СОДЕРЖАНИЕ

[Введение 3](#_Toc531783523)

[1 Исследование актуальности тематики магистерской диссертации 4](#_Toc531783524)

[2 Исходные данные. Лабораторная штамповая оснастка. План компьтерного моделирования 7](#_Toc531783525)

[3 Анализ результатов компьютерного моделирования 11](#_Toc531783526)

[Заключение 14](#_Toc531783527)

[Список источников 15](#_Toc531783528)

[Приложение А. Чертёж детали 16](#_Toc531783529)

[Приложение Б. Чертёж штампа 17](#_Toc531783530)

# Введение

Темой магистерской диссертации является анализ технологических возможностей изготовление сферических пробок из трудно деформируемых материалов.

Актуальность работы обусловлена производственным заказом ООО «Армалит». Исследуется часть шарового крана - пробка является низкотехнологичной и металлоёмкой в условиях обработки металлов резаньем. В виду этого была поставлена задача спроектировать технологию изготовления широкой номенклатуры пробок методами обработкой металлов давлением.

Работа посвящена моделированию процесса обжима-раздачи трубной заготовки.

# 1 Исследование актуальности тематики магистерской диссертации

Темой магистерской диссертации является анализ технологических возможностей изготовление сферических пробок из трудно деформируемых материалов.

Шаровой кран — разновидность трубопроводного крана, запирающий или регулирующий элемент которого имеет сферическую форму. Этот тип крана является одним из современных и прогрессивных типов запорной арматуры, находящий всё большее применение в различных трубопроводах, транспортирующих природный газ и нефть, системах городского газоснабжения, водоснабжения, отопления и других областях. Имеется также возможность использовать его в качестве регулирующей арматуры. Пример шарового крана представлен на рисунке 1.

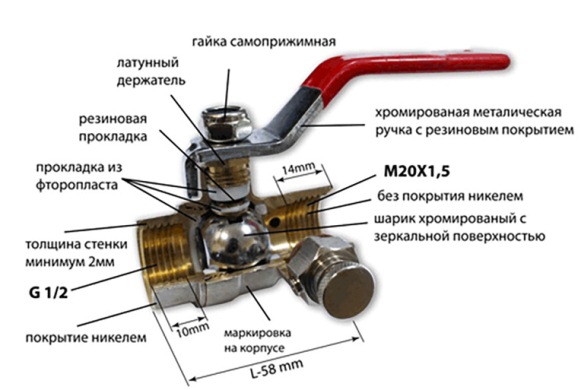


Рисунок 1 – Шаровой кран

Конструкция шаровых кранов известна уже более 100 лет, однако в ранних вариантах она не обеспечивала плотного перекрытия из-за трудности её обеспечения металлическими поверхностями шаровой пробки и сёдел корпуса. Появление и внедрение в арматуростроение таких материалов как фторопласт, синтетических каучуков для изготовления сёдел привели к началу широкого использования шаровых кранов. Новые материалы позволили обеспечить плотность закрытия и существенно снизить усилия, необходимые для управления краном.

Подвижным элементом (затвором) таких кранов служит пробка сферической формы — шар, по оси которой выполнено сквозное круглое отверстие для прохода среды. В проходных кранах для полного закрытия или открытия прохода достаточно повернуть шар на 90°. Исследованию технологии изготовления этого элемента крана и посвящена магистерская диссертация.

Основные достоинства шаровых кранов:

1. Простота конструкции.
2. Надежная герметичность.
3. Небольшие габариты.
4. Отсутствие застойных зон.
5. Возможность применения в различных средах.

Требования, предъявляемые к сферическим пробкам:

* герметичность;
* эрозионная стойкость;
* коррозионная стойкость;
* прочность;
* экономичность.

Темой магистерской диссертации предполагается изготовление пробок Ду32, 40, 50,65, 80, 100, 125, 150. Обозначение Ду100 расшифровывается как диаметр условный, 100 – проходной диаметр пробки. Для отработки технических решений по изготовлению всей номенклатуры изделий на начальном этапе исследований выбрана пробка Ду32.

Пример исследуемой сферической пробки представлена на рисунке 2.

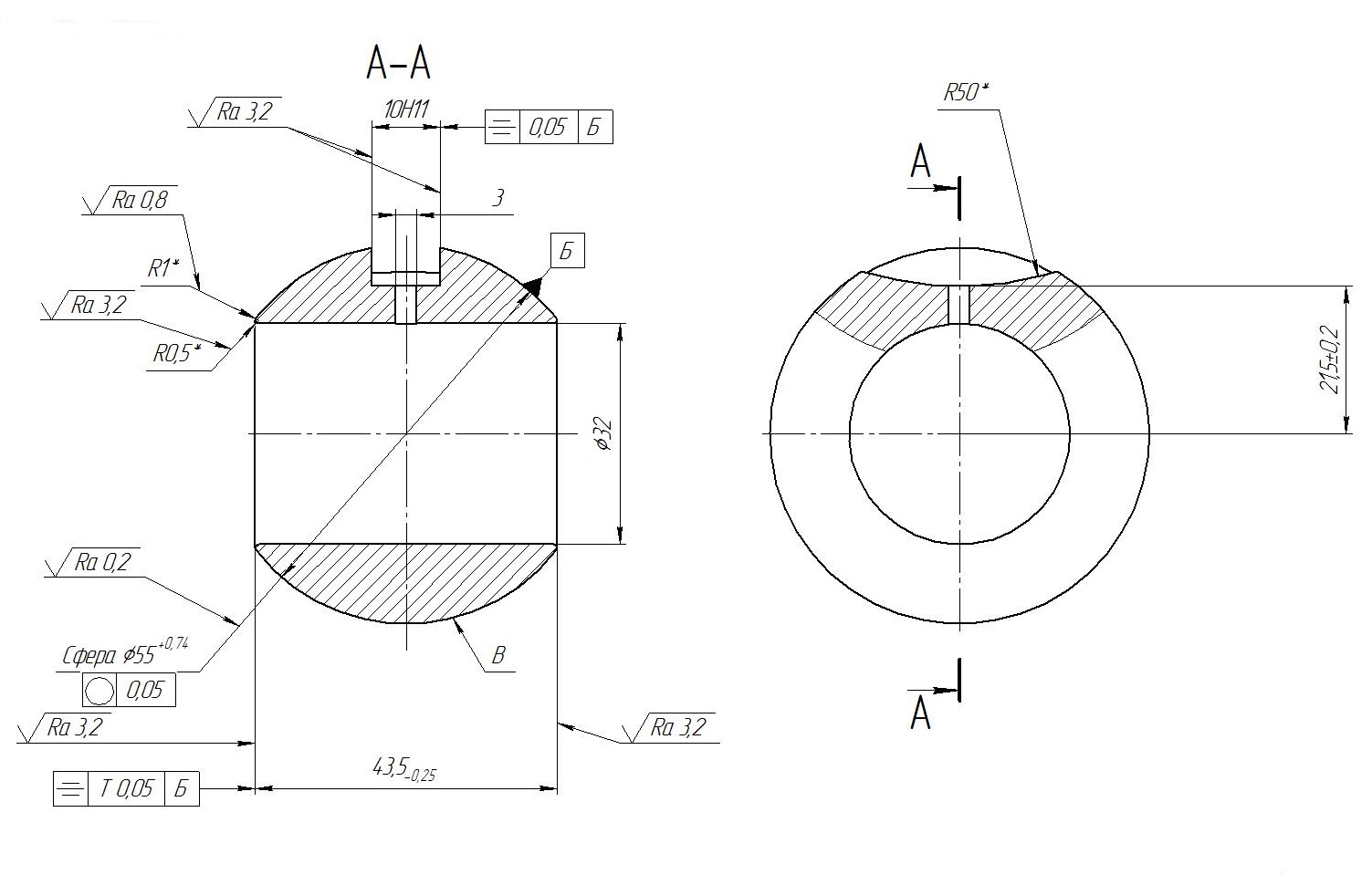


Рисунок 2 – Эскиз пробки Ду 32

Актуальность тематики диссертации обусловлена поступившим на кафедру Е4 заказом АО «Армалит» на разработку технологии изготовления сферических пробок методами обработки металлов давлением. Действующая технология изготовления пробок подразумевает применение различных операций обработки резаньем, что приводит к высокому отходу металла, а также низкую производительность процесса.

Также известны способы изготовления подобных изделий методами горячей объёмной штамповки, обжимом однослойной трубной заготовки[1], который и был взят за основу, обжимом заготовки с внутренним патрубком.

Как видно из эскиза, к изделию предъявляются серьёзные требования по допуску формы, который невозможно соблюсти при обработке давлением, поэтому целью технологии является получение полуфабриката под окончательную механическую обработку.

# 2 Исходные данные. Лабораторная штамповая оснастка. План компьтерного моделирования

Исходными данными для моделирования процесса обжима-раздачи оболочки Ду32 являлись:

* исходная заготовка – труба ГОСТ 9941-81;
* материал – 12Х18Н10Т, свойства материала представлены в таблице 1;
* чертёж изделия-прототипа, изготавливаемого резаньем, который приведён в приложении А;

Таблица 1 – Механические свойства 12Х18Н10Т[2]

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| σ0,2 | 310 МПа | εiy | 0,39 |
| σВ | 660 МПа | εip | 1,39 |
| σiy | 970 МПа | ψy | 0,32 |
| σip | 1460 МПа | ψp | 0,75 |
| HB | 135…140 | δy | 0,48 |
|  |  | δp | 0,62 |

Моделирование процесса основано на методе конечных элементов, который является численным методом решения дифференциальных уравнений с частными производными, а также интегральных уравнений, возникающих при решении различных задач механики. Область, в которой ищется решение уравнений, разбивается на конечное количество подобластей (элементов). В каждом из элементов произвольно выбирается вид аппроксимирующей функции. Вне своего элемента аппроксимирующая функция равна нулю. Значения функций на границах элементов (в узлах) являются решением задачи и заранее неизвестны. Коэффициенты аппроксимирующих функций обычно ищутся из условия равенства значения соседних функций на границах между элементами. Затем эти коэффициенты выражаются через значения функций в узлах элементов. Составляется система линейных уравнений.

Разбиение оболочки на конечные элементы представлено на рисунке ч.

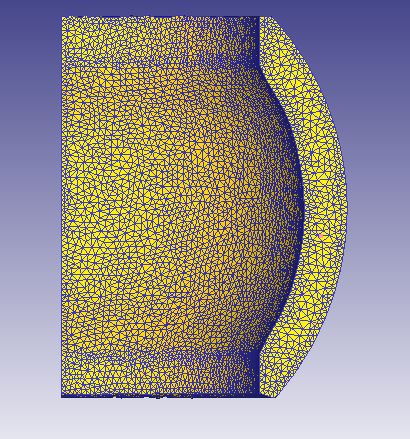


Рисунок 3 – Разбиение на конечные элементы

В качестве альтернативы изделию Ду32, которое изготавливается резаньем, был предложен вариант сборки, получаемой обжимом двух трубных заготовок в замок. Эскиз сборки представлен на рисунке 3.

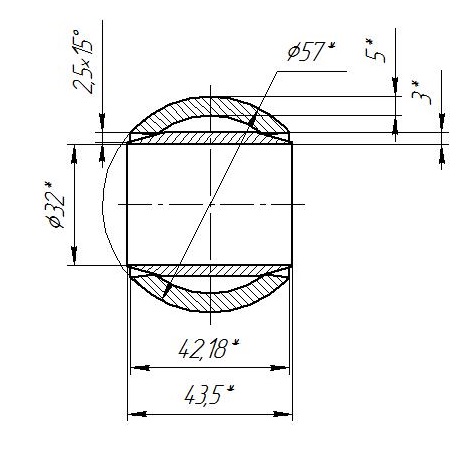


Рисунок 4 – Сборка Ду32

Рабочий инструмент для обжима-раздачи оболочки представлен на рисунке 4.

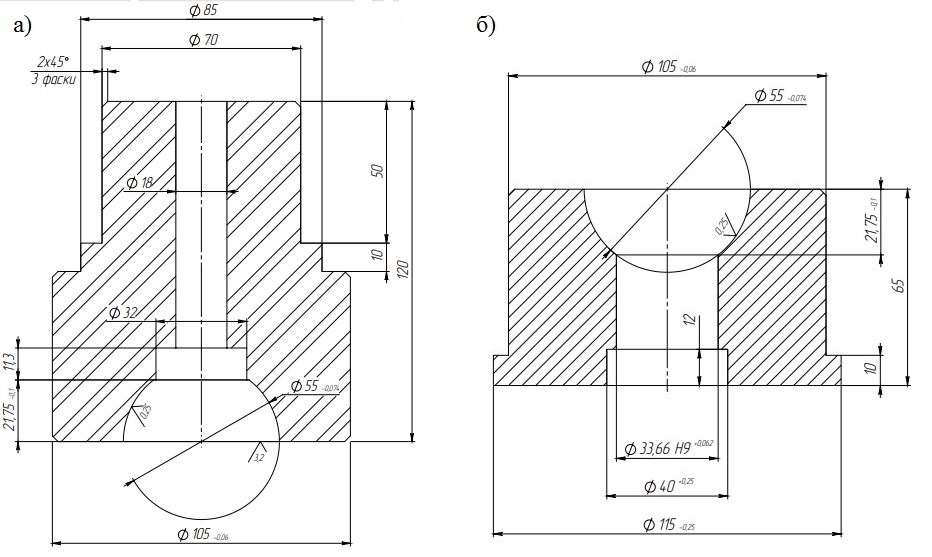


Рисунок 5 – Рабочий инструмент для обжима раздачи: а) верхняя полуматрица, б) нижняя полуматрица

Эскиз лабораторной штамповой оснастки представлен на рисунке 5, чертёж штампа представлен в приложении Б.

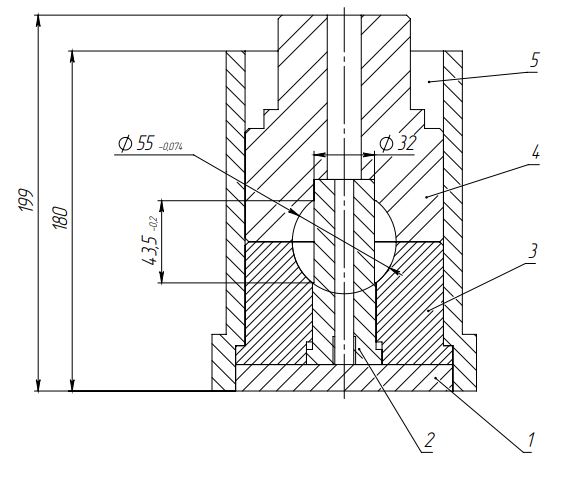


Рисунок 6 – Лабораторная штамповая оснастка: 1 – плита; 2 – оправка; 3 – нижняя полуматрица; 4 – верхняя полуматрица; 5 – корпус

Компьютерное моделирование в данной работе подразумевает выбор оптимальной исходной трубной заготовки для получения оболочки обжимом-раздачей с заданным диаметром сферы (Dcф), опираясь на стандартные значения наружного диаметра (Dнар) и толщины стенки труб (S), а также исследовать влияние наличия фаски и величины её угла на процесс деформирования.

План моделирования представлен в таблице 2

Таблица 2 – План моделирования

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| № моделирования | Dнар, | S,мм | Dcф, мм | Фаска, 0 | Наличие оправки |
| 1 | 48 | 3,5 | 55 | - | - |
| 2 | 48 | 3,5 | 55 | - | + |
| 3 | 48 | 3,5 | 55 | 60 | + |
| 4 | 50 | 5,0 | 57 | - | + |
| 5 | 54 | 5,0 | 57 | 45 | + |

# 3 Анализ результатов компьютерного моделирования

Целью первого моделирования являлась установка возможности штамповки оболочки без оправки. Результат моделирования представлен на рисунке 6.

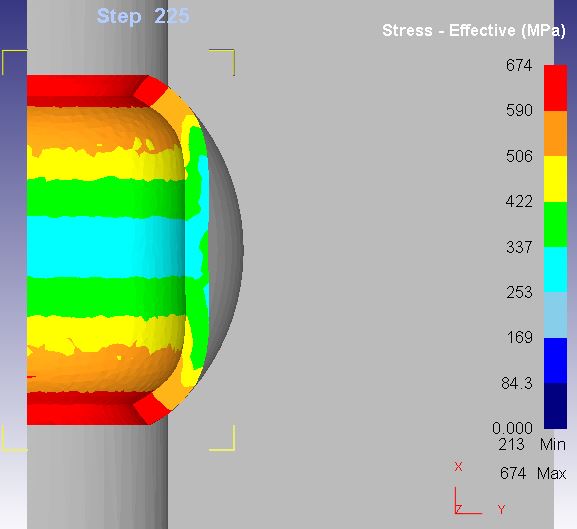


Рисунок 7 – Обжим-раздача без оправки №1

Как видно из рисунка, с наружным диаметром трубной заготовки 48 мм и толщиной стенки 3,5 мм без оправки не представляется возможным получить оболочку сферической формы в виду преимущественного течения металла в отверстия инструмента.

С добавлением в конструкцию штампа оправки была получена необходимая форма детали, однако интенсивность напряжений возросла до 926МПа, а также было замечено утолщение в центре оболочки. Результат представлен на рисунке 7.

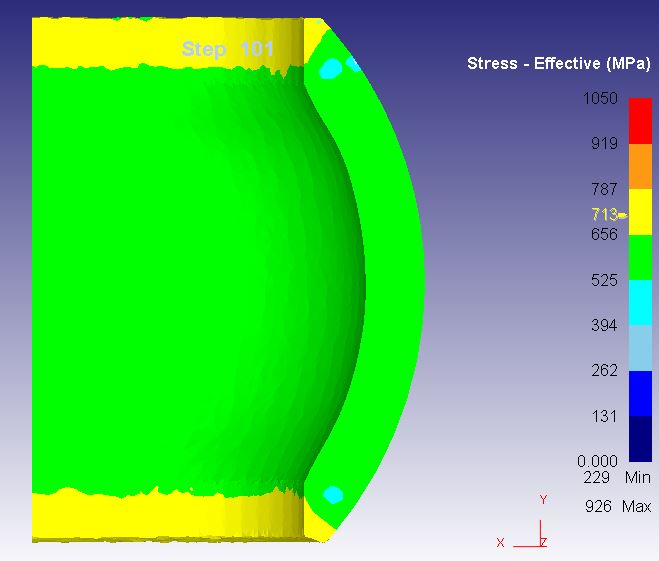


Рисунок 8 – Обжим-раздача трубной заготовки №2

При попытке деформировать трубную заготовку с фаской 600 металл с кромки потёк в зазор между пуансоном и оправкой, что привело к нарушению формы оболочки. Результат представлен на рисунке 8.

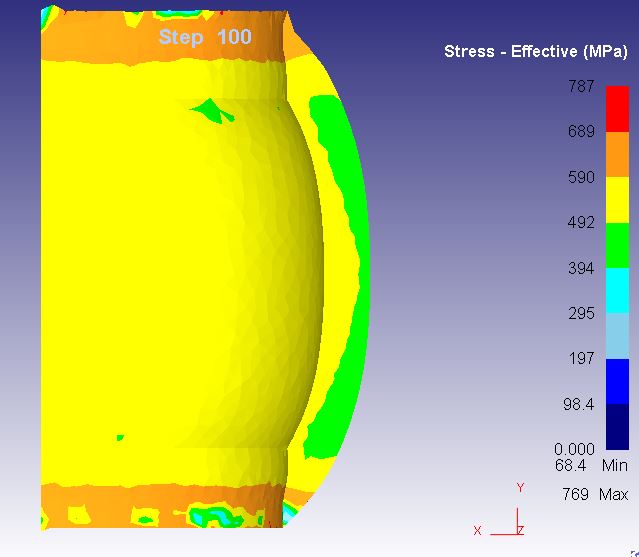


Рисунок 9 - Обжим-раздача трубной заготовки №3

С увеличением наружного диаметра и толщины стенки заготовки стабильность процесса увеличилась, была получена необходимая форма оболочки, но осталось утолщение в центре и значительная интенсивность напряжений порядка 900МПа. Результат представлен на рисунке 9.

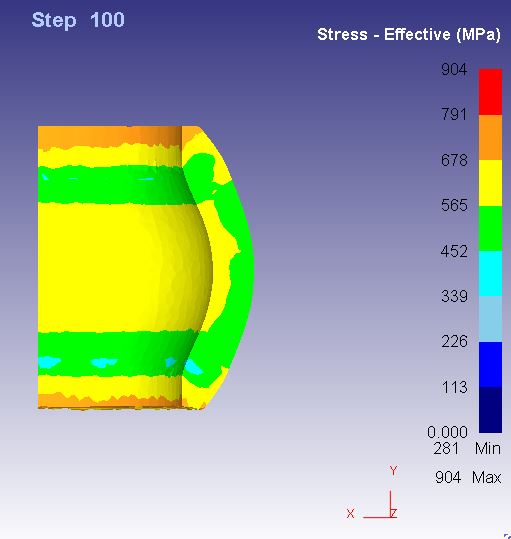


Рисунок 10 - Обжим-раздача трубной заготовки №4

Наиболее удачного результата удалось достичь путём увеличения наружного диаметра заготовки из учёта распределения деформации 95% обжим и 5% раздача. Толщина осталась прежней, была добавлена фаска 450. Моделирование при таких параметрах показало наилучшую форму оболочки, отсутствие центрального утолщения, а также низкая интенсивность напряжений порядка 762МПа в сравнении со 2-ым и 4-ым моделированиями. Результат представлен на рисунке 10.

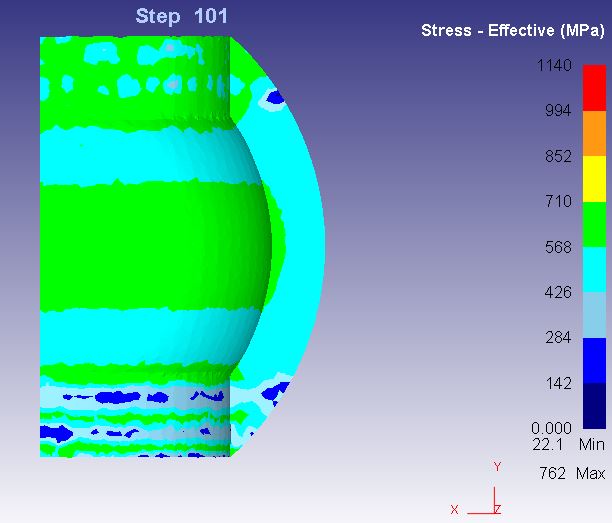


Рисунок 11 - Обжим-раздача трубной заготовки №5

# Заключение

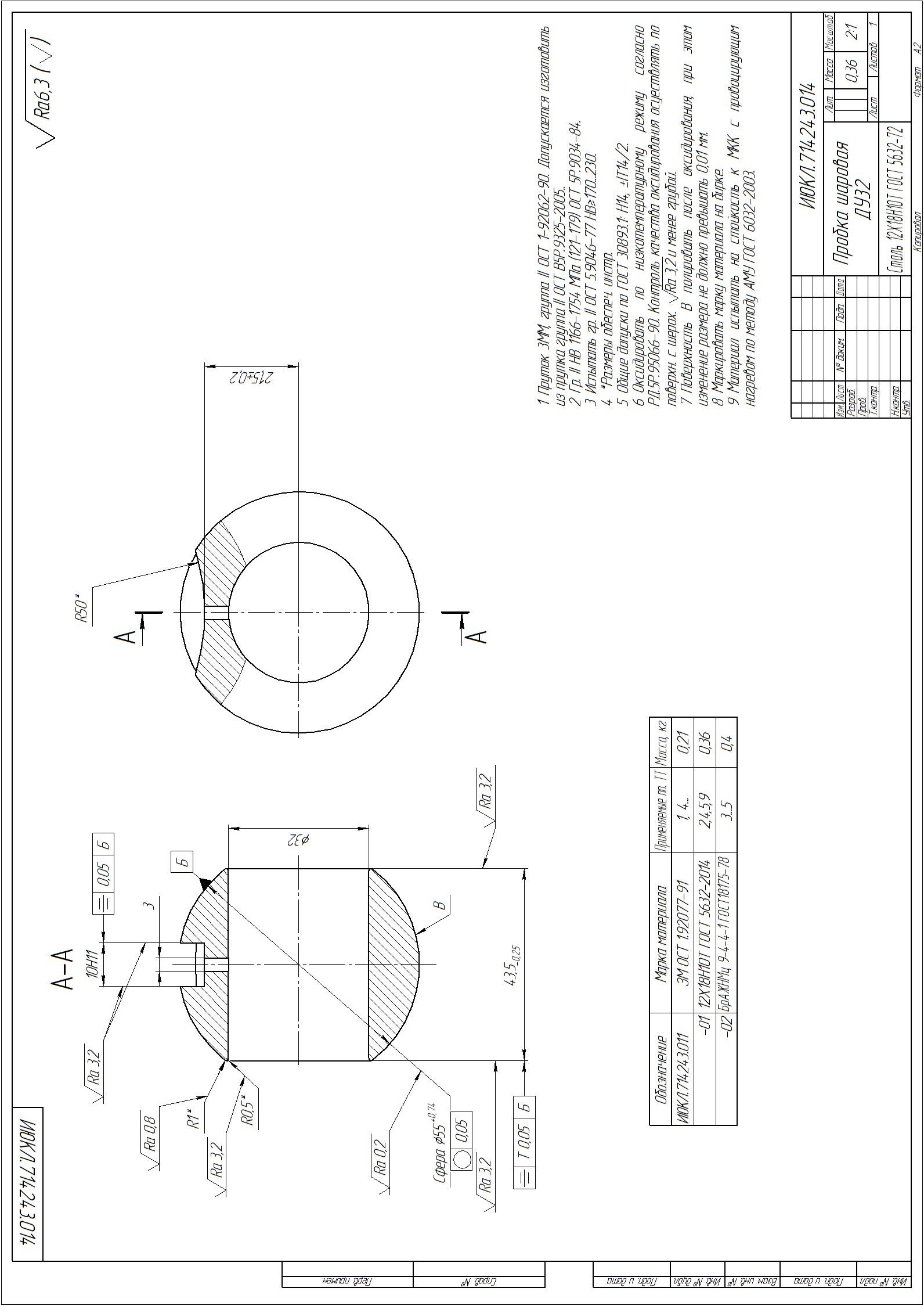
Результатом научно-исследовательской работы являются размеры исходной трубной заготовки для изготовления полуфабриката оболочки Ду 32, с использованием которой прогнозируется проведение обжима-раздачи без брака.

В результате работы были получены навыки компьютерного моделирования, работы с нормативной документацией в виде ГОСТов и актуальным производственным заказом

# Список источников

1. Способ изготовления полой сферической металлической оболочки с двумя соосными, диаметрально расположенными отверстиями [Текст]: пат. 2211106 Рос. Федерация: МПК B 21 С 37/00, B21D 51/00/ Агеев Н.П.; заявитель и патентообладатель Агеев Н.П. - № 2009106666/02; заявл. 18.12.2001; опубл. 27.08.2003, Бюл. № 34. - 44 с.
2. Альбом диаграмм «σi – εi»/ Балт. гос. техн. ун-т. – СПб., 2010. – 78 с.

# Приложение А. Чертёж детали



# Приложение Б. Чертёж штампа

