

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«ИРКУТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ПУТЕЙ СООБЩЕНИЯ»
(ФГБОУ ВО ИрГУПС)

Факультет «Транспортные системы»
Кафедра «Автоматизация производственных процессов»

Автоматизированная установка омасления и экспресс анализа пропитки углеводородами уплотнений сливных приборов цистерн

Выполнено под руководством Филиппенко Н.Г. группой в составе:

Кочергина Мария Евгеньевна ПСЖ 4-18-1 (И, О)

Загорнов Даниил Денисович ПСЖ 3-18-2 (И, О)

Чумбадзе Тамара Тимуриевна ИВТ 6-21-1 (И, О)

Карпов Александр Владимирович, доцент каф. АПП

Анализ браковки вагонов-цистерн

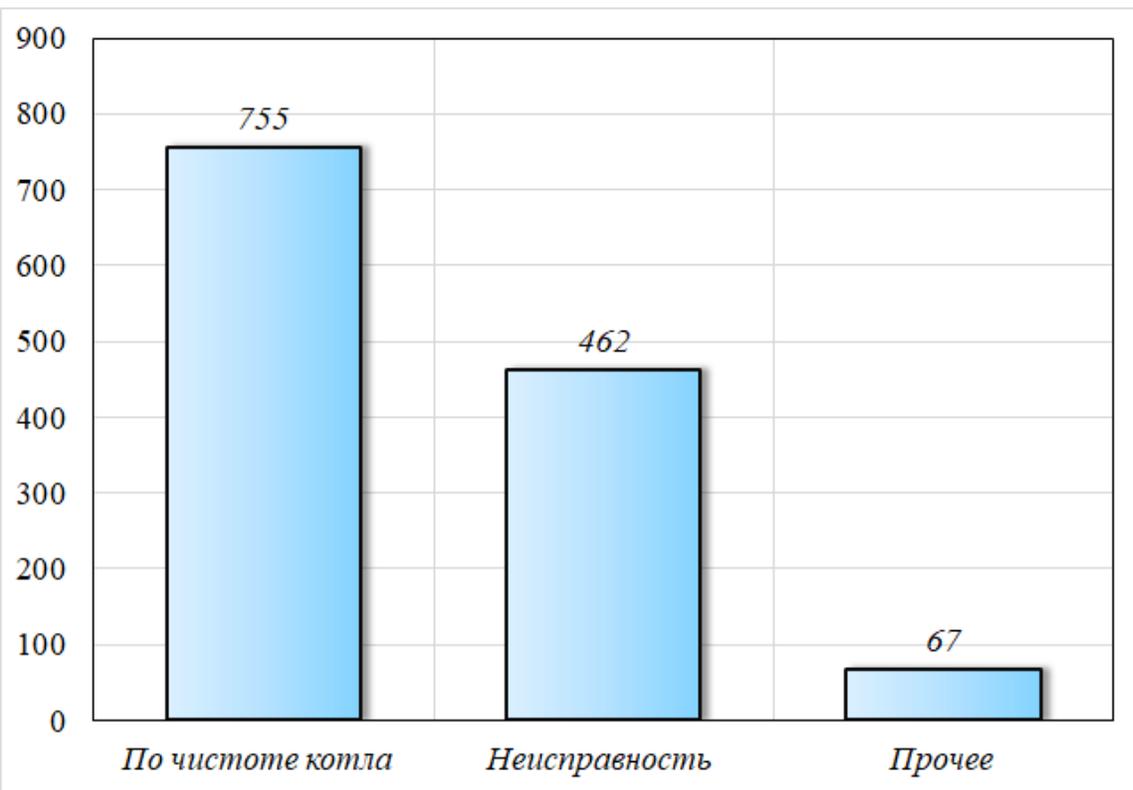


Рисунок 1 – Анализ браковки цистерн

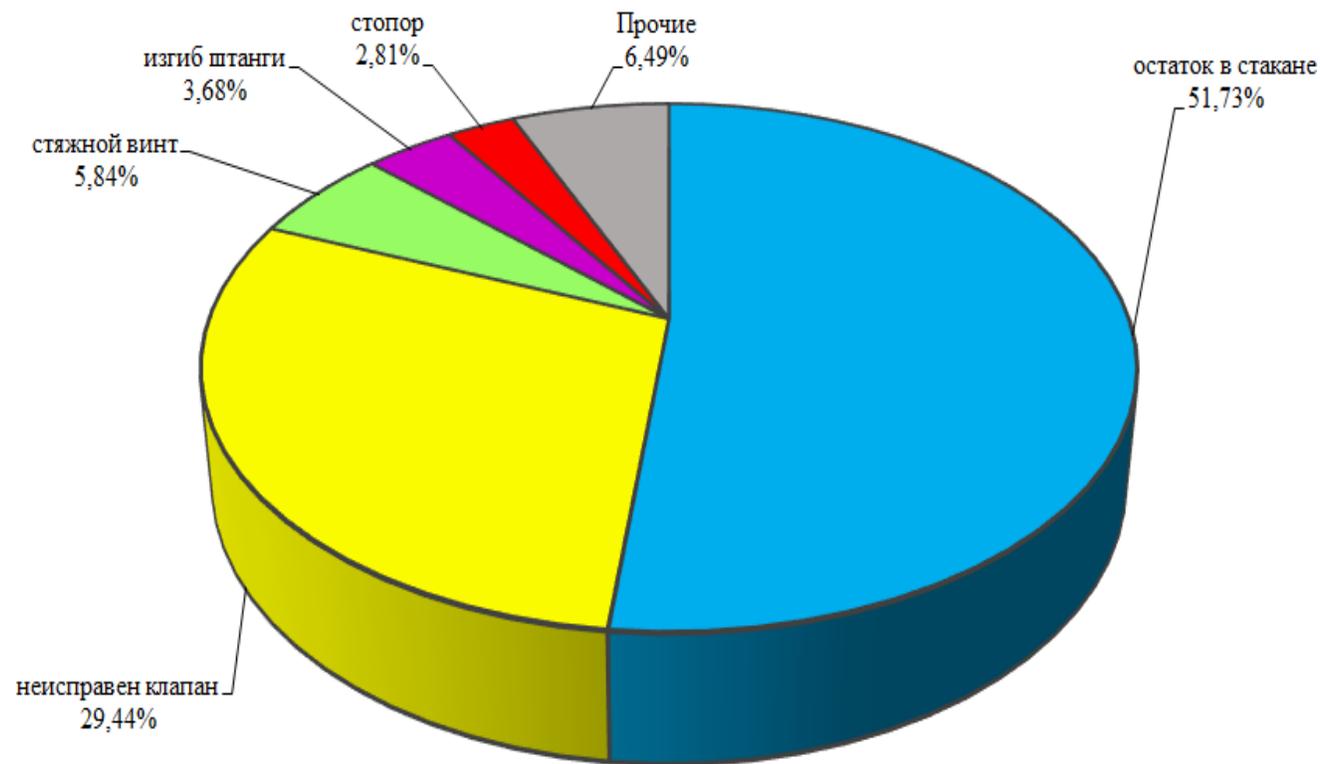


Рисунок 2 – Анализ основных неисправностей

Основные причины неисправности клапана сливного прибора



Рисунок 3 – Основные неисправности клапана сливного прибора

Цели и задачи проекта

Цель:

- ✓ Сократить уровень браковки вагонов-цистерн на промывочно-пропарочной станции по причине неисправности клапана сливного прибора;
- ✓ Уменьшить количество забракованных вагон-цистерн по причине остатка перевозимых нефтепродуктов в стакане сливного прибора

Задачи:

- Провести исследование, с целью анализа влияния нефтепродуктов на степень набухания уплотнительного кольца;
- Выбрать необходимый материал для изготовления уплотнительного кольца клапана сливного прибора;
- Модернизировать конструкцию клапана сливного прибора;
- Разработать технологию изготовления детали;
- Разработать мероприятия по безопасности и экологичности проекта;
- Определить экономический эффект от модернизации.

Образцы для исследований



Рисунок 3 - Образцы для исследования



Рисунок 4 – Агрессивная среда исследования

Анализ влияния агрессивных сред на степень набухания РТИ

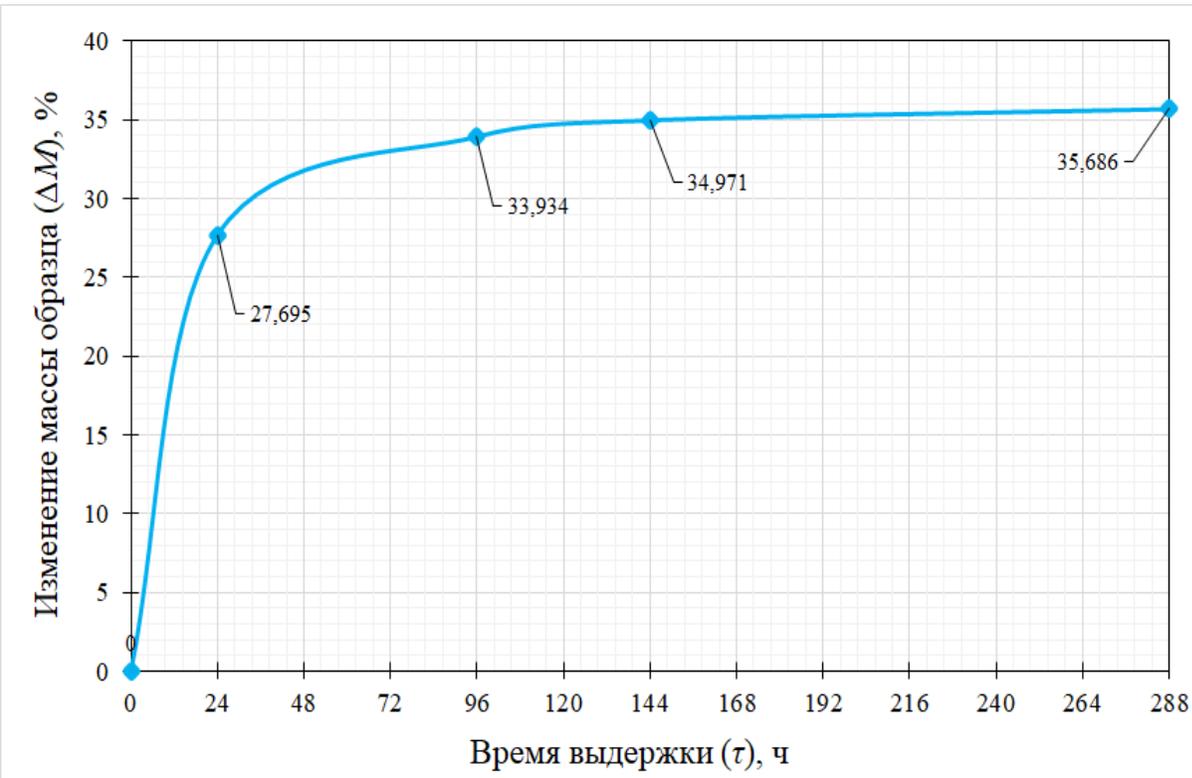


Рисунок 5 – Диаграмма набухания образцов в среде легких углеводородов

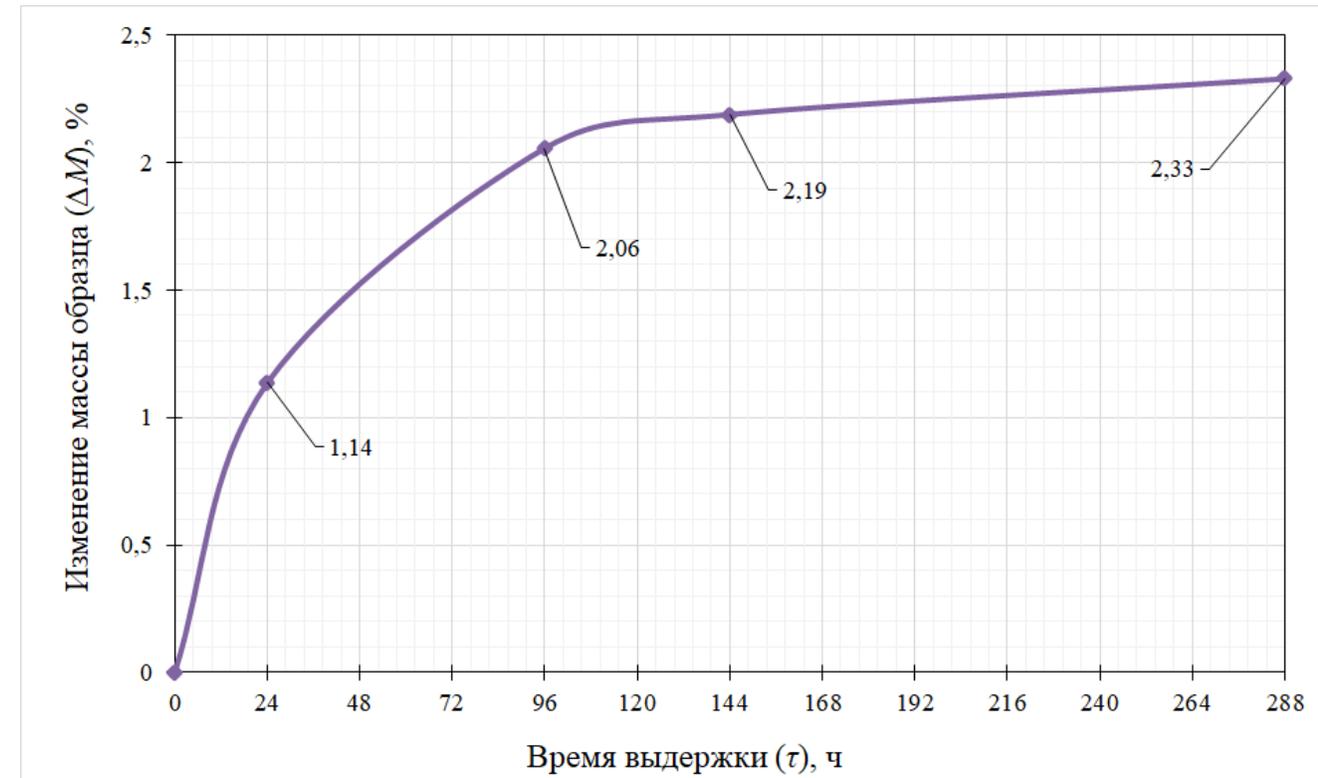


Рисунок 6 – Диаграмма набухания образцов в среде тяжелых углеводородов

Рекомендация по замене материала уплотнительного кольца и сравнение характеристик

Характеристика	МБС-С	Вибратан 8000-75А	Вибратан 8000-80А
Рабочая температура, °С	-30...+70	-60...+120	-60...+120
Плотность, г/см ³	1,6	1,20	1,20
Твердость по Шору, усл. ед.	70±5	75	80
Предел прочности при растяжении, не менее, МПа	12,7	47,0	50
Относительное удлинение при разрыве, не менее, %	200	550	530
Изменение массы в среде легких углеводородов, %	28,5	5	5
Объем после набухания уплотнения, см ³	518,13	423,5	423,5

Экономический эффект от внедрения полиуретанового уплотнительного кольца

Показатели	До внедрения полиуретанового уплотнительного кольца	После внедрения полиуретанового уплотнительного кольца
Количество браковки вагонов-цистерн в год, ваг./год	5153	4122
Стоимость устранения отказов на промывочно-пропарочной станции, руб./ваг	16000	16000

$$\mathcal{E}_{\text{год}} = (N_1 - N_2) \times C_{\text{рем}} = (5153 - 4122) \times 16000 = 16496 \text{ тыс. руб.}$$

$$C_{\text{мод}} = \text{ФОТ} + \mathcal{E}_{\text{соц}} + \mathcal{E}R_{\text{проп}} + (C_{\text{упл}} \times N_{\text{чис}}) = 29776,62 + 9052,09 + 6000000 + (722 \times 500) = 6399,83 \text{ тыс. руб.}$$

$$\mathcal{E}_{\Delta\text{год}} = \mathcal{E}_{\text{год}} - C_{\text{мод}} = 16496 - 6399,83 = 10096,17 \text{ тыс. руб.}$$

Недостатки конструкции сливного прибора с тремя затворами УСП-3



Рисунок 6 – Сливной прибор УСП-3

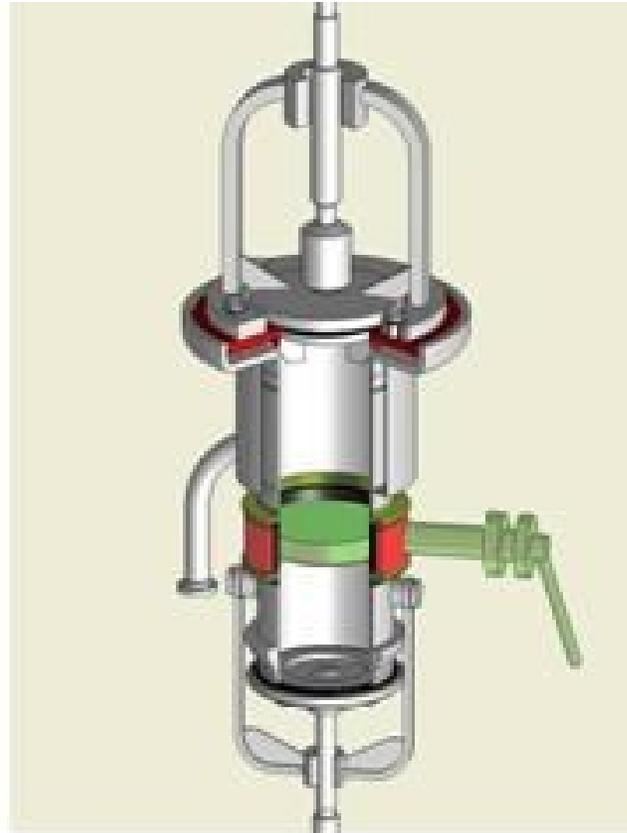
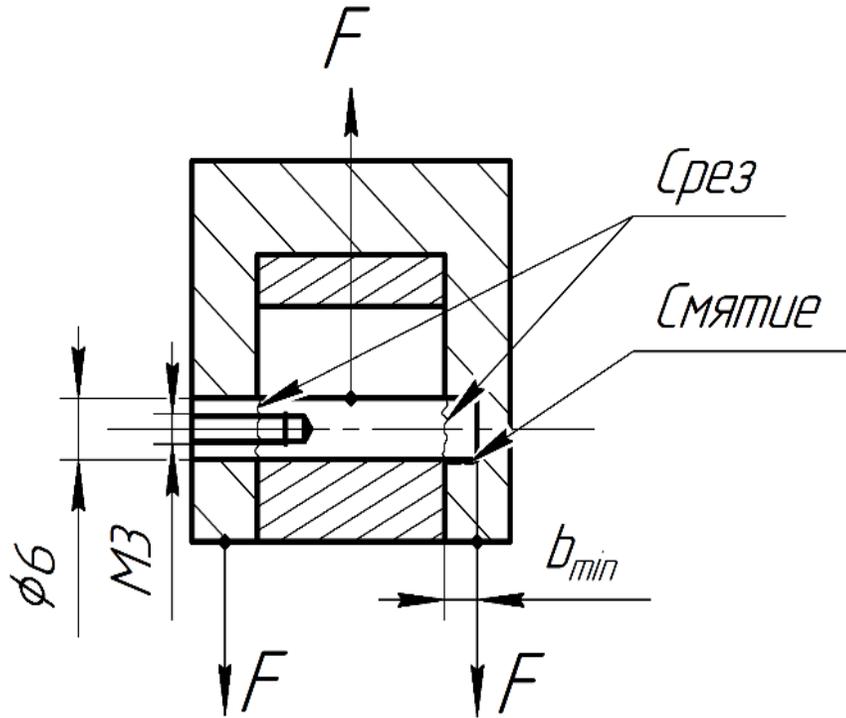


Рисунок 7 – Промежуточный дисковый затвор

Прочностные расчеты конструктивных элементов конструкции



$$\tau_c \leq [\tau_c]$$

$$\sigma_{см} \leq [\sigma_{см}]$$

$$P = 960 \times 9,81 \times 3 \times 47,477 \times 10^{-3} = 1341,358 \text{ Н}$$

$$F = P + (m_{кл} \times g) = 1341,358 + (15 \times 9,81) = 1478,51 \text{ Н}$$

$$A_c = \frac{\pi \times d_{ш}^2}{4} - \frac{\pi \times d_p^2}{4} = \frac{3,14 \times 6^2}{4} - \frac{3,14 \times 3^2}{4} = 21,195 \text{ мм}^2$$

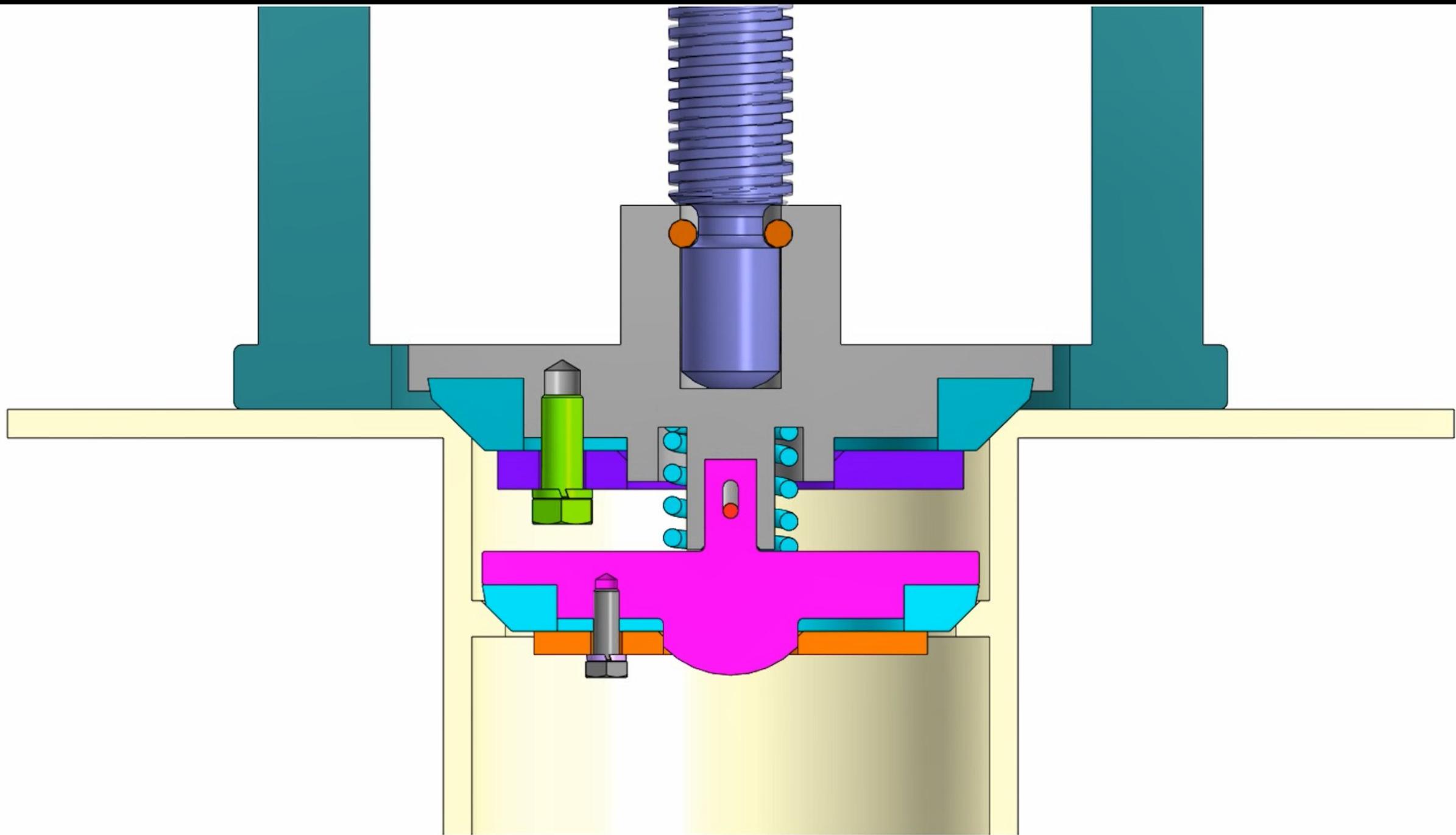
$$\tau_c = \frac{F}{A_c} = \frac{1488,51}{21,195} = 69,757 \text{ МПа}$$

$$\sigma_{см} = \frac{F}{b_{min} \times d_{ш}} = \frac{1478,51}{3,5 \times 6} = 70,405 \text{ МПа}$$

Рисунок 9 – Схема действия на штифт
внешних сил сдвига и смятия

(При срезе)
 $69,757 \text{ МПа} \leq 85 \text{ МПа}$

(При смятии)
 $70,405 \text{ МПа} \leq 120,05 \text{ МПа}$



Прочностной анализ конструкции

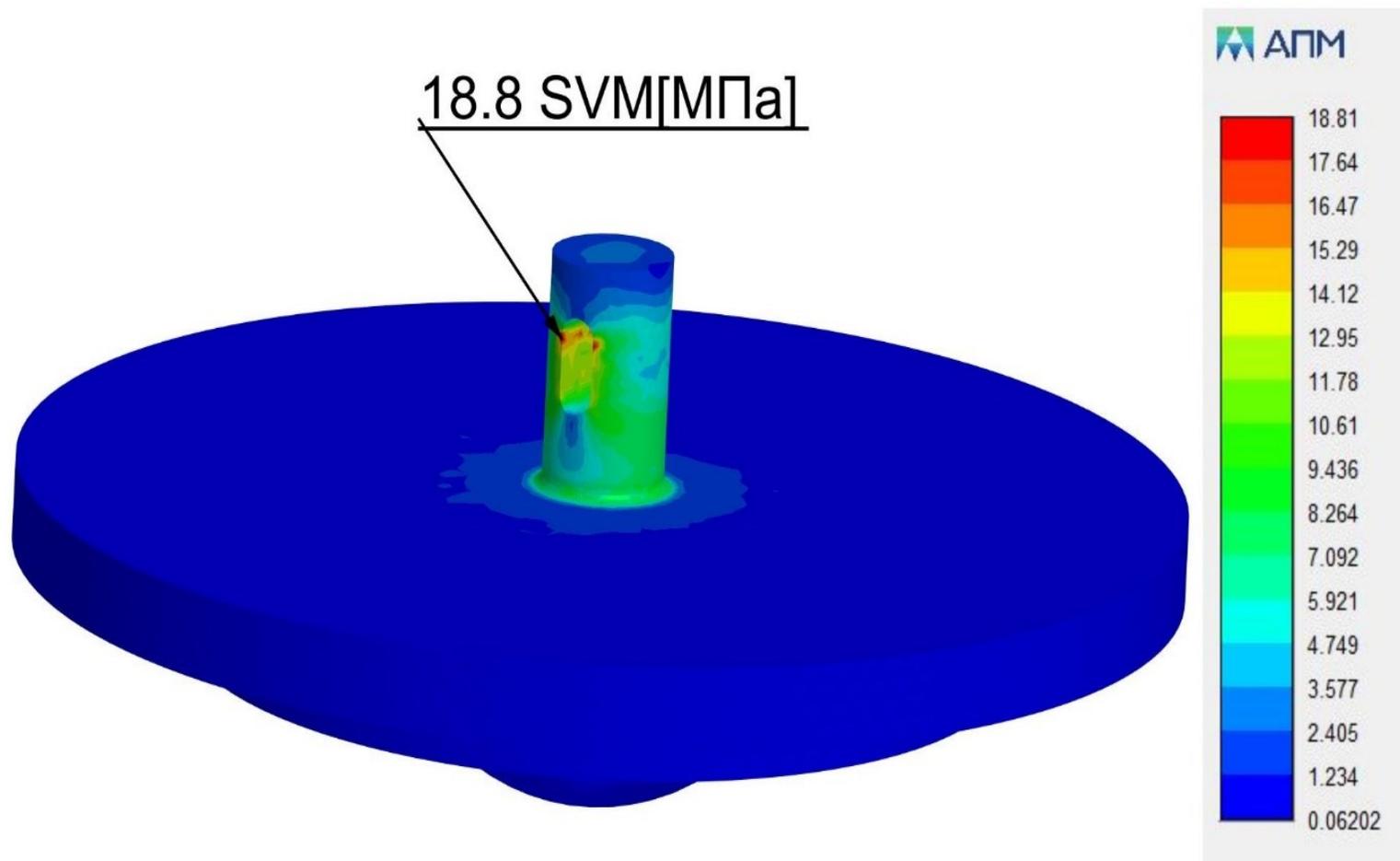


Рисунок 10 – Анализ напряжений во втором клапане

Истечение жидкости

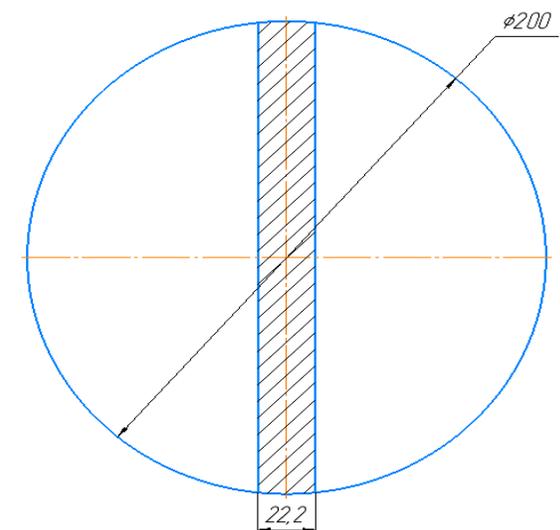


Рисунок 11 – Схема проходного сечения конструкции с дисковым затвором

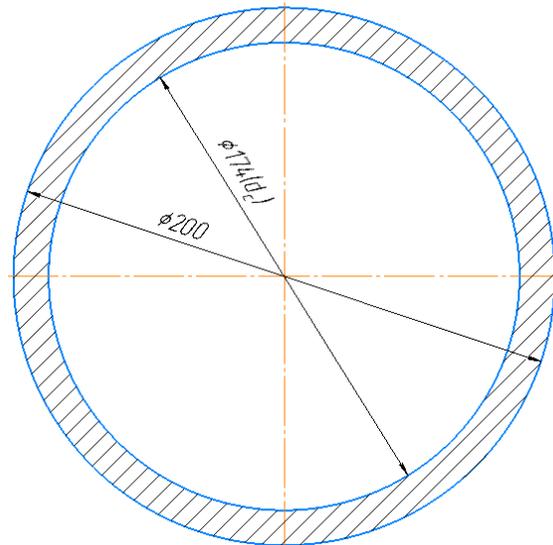


Рисунок 12 – Схема проходного сечения предлагаемой конструкции в зоне седла второго клапана

$$S_0 = \frac{\pi \times d^2}{4} - (b \times d) = \frac{3,14 \times 0,2^2}{4} - (0,0222 \times 0,2) = 0,025 \text{ м}^2$$

$$S'_0 = \frac{\pi \times d_c^2}{4} = \frac{3,14 \times 0,174^2}{4} = 0,0238 \text{ м}^2$$

$$t = \frac{4 \times l \times D \times \sqrt{D}}{3 \times \mu \times S_0 \times \sqrt{2 \times g}}$$

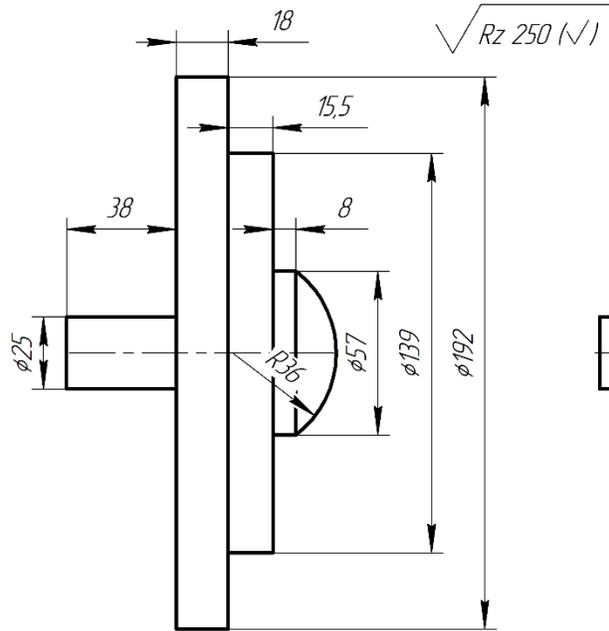
$$t = \frac{4 \times 11,258 \times 3 \times \sqrt{3}}{3 \times 0,64 \times 0,025 \times \sqrt{2 \times 9,81}} = 1100,56 \text{ с}$$

$$t' = \frac{4 \times 11,258 \times 3 \times \sqrt{3}}{3 \times 0,64 \times 0,0238 \times \sqrt{2 \times 9,81}} = 1156,05 \text{ с}$$

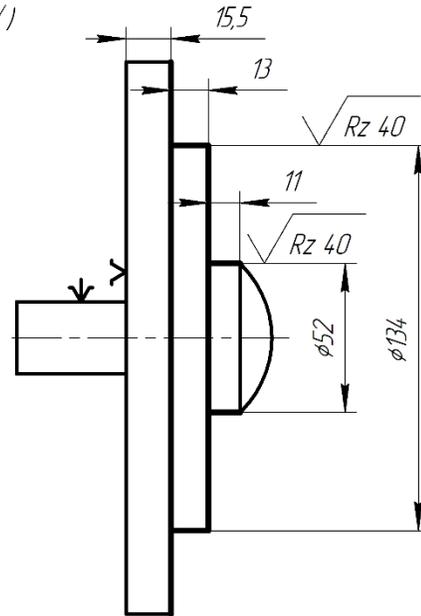
$$\Delta = 1 - \frac{t}{t'} = 1 - \frac{1100,56}{1156,05} = 4,7\%$$

Технология изготовления

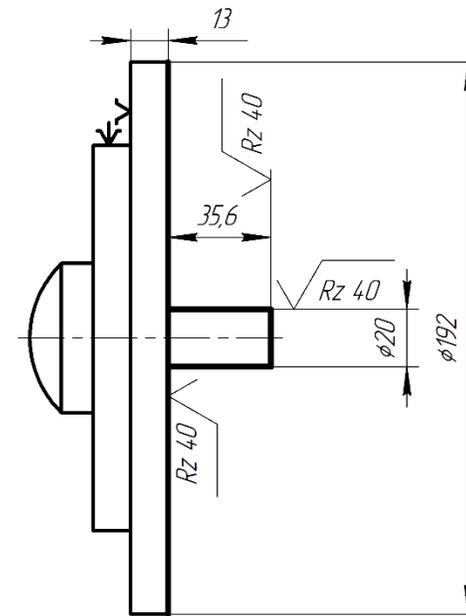
005 – Заготовительная



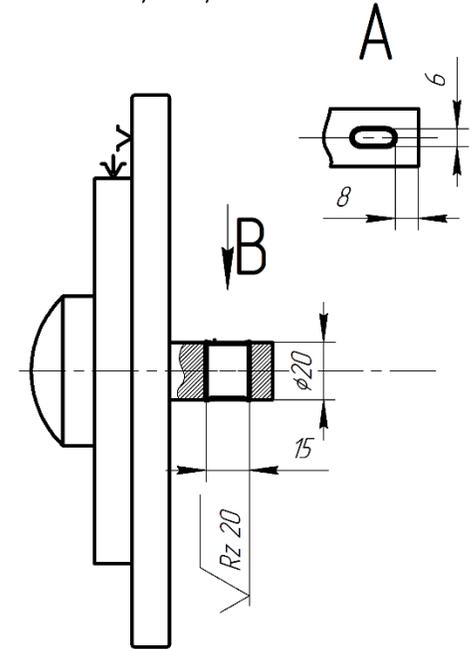
010 – Токарная



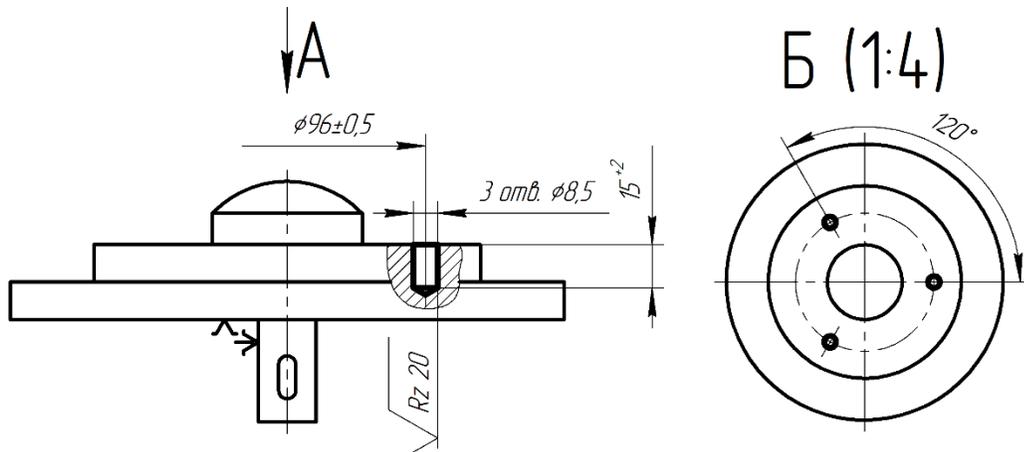
015 – Токарная



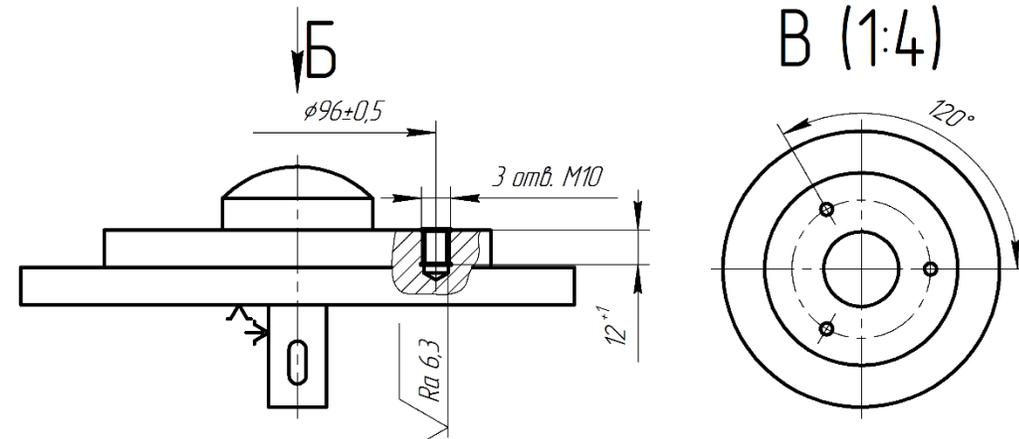
020 – Фрезерная



025 – Сверлильная



030 – Нарезание резьбы



Экономический эффект от модернизации конструкции

Показатели	До модернизации	После модернизации
Годовые расходы на устранение неисправности «остаток в стакане» и «сверхнормативного остатка в цистерне», руб.	16161000	8080500
Потеря нефтепродуктов в год от остатка в стакане сливного прибора, л	495	0
Потеря нефтепродуктов в год от остатка в стакане сливного прибора, руб.	26235	0

$$\mathcal{E}_{\text{год}} = (\mathcal{E}P_1 - \mathcal{E}P_2) + (M_1 - M_2) = (16161000 - 8080500) + (26235 - 0) = 8106,74 \text{ тыс. руб.}$$

$$C_{\text{мод}} = \text{ФОТ} + \mathcal{E}_{\text{соц}} + (C_{\text{кл}} \times N_{\text{цис}}) = 78069,56 + 23733,15 + (14912 \times 500) = 7557,81 \text{ тыс. руб.}$$

$$\mathcal{E}_{\Delta\text{год}} = \mathcal{E}_{\text{год}} - C_{\text{мод}} = 8106,74 - 7557,81 = 548932,29 \text{ руб}$$

Безопасность и экологичность

1. Инструкция по безопасности работ при обслуживании вагонов-цистерн на промывочно-пропарочной станции;
2. Безопасность перевозки нефтепродуктов в цистернах;
3. Хранение и утилизация резинотехнических отходов

СПАСИБО ЗА ВНИМАНИЕ!