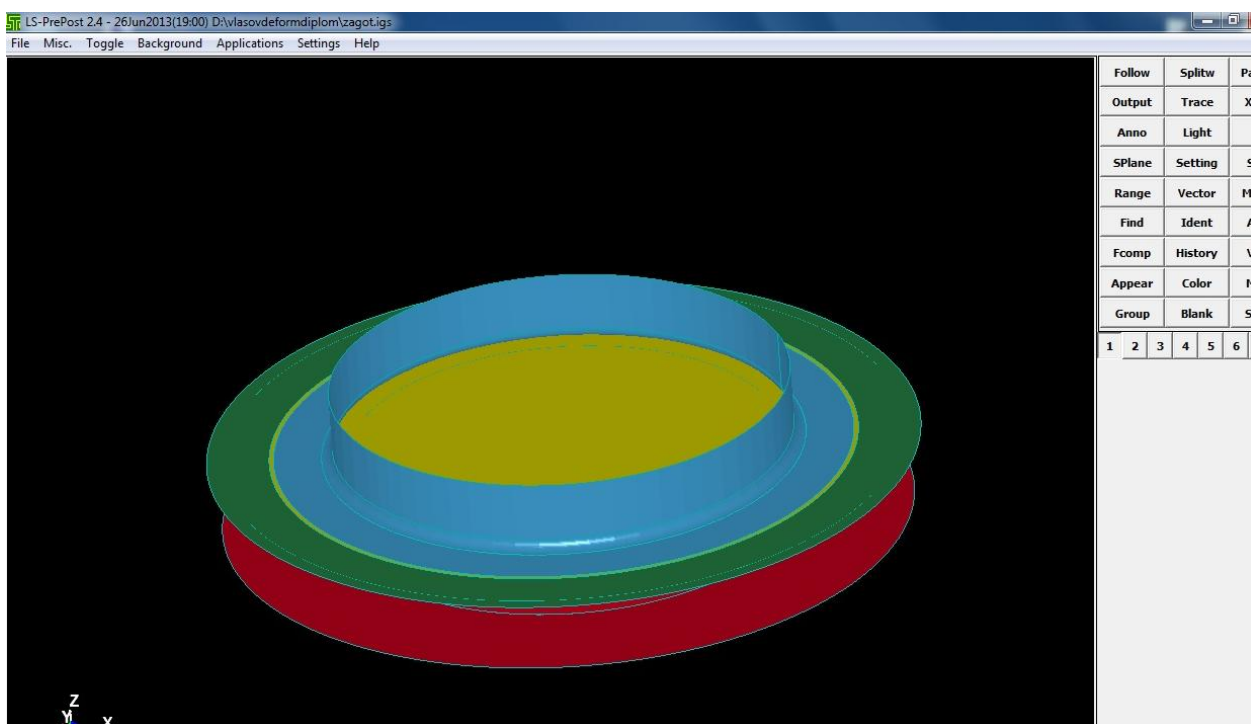


Рис. 5.2.1. «Загруженная модель в программе LS-PrePost 2.4»

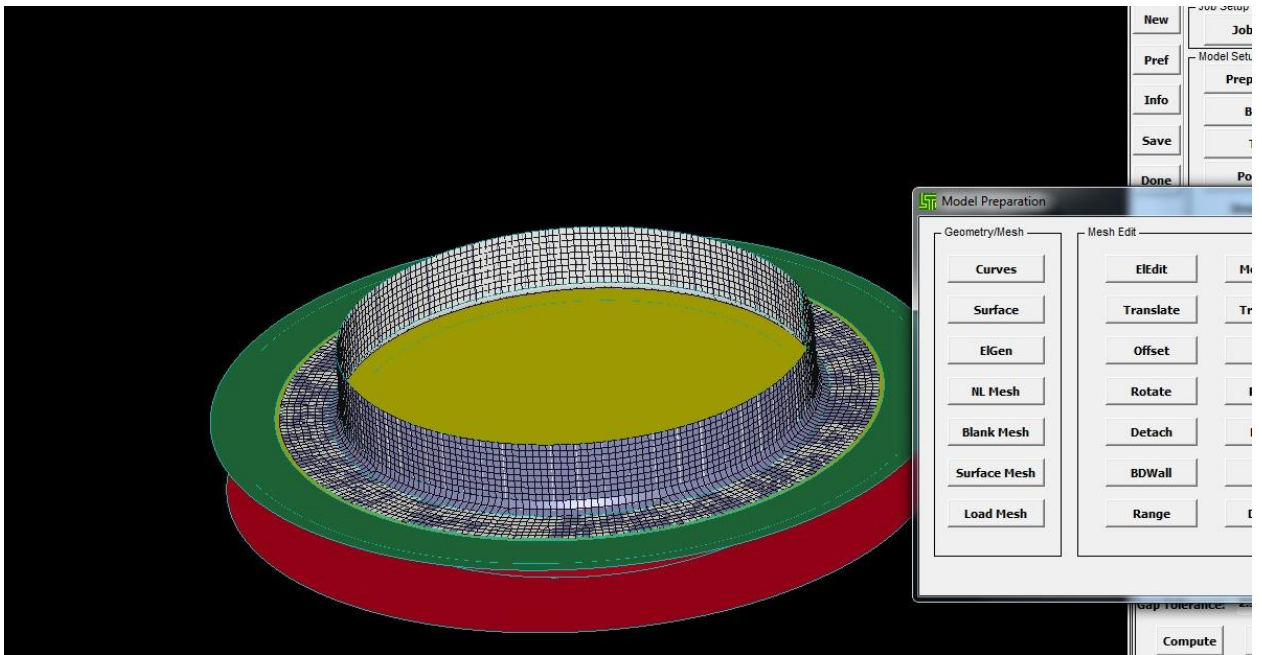


Рис. 5.2.2. «Задание сетки конечных элементов»

5.3. Задание заготовки, инструмента, и их параметров

После создания сетки конечных элементов, в том же приложении metalforming можно задать, какой объект будет являться заготовкой, а какие – инструментами. В меню Blank (заготовка) задаём толщину материала и выбираем необходимый материал из базы данных. Далее переходим в меню Tools (инструменты), где выбираем, какие объекты будут являться матрицей, пуансоном и прижимом.

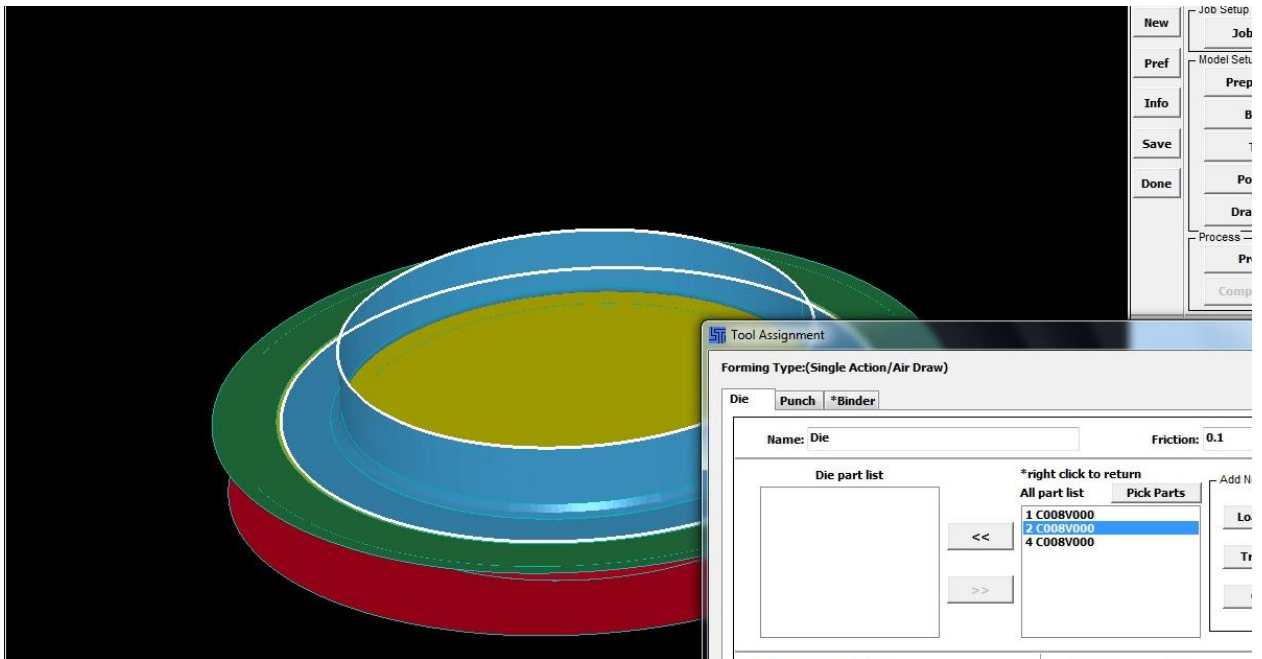


Рис. 5.3.1. «Задание инструмента в LS-PrePost 2.4»

После того, как инструменты и заготовка заданы, переходим в меню Process, которое находится так же в приложении metalforming. Здесь выбирается необходимый процесс (В данном случае Drawing – вытяжка). Назначаются скорость инструмента, усилия прижима а так же процессы, происходящие с инструментами (стационарное положение, сближение с инструментом, перемещение на определённую дистанцию и т.д.).

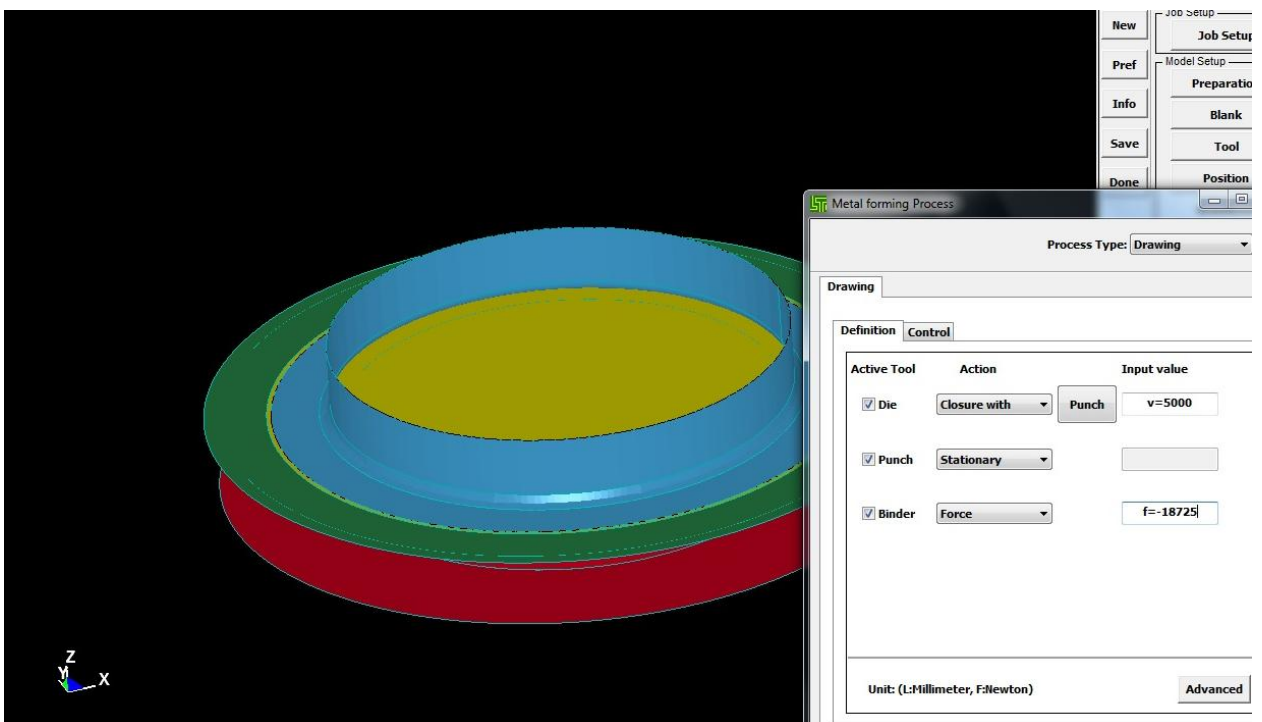


Рис. 5.3.2. «Задание параметров инструмента»

После того, как будет построена сетка конечных элементов, будут выбраны инструменты и заданы их параметры, можно сохранять файл для запуска расчёта в программе LS-DYNAManager.

5.4. Проведение расчета

Самая главная часть CAE – анализа – расчет проводится в программе LS-DYNAManager. После запуска программы выбирается файл, созданный в LS-PrePost 2.4, задаются данные, необходимые для расчёта (количество ядер компьютера и объём оперативной памяти) и с помощью кнопки Run запускается расчет. Время расчета зависит от сложности объектов, количества элементов в сетке и производительности компьютера, однако расчёт в LS-DYNAManager во много раз быстрее и точнее «бумажных» расчетов.

```
Orient uniform normal for sliding interface 1
master surface has 18709 segments. 0 renumbered
slave surface has 9740 segments. 0 renumbered

Orient uniform normal for sliding interface 2
master surface has 60522 segments. 0 renumbered
slave surface has 9740 segments. 0 renumbered

Orient uniform normal for sliding interface 3
master surface has 550 segments. 0 renumbered
slave surface has 9740 segments. 0 renumbered

initial kinetic energy = 0.00000000E+00

The LS-DYNA time step size should not exceed 5.270E-07
to avoid contact instabilities. If the step size is
bigger then scale the penalty of the offending surface.

Memory required to begin solution : 16254783
Additional dynamically allocated memory: 4959845
Total: 21214628

initialization completed

calculation with mass scaling for minimum dt
added mass = 6.2421E-03
physical mass = 1.5535E-03
ratio = 4.0129E+00

dt of cycle 1 is controlled by shell element 9694

time..... 0.00000E+00
time step..... 1.80000E-06
kinetic energy..... 0.00000E+00
internal energy..... 1.00000E-20
spring and damper energy..... 1.00000E-20
hourglass energy..... 0.00000E+00
system damping energy..... 0.00000E+00
sliding interface energy..... 0.00000E+00
external work..... 0.00000E+00
eroded kinetic energy..... 0.00000E+00
eroded internal energy..... 0.00000E+00
eroded hourglass energy..... 0.00000E+00
total energy..... 1.00000E-20
total energy / initial energy.. 1.00000E+00
energy ratio w/o eroded energy. 1.00000E+00
global x velocity..... 0.00000E+00
global y velocity..... 0.00000E+00
global z velocity..... 0.00000E+00
number of nodes..... 90179
number of elements..... 89521

number of shell elements that
reached the minimum time step.. 0
cpu time per zone cycle..... 0 nanoseconds
average cpu time per zone cycle... 0 nanoseconds
```

Рис 5.4.1 «Расчет в LS-DYNAManager»

5.5. Просмотр результатов - CAE-анализ напряженного состояния

операции вытяжка

После проведения расчета в LS-DYNAManager можно рассмотреть, как же

именно будет проходить процесс вытяжки. Для этого открывается файл типа LS-DYNABinary plot.

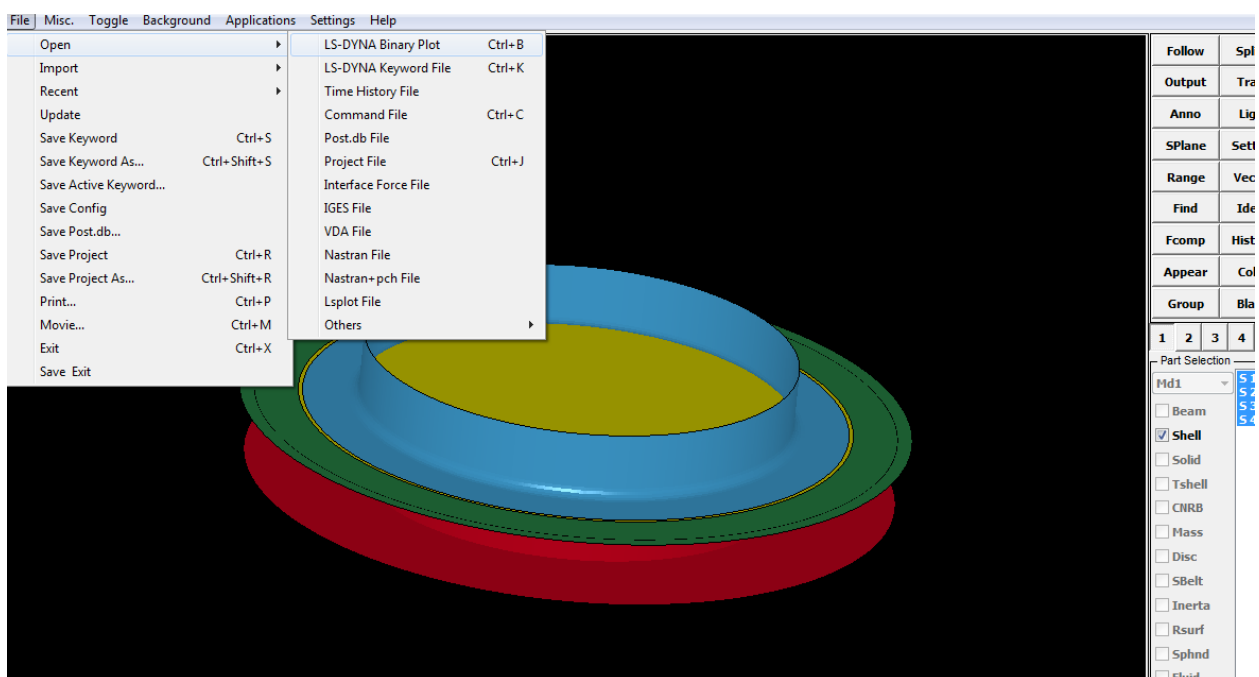


Рис. 5.5.1 «Открытие результата расчета»

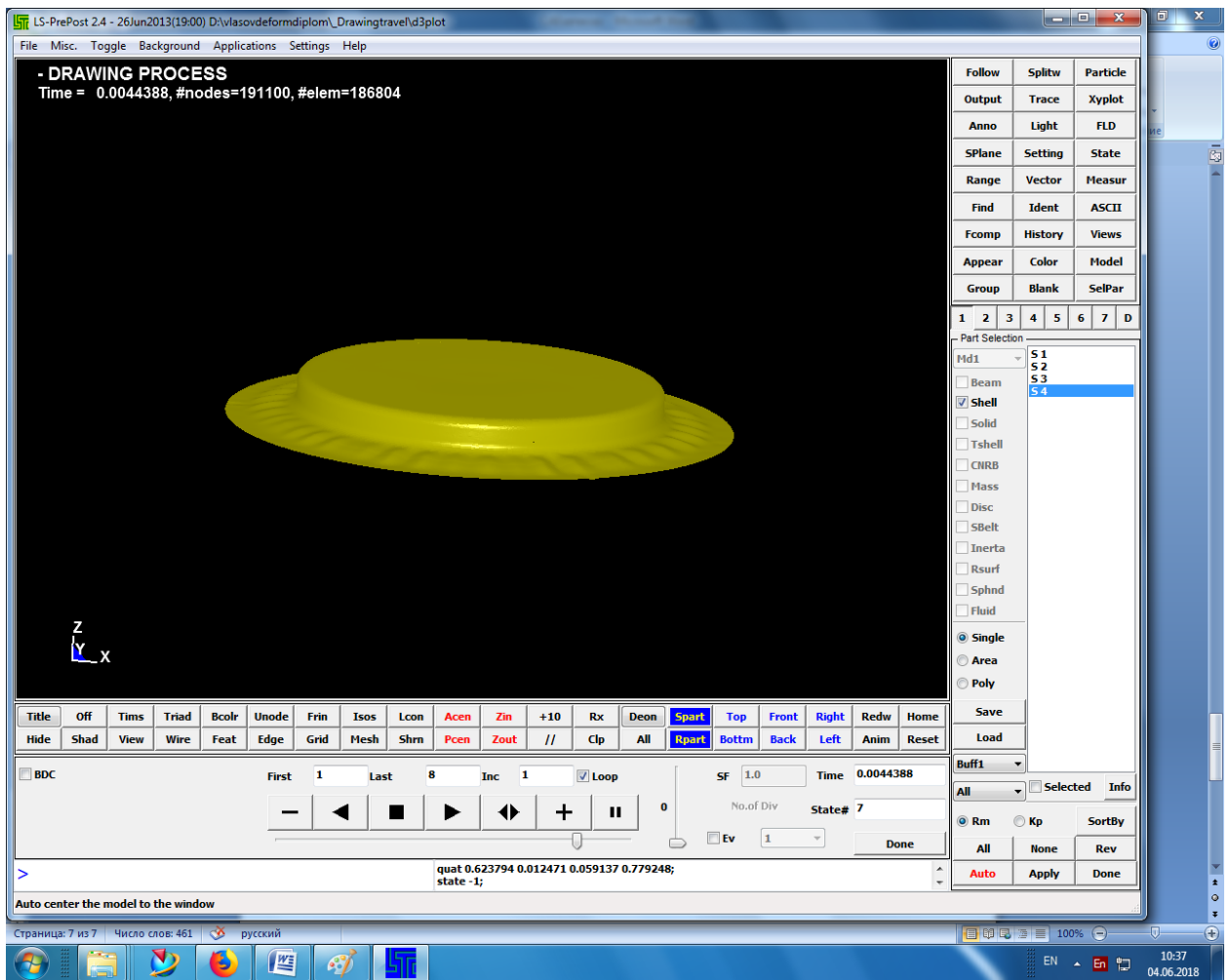


Рис. 5.5.2. «Результат вытяжки»

Результат не всегда может совпадать с рассчитываемым – одно из преимуществ программного обеспечения в том, что оно позволяет уточнить необходимые энерго – силовые параметры без проведения экспериментов – то есть без дополнительных затрат.

Однако, самая главная функция LS-PrePost 2.4 и LS-DYNAManager – отображение напряжений и других воздействий на заготовку.

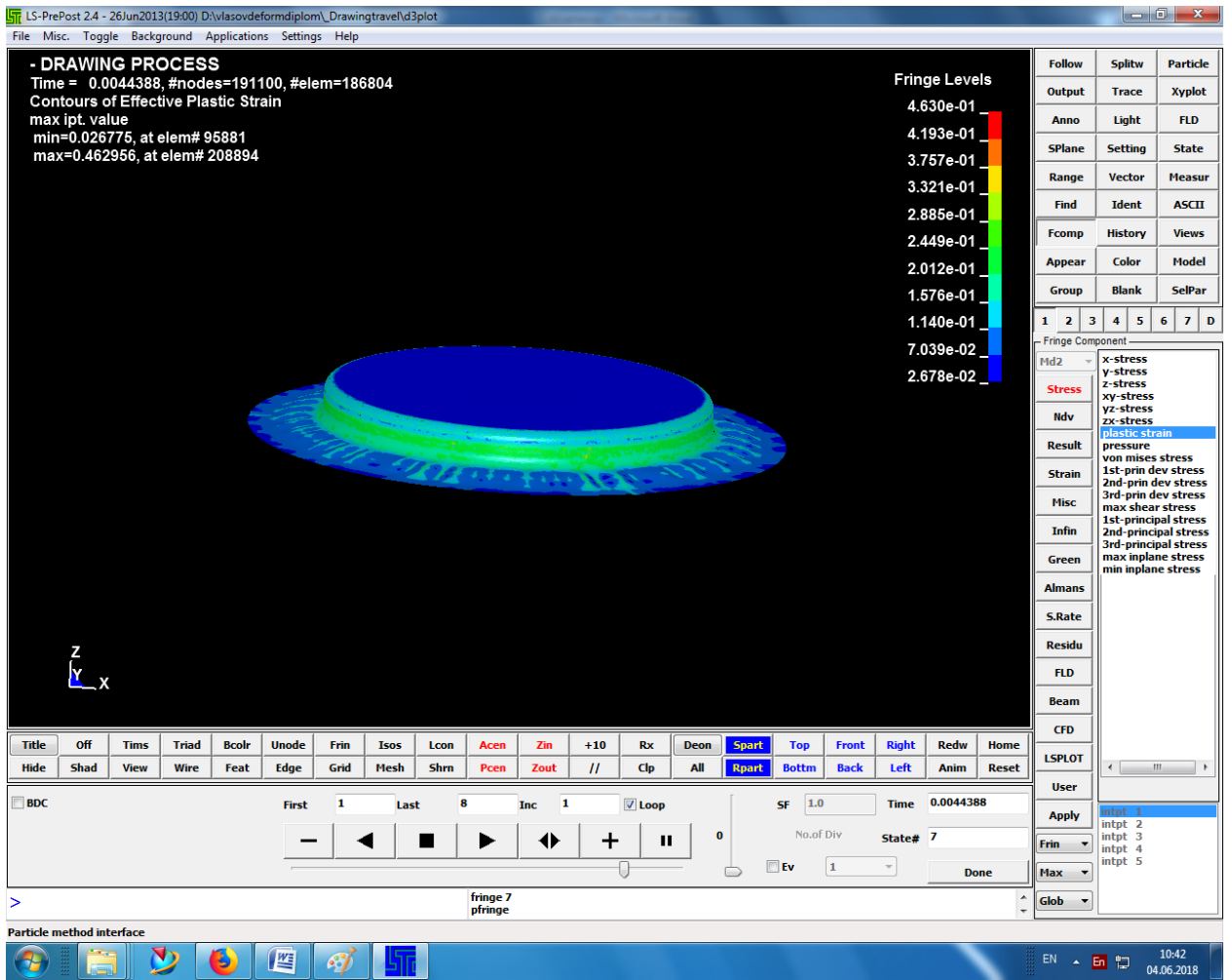


Рис. 5.5.3. «Отображение пластической деформации в LS-PrePost 2.4»

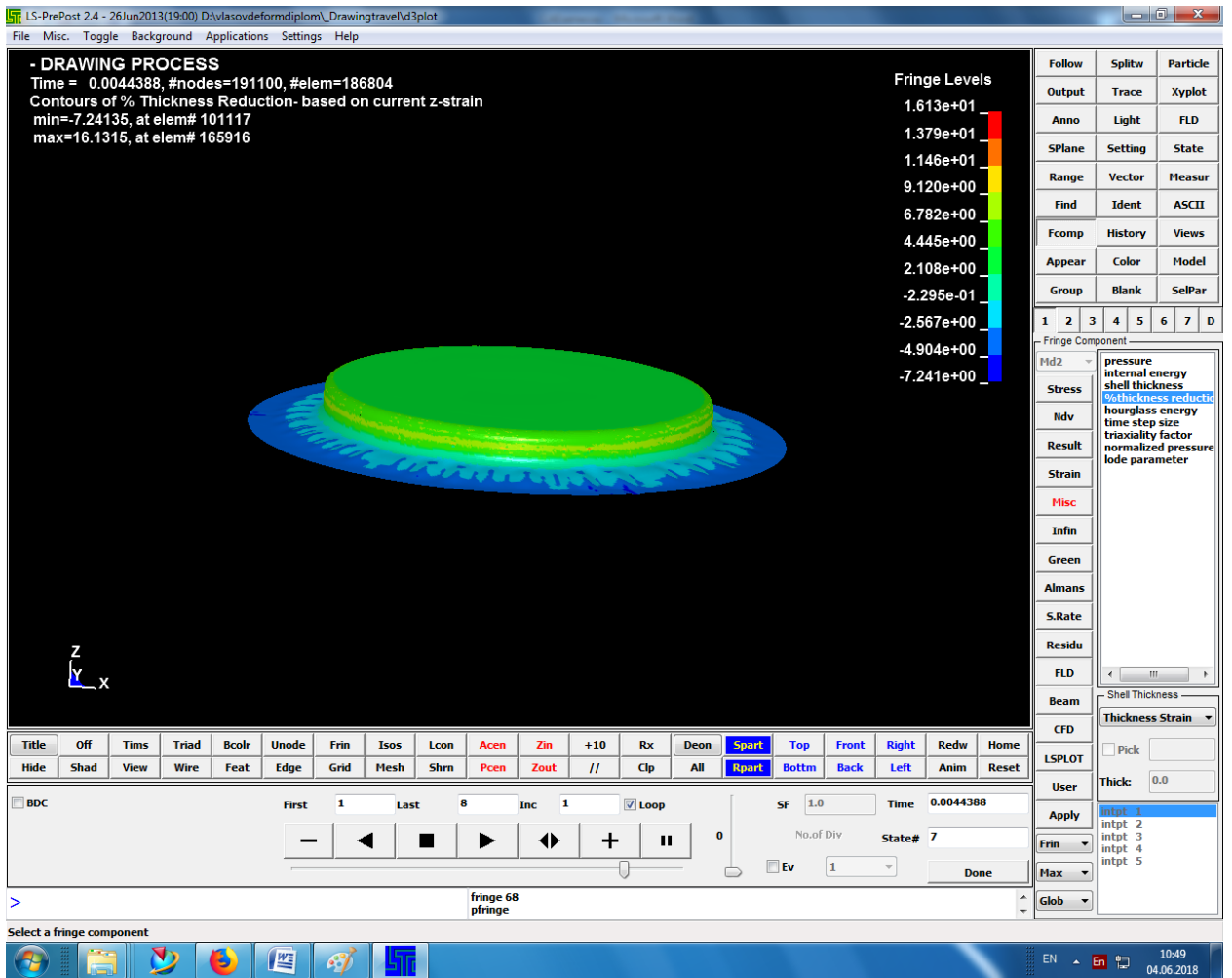


Рис 5.5.4. «Отображение утонения заготовки в процентах»

Вывод

Использование программных продуктов SiemensNX 9.0; LS-PrePost 2.4; LS-DYNAManager помогает провести расчеты для штамповки без экономических затрат.

6. БЕЗОПАСНОСТЬ И ЭКОЛОГИЧНОСТЬ ПРОЕКТА

Данный раздел посвящен вредным факторам на производстве и борьбе с ними. Так же в нём приведена технологическая характеристика объекта.

6.1 Технологическая характеристика объекта

Технологический паспорт описывает операции, оборудования и материалы. Зная, с чем можно столкнуться на производстве, можно приступить к определению профессиональных рисков.

Таблица 6.1 – Технологический паспорт технического объекта

№ п/п	«Технологический процесс»[3].	«Технологическая операция, вид выполняемых работ»[3].	«Наименование должности работника, выполняющего технологический процесс, операцию» [3].	«Оборудование, техническое устройство, приспособление»[3].	«Материалы, вещества»[3].
1	Штамповка	Вырубка	Оператор линии	Пресс Т2-550-6-350	Ст 08кп
2	Штамповка	Вытяжка, пробивка 1	Оператор линии	Пресс Т2-550-6-350	Ст 08кп
3	Штамповка	Пробивка 2	Оператор линии	Пресс Т2-550-6-350	Ст 08кп
4	Штамповка	Пробивка 3	Оператор линии	Пресс Т2-550-6-350	Ст 08кп
5	Штамповка	Пробивка 4	Оператор линии	Пресс Т2-550-6-350	Ст 08кп

Продолжение таблицы 6.1

6	Штамповка	Обрезка	Оператор линии	Пресс Т2- 550-6-350	Ст 08кп
7	Штамповка	Отбортовка	Оператор линии	Пресс Т2- 550-6- 350МН	Ст 08кп

6.2. Определение профессиональных рисков

На производстве присутствует множество опасных факторов. Необходимо определить их, чтобы приступить к разработке мероприятий по их устранению.

Таблица 6.2 - Определение профессиональных рисков.

«Производственно-технологическая и/или эксплуатационно-технологическая операция, вид выполняемых работ» [3].	«Опасный и /или вредный фактор производства»[3].	«Источник опасного и / или вредного производственного фактора»[3].
Работа прессового оборудования Пресс Т2-550-6-350	«Физический-повышенный уровень вибрации»[3].	«Силовое (прессовое) оборудование. Штамповочные операции»[3].
Работа прессового оборудования и автоматической линии	«Физический-повышенный уровень шума»[3].	Работа прессы. Работа штампов. Штамповочные операции

Продолжение таблицы 6.2

Погрузочные, транспортные, загрузочные работы	Острые кромки, заусенцы и шероховатость на поверхностях заготовок, инструментов и оборудования	Прессовое оборудование, механизмы и устройства прессы и штампов, их незащищенные подвижные части. Транспорт
Перемещение подвижных частей оборудования и штамповой оснастки	«Химический-токсическое воздействие»[3].	Смазка подвижных частей оборудования,

6.3. Снижение профессионального риска

Для комфортной и безопасной работы необходимо снизить вредное воздействие производственных факторов. Этого можно достичь несколькими способами – от проведения инструктажа по технике безопасности до введения в эксплуатацию средств индивидуальной защиты.

Таблица 6.3–Мероприятия и способы устранения опасных и вредных производственных факторов.

«Опасный и / или вредный производственный фактор»[3].	«Организационно-технические методы и технические средства защиты, частичного снижения, полного устранения опасного и / или вредного производственного фактора»[3].	«Средства индивидуальной защиты работника»[3].
---	--	--

Продолжение таблицы 6.3.

Высокая вибрация	«Регламентированные режимы работы, изменения в конструкциях фундаментов»[3].	
Высокая шумность в помещении	Смазывание трущихся частей штампа, средства индивидуальной защиты, шумоизоляция	Ушной вкладыш, наушники, беруши
Острые кромки, заусенцы и шероховатости на поверхностях заготовок, инструментов и оборудования	Инструктаж по технике безопасности	Спецодежда, состоящая из х/б брюк и куртки, ботинки на утолщенной подошве, защитные рукавицы
«Токсическое воздействие»[3]	«Контроль за концентрацией токсических веществ. По окончании рабочей смены необходимо снять одежду, умыться, вымыть руки с мылом или принять душ»[3].	Респираторы, маски

6.4. Пожарная безопасность объекта

Машиностроительные производства в целом, а в частности прессовое

производство имеют серьёзный класс пожароопасности. Электропитание оборудования, горюче-смазочные материалы, большие скопления людей увеличивают вероятность пожара. Чтобы бороться с этими факторами, необходимо их выявить и идентифицировать

Таблица 6.4 –Классы и опасные факторы пожара.

«Участок, подразделение.» [3]	«Оборудование.» [3]	«Класс пожара.» [3]	«Основные факторы пожара.» [3]	«Сопутствующие проявления факторов пожара.» [3]
Автоматизированный участок штамповки	Прессовое оборудование: Пресс Т2-550-6-350	В, Е	«Пламя и искры; повышенная температура окружающей среды, повышенная концентрация токсичных продуктов горения и термического разложения, пониженная	«Вынос электрического напряжения на токопроводящие части технологических установок, оборудования, агрегатов, изделий и иного имущества»[3].

Продолжение таблицы 6.4.

			концентрация кислорода, снижение видимости в дыму»[3].	
--	--	--	--	--

6.5. Технические средства обеспечения пожарной безопасности.

После идентификация факторов пожара и класса пожароопасности необходимо разработать мероприятия для предотвращения возгораний на мероприятии, в частности решить, какое оборудование будет использовано для тушения возможного пожара.

Таблица 6.5. Технические средства обеспечения пожарной безопасности.

«Первостепенные предметы пожаротушения»[3].	Огнетушитель	Песок	Пожароустойчивое полотно
«Мобильные средства пожар»[3].	Пожарные передвижные установки	Пожарные мотопомпы	Технически адаптированные средства (тягач, прицеп, трактор)
«Стационарные установки системы пожаротушения»[3].	Водяные установки систем пожаротушения	Газовые установки системы пожаротушения	Порошковые установки и системы пожаротушения

Продолжение таблицы 6.5

«Средства пожарной автоматик.»[3].	Датчики дыма	Датчики тепла	Точный контрольный прибор
«Противопожарное оборудование.»[3].	Рукава противопожарные	Инвентарь пожарной безопасности	Колонка противопожарная
«Индивидуальные средства защиты и спасения людей при пожаре»[3].	Противогаз	Носилки	Костюмы защитные противопожарные
«Противопожарный инструмент»[3].	Пожарные багры	Пожарные топоры	Лопаты штыковые и совковые
«Сигнализация, реагирующая на дым, связь и оповещение»[3].	Оповещения о возгорании (звуковая, речевая сигнализация)	Световой указатель «ВЫХОД»	Ручной пожарный рупор

Таблица 6.6 – Мероприятия для обеспечения пожарной безопасности

Так же необходимо разработать мероприятия по пожарной безопасности для предотвращения малейшей возможности загорания.

«Наименование технологического процесса, используемого оборудования в составе технического объекта» [3].	«Наименование реализуемых организационных (организационно-технических) мероприятий»[3].	«Предъявляемые нормативные требования по обеспечению пожарной безопасности, реализуемые эффекты»[3].
Листовая штамповка деталей; Пресс Т2-550-6-350	Обучение персонала требованиям ПБ; соблюдение техники безопасности; соблюдение последовательности алгоритма технологического процесса; наличие средств пожаротушения; своевременная уборка промасленной ветоши с рабочего места; ограничение взрывоопасных материалов и компонентов на рабочем месте;	Квалифицированный персонал; обеспечение защиты помещений системами обнаружения пожара; оповещения и эвакуации; наличие систем пожаротушения. «ФЗ-123 Федеральный закон технический регламент (О требованиях пожарной безопасности)». «ГОСТ 12.1.018-93. ССБТ. Пожаровзрывоопасность статического электричества. Общие требования»

Продолжение таблицы 6.6

	хранение взрывоопасных материалов и компонентов в соответствии с требованиями ПБ	
--	--	--

6.6. Экологическая безопасность объекта

Помимо всего, промышленные предприятия несут серьёзный ущерб экологии окружающей среды. Первостепенная задача руководства – предотвратить или хотя бы минимизировать негативные экологические факторы.

Таблица 6.7– Негативные экологические факторы объекта

«Наименование технического объекта, производственно - технологического процесса»[3].	«Структурные составляющие технического объекта, производственно - технологического процесса, энергетической установки, транспортного средства и т.п.»[3].	«Негативное экологическое воздействие на техническое оборудование (вредные и опасные выбросы в воздушную окружающую среду)»[3].	«Негативное экологическое воздействие технического объекта на гидросферу (образующие сточные воды, забор воды из источников водоснабжения)»[3].	«Негативное экологическое воздействие на техническое оборудование объекта на литосферу» [3].
--	---	---	---	--

Продолжение таблицы 6.7

Листовая штамповк а	Прессовое оборудование : Пресс Т2-550- 6-350	Интенсивное выделение вредных испарений, газов отработанно й смазки, масла и скопление пыли»	Утилизация промасленной ветоши, использованны х смазочных материалов, при замене масла в технологически х агрегатах и ряде подобных случаев	Утилизация промасленной ветоши, использованны х смазочных материалов
---------------------------	--	---	--	---

Для снижения человеческого воздействия на окружающую среду существует множество средств, в частности использование очистных сооружений и/или конструкций, а так же вторичная переработка отходов производства.

Таблица 6.8 – Разработанные мероприятия для снижения антропогенного воздействия объекта на окружающую среду.

«Наименование технического объекта»[3].	«Применяемые меры» [3]
«Мероприятия по снижению негативного антропогенного воздействия на атмосфер.»[3].	Использование вытяжной вентиляции с системой очистки воздуха
«Мероприятия по снижению негативного антропогенного воздействия на гидросферу»[3].	Использование очистных сооружений для сточных вод»

Продолжение таблицы 6.8

«Мероприятия по снижению негативного человеческого воздействия на литосферу»[3].	Повышенный контроль за процессом утилизации использованных технологических материалов, сбор, сдача, размещение отходов производства по договорам, организациям имеющим лицензии на работу с отходами
--	--

Выводы из раздела «Безопасность и экологичность проекта»

В данном разделе бакалаврской работы были проведены следующие мероприятия:

1. Оформлен технологический паспорт технического объекта – приведены техпроцесс и выполняемые операции, указаны должности трудящихся, задействованных в данных операциях, приведено оборудование и материалы.
2. Выявлены профессиональные риски для работников, сопутствующие операциям штамповки.
3. Указаны методы и способы устранения вредных и опасных факторов на производстве.
4. Классифицированы факторы пожара и указаны средства и мероприятия для устранения и/или снижения негативного воздействия этих факторов.
5. Приведены негативные экологические факторы, присутствующие при производстве детали «Кожух фары» и разработаны мероприятия по снижению воздействия технологического объекта на экологию окружающей среды

7. ЭКОНОМИКА

Данный раздел предназначен для сравнения двух технологий и призван показать экономические преимущества, которые предоставляет новый технологический процесс.

Для проведения экономических расчетов, необходимо знать исходные данные базового и нового технологических процессов (время работы оборудования, зарплаты рабочим и т.д.)

Таблица 7.1 – Общие исходные данные

«Исходные данные»[4].	«Обозначение»[4].	«Единица измерения».[4]	«Значение»[4].
«Планируемое количество выпущенных изделий за год»[4].	N_r	Шт.	200000
«Затраченное время: -оборудованием -рабочими»[4].	Φ_z $\Phi_{эр}$	час	5472 1642
«Показатель выполнения нормы»[4].	$K_{вн}$	-	1,1
«Показатель многостаночного обслуживания»[4].	$K_{мн}$	-	1,0
«Показатель времени, отведенного на отпуск рабочим»[4].	K_o	%	11,8

Продолжение таблицы 7.1

«Расходы на закупку одного килограмма материала»[4].	C_m	руб.	30	
«Стоимость одного килограмма отхода»[4].	$C_{отх}$	руб.	10	
«Масса заготовки»[4].	M_3	кг	0,562	0,491
«Масса отхода»[4].	$M_{отх}$	кг	0,24	0,094
«Показатель монтажных работ -в расчетах на себестоимость -в расчетах капиталовложений»[4].	$K_{монт}$	-	1,1	0,1
«Затраты, связанные с транспортировочно-заготовительными операциями»[4].	$K_{тз}$	-	1,014	
«Показатель доплаты к заработной плате (от третьего и до пятого разряда)»[4].				
«Часовой фонд заработной платы трудящихся»[4].	$K_{доп}$	-	1,08	
«Квалифицированность рабочего»[4].	$K_{ппф}$	-	1,15	
«За условия труда»[4].	K_y	-	1,16	

Продолжение таблицы 7.1

«Надбавка за работу в ночные смены»[4].	K_H	-	1,2
«Премииальные»[4].	$K_{пр}$	-	1,1
«Выплаты на социальные нужды»[4].	K_C	-	1,26
«Суммарный показатель доплаты»[4].	$K_{зпл}$	-	6,922
«Показатель мощностной способности оборудования»[4].	K_M	-	0,8
«Показатель одновременной работы электродвигателя»[4].	K_B	-	0,7
«Общий коэффициент полезного действия электрической цепи».[4]	$K_{п}$	-	1,03
«Показатель временного ресурса оборудования [4].	$K_{од}$	-	0,8

Продолжение таблицы 7.1

«Выручка с продажи -изношенного оборудования -изношенных штампов»[4].	V_p $V_{ри}$	%	 5 15
«Величина амортизации»[4].	H_a	%	6
«Показатель суммарных расходов (цеховых)»[4].	$K_{цех}$	-	1,72
«Почасовой тариф -рабочего, имеющего третий разряд -наладчика, имеющего пятый разряд»[4].	C_T C_T	руб.	 80,12 88,79
«Тарификация электричества за расход одного киловатта электроэнергии»[4].	$C_э$	руб.	2,435
«Стоимость одного квадратного метра площади»[4].	$C_{пл}$	руб.	5000

Таблица 7.2 – Краткие сведения о характеристиках оборудования

Для сравнения технологий самым главным параметром будет являться цена оборудования, однако остальные характеристики тоже влияют на

конечный экономический эффект. Необходимо выбирать оборудования с учетом его окупаемости.

«Наименование оборудования»	Усилие, МН	Норма времени, мин		Мощность M_y , кВт	Площадь S_y , м ²	Цена, руб.»[4].
		$t_{шт}$	$t_{маш}$			
Базовый вариант						
к3538	6,3	0,09	0,095	77	20	5600000
Новый вариант						
Schuler-550	5,5	0,06	0,06	55	9	6000000

Таблица 7.3 – Исходные данные о штамповой оснастке

Стойкость штампа показывает, сколько оборудования может прослужить без замены и потому является важной характеристикой при выборе оборудования.

Наименование штампа	«Стойкость штампа $T_{и шт}$ ударов»[4].	Цена штампа $C_{шт}$, руб
Базовый вариант		
Штамп вырубки	800000	89000
Штамп вытяжки	400000	289500
Штамп пробивки 1	600000	101200
Штамп правки	200000	240500
Штамп пробивки 2	600000	102000
Штамп пробивки 3	800000	129300

Продолжение таблицы 7.3

Штамп пробивки 4	600000	105400
Обрезка	600000	92300
Отбортовка	1000000	189600
Новый вариант		
Штамп вырубки	800000	89000
Штамп вытяжки и пробивки 1	1000000	356800
Штамп пробивки 2	600000	102000
Штамп пробивки 3	800000	129300
Штамп пробивки 4	600000	105400
Обрезка	600000	92300
Отбортовка	1000000	189600

7.1 - Необходимое количество оборудования, коэффициент загрузки, численность рабочих-операторов и штамповой оснастки.

Данный расчёт позволяет проверить, возможно ли снижение базового количества оборудования и персонала, что прямым образом влияет на экономику предприятия.

Таблица 7.4 – Расчет необходимого количества оборудования, коэффициентов загрузки, численности рабочих-операторов и штамповой оснастки

«Показатели»[4].	«Расчетные формулы и расчет».[4]	«Значение показателя»[4].	
		Базовый	Новый

Продолжение таблицы 7.4

<p>«Количество оборудования, необходимое для производства годовой программы выпуска, шт.»[4].</p>	$n_{об} = \frac{N_{г} \cdot t_{шт}}{\Phi_{э} \cdot k_{в.н} \cdot 60}$ $n_{баз} = \frac{200000 \cdot 0,09}{5472 \cdot 1,1 \cdot 60} = 0,05 \approx 1$ $n_{нов} = \frac{200000 \cdot 0,06_{шт}}{5472 \cdot 1,1 \cdot 60} = 0,03 \approx 1$	1	1
<p>«Коэффициент загрузки оборудования»[4].</p>	$K_з = n_{об}^{расч} \cdot n_{об}^{прин}$ $K_з^{баз} = 0,05/1 = 0,05$ $K_з^{нов} = 0,03/1 = 0,03$	0,05	0,03
<p>«Численность рабочих операторов, необходимых для производства годовой программы деталей, чел»[4].</p>	$P_{оп} = \frac{N_{г} \cdot t_{шт} \cdot (1 + K_o \cdot 100)}{\Phi_{эр} \cdot k_{мо} \cdot 60}$ $P_{оп} = \frac{200000 \cdot 0,09 \cdot (1 + 11,8 \cdot 100)}{1642 \cdot 1 \cdot 60}$ $= 0,2 \approx 1 \cdot 3 \text{ смены} = 3$ $P_{оп} = \frac{200000 \cdot 0,06 \cdot (1 + 11,8 \cdot 100)}{1642 \cdot 1 \cdot 60}$ $= 0,14 \approx 1 \cdot 3 \text{ смены} = 3$	3	3

Данные показатели представляют информацию о том, является ли эффективным внедрение новой технологии производства детали.

Таблица 7.5 – Расчет капитальных вложений

«Показатели»[4].	«Расчетные формулы и расчет» [4]	«Значение показателя» [4]	
		Баз.	Нов.
«Прямые капитальные вложения в оборудование, руб.»[4].	$K_{OB} = n_{OB} \times C_{OB} \times K_3$ $K_{OB}^{баз} = 1 \cdot 5600000 \cdot 0,05 = 280000$ $K_{OB}^{нов} = 1 \cdot 6000000 \cdot 0,03 = 180000$	280000	180000
«Сопутствующие капитальные вложения, руб.:			
«Затраты на доставку и монтаж оборудования, руб.»[4].	$K_M = K_{OB} \times K_{МОНТ}$ $K_M^{баз} = 280000 \cdot 0,1 = 28000$ $K_M^{нов} = 180000 \cdot 0,1 = 18000$	28000	18000
«Затраты на штамповую оснастку, руб.»[4].	$K_I = C_{шт} \times n_{шт}$ $K_I^{баз} = 89000 + 289500 + 101200 + 240500 + 102000 + 129300 + 105400 + 92300 + 189600 \cdot 1 = 1338800$ $K_I^{нов} = 89000 + 289500 + 356800 + 129300 + 105400 + 92300 + 189600 \cdot 1 = 1251900$	1338800	1251900

Продолжение таблицы 7.5

«Затраты на производственную площадь, руб.»[4].	$K_{пл} = n_{шт} \times S_y \times C_{пл} \times K_3$ $K_{пл}^{баз} = 1 \cdot 20 \cdot 5000 \cdot 0,05 = 5000$ $K_{пл}^{нов} = 1 \cdot 9 \cdot 5000 \cdot 0,03 = 1350$	5000	1350
«Итоговые затраты»[4].	$K_{соп} = K_M + K_{И} + K_{пл}$ $K_{соп}^{баз} = 28000 + 1338800 + 5000 = 1371800$ $K_{соп}^{нов} = 18000 + 1251900 + 1350 = 1271250$	1371800	1271250
«Общие капиталовложения, руб.»[4].	$K_{общ} = K_{об} + K_{соп}$ $K_{общ}^{баз} = 280000 + 1371800 = 1651800$ $K_{общ}^{нов} = 180000 + 1271250 = 1451250$	1651800	1451250
«Удельные капиталовложения, руб.»[4].	$K_{уд} = K_{общ} / N_r$ $K_{уд}^{баз} = 1651800 / 200000 = 8,26$ $K_{уд}^{нов} = 1451250 / 200000 = 7,26$	8,26	7,26

7.2. Себестоимость продукции и сравнение вариантов

Данная таблица является одной из самых важных – она показывает насколько эффективно внедрение новой технологии.

Таблица 7.6 – Расчет себестоимости продукции по сравниваемым вариантам

«Показатель»[4].	«Расчет и формула» [4]	«Значение показателя» [4]	
		Баз.	Нов.
«Материальные затраты, руб.»[4].	$M = (M_3 \times C_M \times K_{ТЗ}) - (M_{отх} \times C_{отх})$ $M^{баз} = 0,562 \cdot 30 \cdot 1,014 - 0,24 \cdot 10 = 14,7$ $M^{нов} = 0,491 \cdot 30 \cdot 1,014 - 0,094 \cdot 10 = 14$	14,7	14

Продолжение таблицы 7.6

<p>«Зарплата рабочих-операторов, руб.»[4].</p>	$З_{ПЛ} = P \times C_T \times \Phi_{эр} \times K_{зпл} \times K_3 / N_T$ $З_{ПЛ}^{баз} = 3 \cdot 80,12 \cdot 1642 \cdot 6,922 \cdot 0,05 / 200000 = 0,69$ $З_{ПЛ}^{нов} = 3 \cdot 80,12 \cdot 1642 \cdot 6,922 \cdot 0,03 / 200000 = 0,41$	<p>0,69</p>	<p>0,41</p>
<p>«Затраты на амортизацию и эксплуатацию оборудования, руб.»[4].</p>	$P_A^{баз} = [(5600000 \times (1 - 0,05)) \times 6 \times 0,09 \times 1,3] / 5472 \times 1,1 \times 60 \times 100 = 0,1$ $P_A^{нов} = [(6000000 \times (1 - 0,05)) \times 6 \times 0,06 \times 1,3] / 5472 \times 1,1 \times 60 \times 100 = 0,07$	<p>0,1</p>	<p>0,07</p>
<p>«Расходы на электроэнергию, руб.»[4].</p>	$P_э = M_y \times t_{маш} \times K_{од} \times K_m \times K_B \times K_n \times Ц_э / (КПД \times 60)$ $P_э^{баз} = 77 \cdot 0,095 \cdot 0,8 \cdot 0,8 \cdot 0,7 \cdot 1,03 \cdot 2,435 / (0,75 \cdot 60) = 0,18$ $P_э^{нов} = 55 \cdot 0,06 \cdot 0,8 \cdot 0,8 \cdot 0,7 \cdot 1,03 \cdot 2,435 / (0,75 \cdot 60) = 0,08$	<p>0,18</p>	<p>0,08</p>
<p>«Затраты на амортизацию штампового инструмента, руб.»[4]</p>	$P_{И} = (Ц_{шт} \times [1 - B_{ри}]) / T_{И}^{шт}$ $P_{И}^{баз.ср} = (148755 \cdot [1 - 0,15]) / 620000 = 0,22$ $P_{И}^{нов.ср} = (178840 \cdot [1 - 0,15]) / 770000 = 0,22$	<p>0,22</p>	<p>0,22</p>

Продолжение таблицы 7.6

«Расходы на содержание и эксплуатацию производственных площадей, руб.»[4].	$P_{\text{ПЛ}} = S_y \times n_{\text{ОБ}} \times C_{\text{ПЛ}} \times K_3 / N_{\Gamma}$ $P_{\text{ПЛ}}^{\text{баз}} = 20 \cdot 1 \cdot 5000 \cdot 0,05 / 200000 = 0,025$ $P_{\text{ПЛ}}^{\text{нов}} = 9 \cdot 1 \cdot 5000 \cdot 0,03 / 2000000 = 0,007$	0,025	0,007
«Зарплата наладчика, руб.»[4].	$Z_{\text{нал}} = n_{\text{ОБ}} \times C_{\Gamma} \times \Phi_{\text{эр}} \times K_{\text{зпл}} \times K_3 / (n_{\text{ОБСЛ}} \times N_{\Gamma})$ $Z_{\text{нал}}^{\text{баз}} =$ $1 \cdot 88,79 \cdot 1642 \cdot 6,922 \cdot 0,05 / (1 \cdot 200000) = 0,25$ $Z_{\text{нал}}^{\text{нов}} =$ $1 \cdot 88,79 \cdot 1642 \cdot 6,922 \cdot 0,03 / (1 \cdot 200000) = 0,25$	0,25	0,15
«Технологическая себестоимость, руб.»[4].	$C_{\text{тех}} = M + Z_{\text{ПЛ}} + P_{\text{А}} + P_{\text{Э}} + P_{\text{И}} + P_{\text{ПЛ}} + Z_{\text{нал}}$ $C_{\text{тех}}^{\text{баз}} =$ $14,7 + 0,69 + 0,1 + 0,18 + 0,22 + 0,025 + 0,25 =$ $C_{\text{тех}}^{\text{нов}} =$ $14 + 0,41 + 0,07 + 0,08 + 0,22 + 0,007 + 0,15 =$	16,17	14,94
«Общепроизводственные расходы, руб.»[4].	$P_{\text{цех}} = Z_{\text{ПЛ}} \times K_{\text{цех}}$ $P_{\text{цех}}^{\text{баз}} = 0,69 \cdot 1,72 = 1,19$ $P_{\text{цех}}^{\text{нов}} = 0,41 \cdot 1,72 = 0,7$	1,19	0,7
«Общепроизводственная (цеховая) себестоимость, руб.» [4]	$C_{\text{цех}} = C_{\text{тех}} + P_{\text{цех}}$ $C_{\text{цех}}^{\text{баз}} = 16,17 + 1,19 = 17,36$ $C_{\text{цех}}^{\text{нов}} = 14,94 + 0,7 = 15,64$	17,36	15,64

7.3. Показатель экономической эффективности проектного варианта

Финальный пункт экономического раздела. Здесь можно увидеть годовой экономический эффект от внедрения новой технологии и срок, за который окупится это нововведение.

Таблица 7.7 – Экономическая эффективность

«Показатель»[4].	«Расчет и формула»[4].	«Значение показателя»[4].	
«Переведенные затраты, руб.» себестоимости, руб.».[4]	$Z_{\text{пер}} = C_{\text{цех}} + E_n \times K_{\text{уд}}$ $Z_{\text{пер}}^{\text{баз}} = 17,36 + 0,33 \cdot 8,26 = 20,06$ $Z_{\text{пер}}^{\text{нов}} = 15,64 + 0,33 \cdot 7,26 = 18,04$	20,06	18,04
«Годовой экономический эффект, руб.» себестоимости, руб.»[4].	$\mathcal{E}_Г = (Z_{\text{пер}}^{\text{баз}} - Z_{\text{пер}}^{\text{нов}}) \times N_Г$ $\mathcal{E}_Г = (20,06 - 18,04) \cdot 200000 = 404000$	404000	
«Срок окупаемости кап. вложений, год» себестоимости, руб.».[4]	$T_{\text{ок}} = K^{\text{нов}}_{\text{И}} / \mathcal{E}_{\text{уг}}$ $T_{\text{ок}} = 1251900 / 344000 = 3,63 \approx 4$	4	
Условно годовая экономия от снижения себестоимости, руб.».[4]	$\mathcal{E}_{\text{уг}} = (C_{\text{цех}}^{\text{баз}} - C_{\text{цех}}^{\text{нов}}) \times N_Г$ $= (17,36 - 15,64) \cdot 200000 = 344000$	344000	

Вывод.

Внедрение новой технологии является экономически обоснованным действием, оправдывающим затраты на себя.

Заключение

В рассмотренной выпускной квалификационной работе был создан новый технологический процесс производства детали «Кожух фары». Проведены расчеты и анализ новой технологии изготовления детали. Были подобраны специальные средства автоматизации для производства данного изделия. Была сконструирована прочная штамповая оснастка для операции вытяжки пробивки. Проведены необходимые расчеты. Был проведен CAE – анализ операции вытяжка. Итогом проведенного моделирования стало получение данных об утонении металла во время вытяжки, так же были получены общие сведения о проектном процессе вытяжки и была получена FLD диаграмма, из которой следует, что во время операции вытяжки разрывы и другие негативные элементы в модели отсутствуют. Были учтены опасные и негативные факторы, которые могут быть при производстве детали и разработан список мероприятий по уменьшению негативного воздействия человека на окружающую среду. Подсчитана себестоимость изготовления детали «Кожух фары» и условно-годовая экономия от внедрения нового раскроя материала и конструирования новой штамповой оснастки.

Принимая во внимание объём проделанной работы, можно заключить, что цель данной выпускной квалификационной работы достигнута.

Список используемых источников

1. Зубцов, М.Е. Листовая штамповка[Текст]: М.Е. Зубцов. – 3-е изд., перераб. и доп. – Л. : Машиностроение. Ленингр. отд-ние, 1980. – 432 с.: ил.
2. Романовский, В. П. Справочник по холодной штамповке[Текст] / В. П. Романовский– 6-е изд. перераб. и доп. – Л.: Машиностроение. Ленингр. отд-ние, 1979. – 520 с.
3. Шапорева, И. Л. Безопасность жизнедеятельности. [Текст]: учеб.-метод. пособие / Л. Н. Горина, Н. Е. Данилина. – Тольятти: ТГУ, 2015. – 299 с.
4. Краснопевцева, И. В. Экономика машиностроительного производства [Текст]: учеб.-метод. пособие / И. В. Краснопевцева. – Тольятти: ТГУ, 2008. – 148 с.
5. Балакшин Б.С. Основы технологии машиностроения. - М.: Машиностроение, 1996. – 156с.
6. Смолин, Е. Л. Основы конструирования штамповой оснастки [Текст]: учеб. пособие для студентов заочной формы обучения / Е. Л. Смолин. – Тольятти: ТГУ, 2007. – 72 с
7. Скрипачев, А. В. Технология изготовления облицовочных деталей автомобиля [Текст]: учеб. пособие для вузов / А. В. Скрипачев. – Тольятти: ТГУ, 2004. – 94 с.
8. Скворцов, Г. Д. Основы конструирования штампов для холодной листовой штамповки[Текст]: конструкции и расчеты / Г. Д. Скворцов. – М.: Машиностроение, 1972. – 360 с.
9. Дубровский В.В. Представление знаний в автоматизированных системах проектирования М., 1989.-56с.
10. Банкетов А.Н.Кузнечно-штамповочное оборудование [Текст]: А.Н. Банкетов, Ю.А. Бочаров – М.: Машиностроение, 1982. – 576 с.
11. Акулович, Л. М. Основы автоматизированного проектирования

- технологических процессов в машиностроении [Электронный ресурс] : учеб. пособие / Л. М. Акулович, В. К. Шелег. - Минск: Новое знание; Москва: ИНФРА-М, 2016. - 488 с. : ил
12. Сторожев, М.В. Теория обработки металлов давлением[Текст]: М.В. Сторожев, Е.А. Попов. – М.: Машиностроение, 1977. – 423 с.
 13. Матвеев, А. Д. Ковка и штамповка [Текст]: Справочник: В 4 т. Т. 4 Листовая штамповка / Под ред. А. Д. Матвеева; Ред. совет: Е. И. Семенов (пред.) и др. – М.: Машиностроение, 1985 – 1987. – 544 с.: ил.
 14. Охрименко Я.М. Технология кузнечно-штамповочного производства. – М.: Машиностроение, 1976. – 560 с.
 15. Данилов Ю.В., Артамонов В.А. Практическое использование NX. М.: ДМК Пресс, 2011. – 332 с.
 16. Мещерин В. Т. Листовая штамповка, Атлас схем. М., 1975, 100 с.
 17. Сегерлинд М. Применение метода конечных элементов. М.: Мир 1979 392 с.
 18. Кандаков А. И. САПР Технологических процессов: учебник²²для²⁵студ. высш. учеб. заведений. – М.: Издательский центр²⁵«Академия», 2007. – 272 с.
 19. Канторович, Л. В. Рациональный раскрой промышленных материалов[Текст]: Л. В. Канторович, В. А. Залгаллер. – 2-е изд., испр. и доп. – Новосибирск: Наука, 1971. – 300 с.: ил
 20. Аверкиев, Ю. А. Технология холодной штамповки [Текст]: учеб. для вузов / Ю. А. Аверкиев, А. Ю. Аверкиев М.: Машиностроение, 1989. – 304 с.: ил.
 21. www.researchgate.net [электронный ресурс]
URL.https://www.researchgate.net/publication/280682789_Prediction_of_crack_location_and_propagation_in_stretch_flanging_process_of_aluminum_alloy_AA-5052_sheet_using_FEM_simulation

22. www.researchgate.net [электронный ресурс]-
URL.https://www.researchgate.net/publication/281442607_Influence_of_Blank_Holding_Force_on_Stretch_Flange_Forming_of_Aluminum_Alloy
23. www.researchgate.net [электронный ресурс]-
URL.https://www.researchgate.net/publication/316790812_A_study_on_sheet_metal_hole-flanging_process
24. www.researchgate.net [электронный ресурс]-
URL.https://www.researchgate.net/publication/320990786_FEM_SIMULATION_OF_NON-AXISYMMETRIC_STRETCH_FLANGE_FORMING_OF_ALUMINUM_ALLOY_5052_BASED_ON_SHELL_TYPE_ELEMENTS
25. www.researchgate.net [электронный ресурс]-
URL.https://www.researchgate.net/publication/307902238_Effect_of_process_parameters_on_deformation_behavior_of_AA_5052_sheets_in_stretch_flanging_process