

**МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФГБОУ ВО Ульяновский ГАУ**

**ИНЖЕНЕРНЫЙ ФАКУЛЬТЕТ
Кафедра «Материаловедение и технология машиностроения»**

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА БАКАЛАВРА

**Разработка технологии ремонта форсунок дизельных
двигателей автомобилей**

20.529.73

Выполнил дипломник : Уткин И.В.

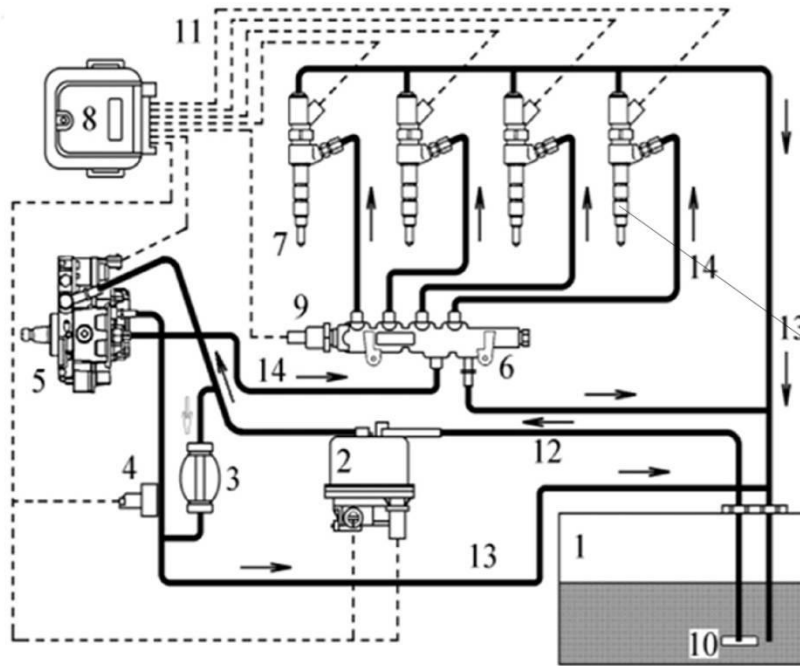
Руководитель: к.т.н., доцент Яковлев С.А.

Целью данной работы является разработка технологии ремонта форсунок дизельных двигателей автомобилей.

Задачи работы:

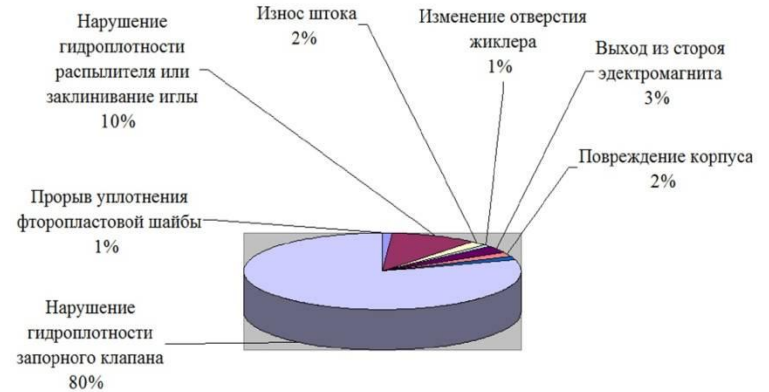
- 1 Провести анализ особенностей устройства и работы форсунок дизельных двигателей автомобилей.
- 2 Разработать технологию ремонта форсунок дизельных двигателей автомобилей.
- 3 Спроектировать стенд для восстановления шарикового клапана форсунки.
- 4 Провести оценку безопасности и экологичности работы.
- 5 Рассчитать технико-экономические показатели предлагаемых инженерных решений.

Система питания дизельного двигателя

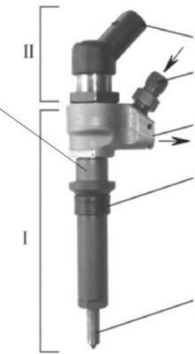


1 – топливный бак; 2 – фильтр тонкой очистки с электроподогревом дизельного топлива; 3 – насос ручной подкачки топлива; 4 – датчик температуры топлива; 5 – топливный насос высокого давления со встроенным подкачивающим насосом и регулятором расхода топлива; 6 – топливораспределительная рампa со встроенным клапаном предельного давления; 7 – форсунки с пьезоэлементами; 8 – бортовой компьютер; 9 – датчик давления топлива в рампе; 10 – фильтр предварительной очистки топлива; 11 – электрические цепи; 12 – топливные магистрали низкого давления; 13 – возвратные топливные магистрали; 14 – топливные магистрали высокого давления (135 МПа)

Основные неисправности форсунок



Устройство форсунки

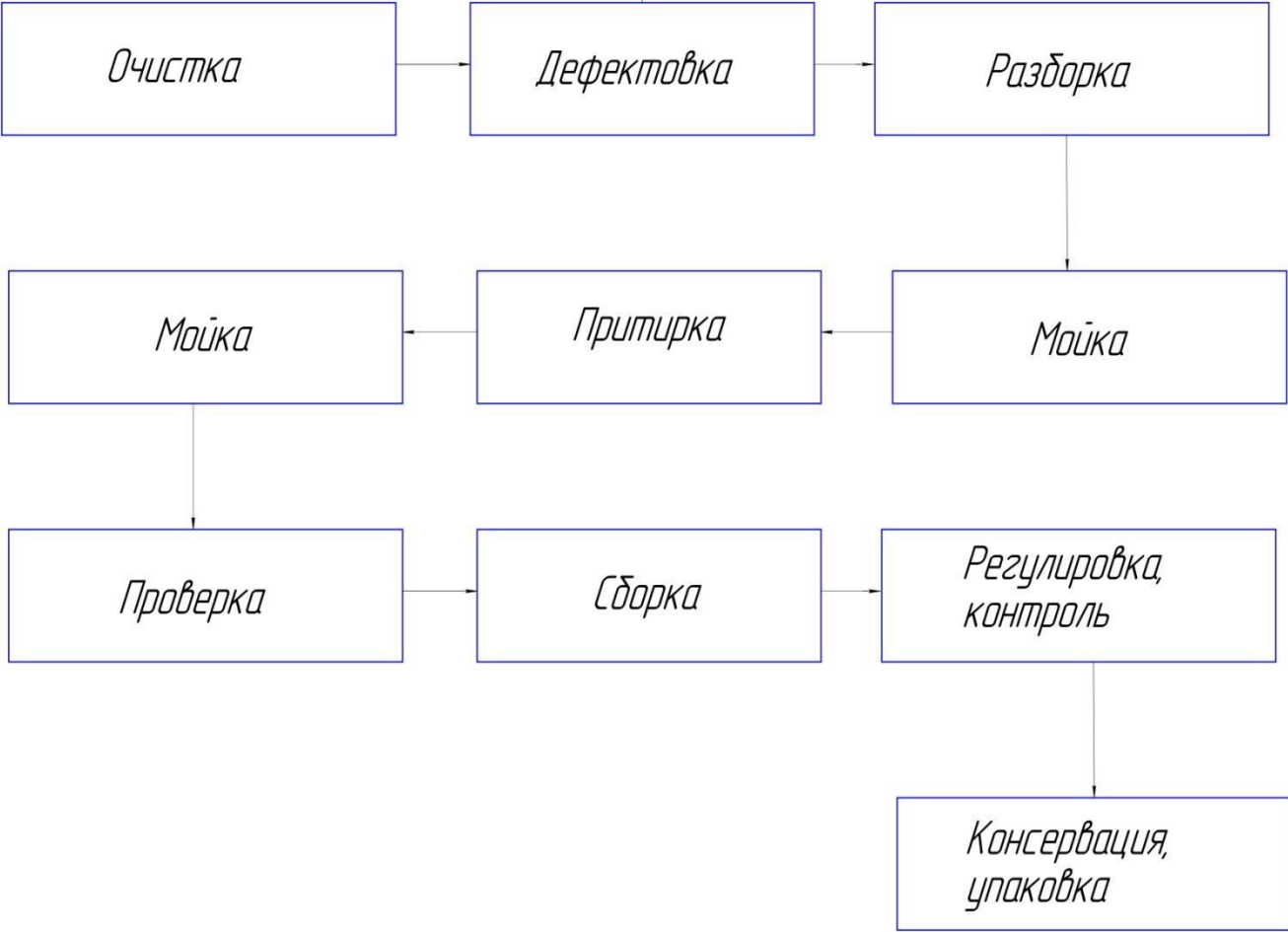


I – механическая часть; II – электрическая часть; 1 – распылитель; 2 – уплотнительное кольцо; 3 – к возвратной топливной магистрали; 4 – штуцер магистрали высокого давления; 5 – электрический разъем (к управляющему сигналу компьютера)

					20.529.73.00.00.00		
Имя	Иван	Иван	Иван	Иван	Иван	Иван	Иван
Фамилия	Иванов	Иванов	Иванов	Иванов	Иванов	Иванов	Иванов
Группа	Мехатроника	Мехатроника	Мехатроника	Мехатроника	Мехатроника	Мехатроника	Мехатроника
Курс	1	1	1	1	1	1	1
Семестр	1	1	1	1	1	1	1
Дата	20.05.2024	20.05.2024	20.05.2024	20.05.2024	20.05.2024	20.05.2024	20.05.2024
Схема системы питания Common Rail дизельного двигателя					Лист	Масштаб	Минимум
					1/1		
					Лист	Листов	1
					УлГАУ		
					кафедра М и ТМ		
					Формат А1		

Склад металлолома

Увеличенная величина цикловой подачи и расхода топлива



Лист 1 из 1

				20529.73.00.00.00			
Изм.	Лист	№ докум.	Дата	Конт.	Предлагаемый маршрут		
Рисунки	Страницы	Файлы	ремонта форсунки				Лист
Контур					Ул. АУ		
Исполн.	Исполн.	Исполн.	кафедра М и ТМ				Формат А1
Инст.	Инст.	Инст.					

20.529.73.00.00.00

		Маршрутная карта				Инжектор дизельного двигателя				Литер						
Изделие		Деталь														
Наименование, марка	Код	Код по ГОСТ	Масса изделия	Код и вид	Профиль и размеры	Кол-во дет.	Масса	ЕЗ, млрд	Норма расхода	Класс	Единица					
Инжектор BOSCH	0445 110 069	1	0,65	Седло	№9-22	1	0,03	паста	0,002 гр/шт							
№ п.з.	Идентификационный номер детали	Наименование и содержание операции	Оборудование (код, наименование, инвентарный номер)	Приспособление и инструмент (код, наименование)	Средства защиты	Инструмент	Средства защиты	Средства защиты	Средства защиты	Средства защиты	Средства защиты	Средства защиты	Средства защиты	Средства защиты	Средства защиты	Т.шт.
	005	Очистительная														0,008
		Провести грубую очистку инжектора в ванне	Ванна для мойки	Верстак слесарный	Мач	4	1	Хол/Рас	4							0,033
	010	Дифференциальная														0,008
		Провести испытание инжектора на стенде	Стенд BOSCH EPS-100	Стол монтажный, набор гаечных ключей	Слес	4	1	Хол/Рас	4							0,16
	015	Разборочная														0,008
		Разобрать инжектор с помощью монтажного приспособления	Монтажное приспособление	Стол монтажный, набор гаечных ключей	Слес	4	1	Хол/Рас	4							0,33
	020	Масочная														0,008
		Очистить детали инжектора в ультразвуковой ванне	Установка для мойки 43-4227	Верстак слесарный, контейнер для мелких деталей	Мач	4	1	Хол/Рас	4							0,166
	025	Ремонтная														0,008
		Протереть рабочую поверхность седла клапана на стенде	Стенд для восстановления седла клапана	Стол монтажный, прибор с эл.двигателем, наконечник, абразив	Прит	4	1	Хол/Рас	4							0,26
	030	Масочная														0,008
		Очистить седло в ультразвуковой ванне	Установка для мойки 43-4227	Верстак слесарный	Мач	4	1	Хол/Рас	4							0,166
	035	Проверочная														0,008
		Проверить герметичность седла на стенде	Стенд BOSCH EPS-100	Стол монтажный, набор гаечных ключей	Слес	4	1	Хол/Рас	4							0,33
	040	Оборочная														0,008
		Собрать инжектор с помощью монтажного приспособления	Монтажное приспособление	Стол монтажный, набор гаечных ключей	Слес	4	1	Хол/Рас	4							0,33
	045	Регулировочная														0,008
		Провести регулировку инжектора	Стенд BOSCH EPS-100	Стол монтажный, набор гаечных ключей	Слес	4	1	Хол/Рас	4							0,16
	050	Консервационная														0,008
		Закрыть отверстия защитными колпачками	Монтажное приспособление	Стол монтажный, набор гаечных ключей	Слес	4	1	Хол/Рас	4							0,033

20.529.73.00.00.00
 20.529.73.00.00.00
 20.529.73.00.00.00

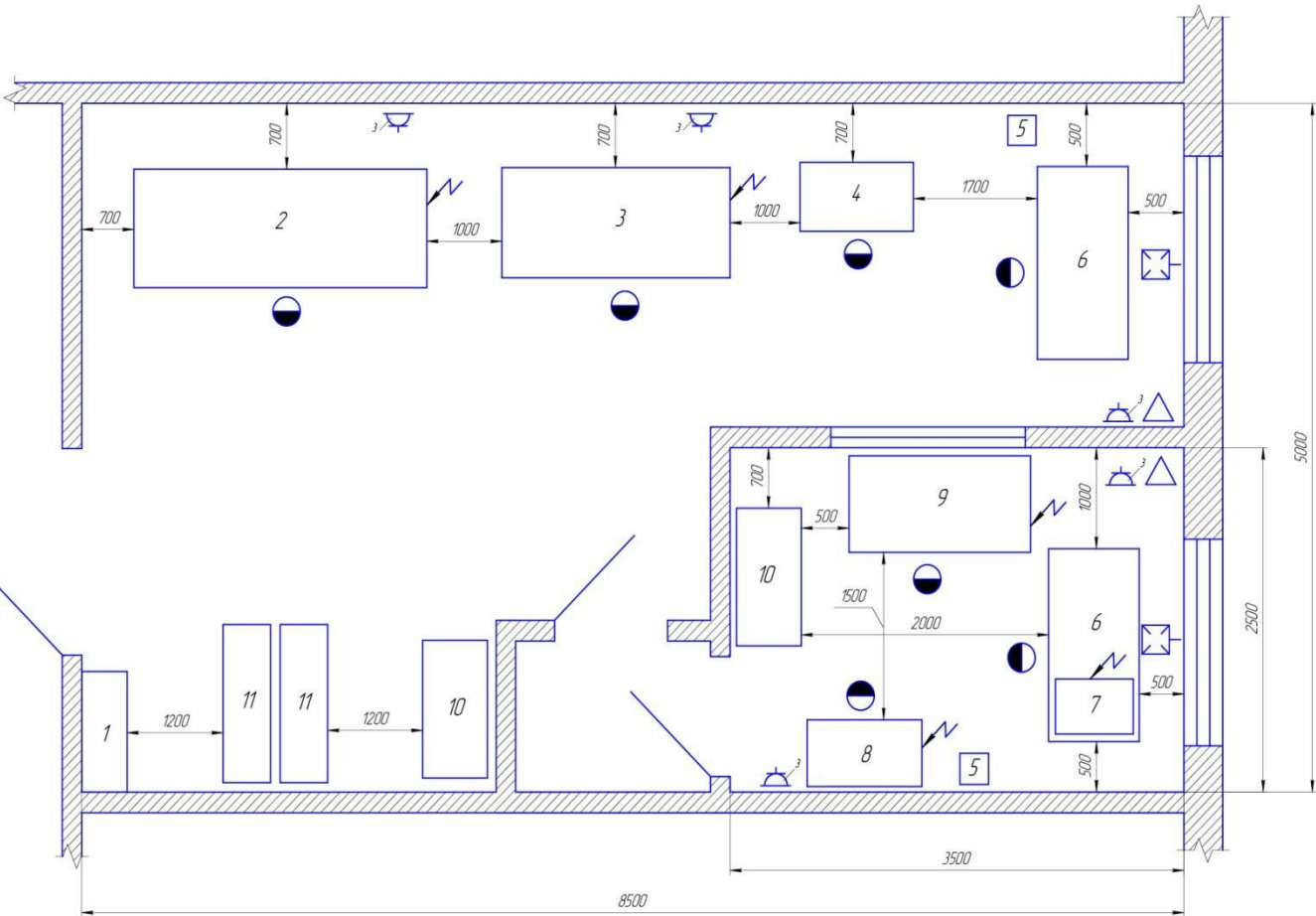
20.529.73.00.00.00






Исполн.	М. Давыд	В. Давыд	В. Давыд	В. Давыд	В. Давыд	В. Давыд	В. Давыд	В. Давыд	В. Давыд	В. Давыд	В. Давыд	В. Давыд	В. Давыд	В. Давыд	В. Давыд	В. Давыд	В. Давыд	В. Давыд
Провер.	В. Давыд	В. Давыд	В. Давыд	В. Давыд	В. Давыд	В. Давыд	В. Давыд	В. Давыд	В. Давыд	В. Давыд	В. Давыд	В. Давыд	В. Давыд	В. Давыд	В. Давыд	В. Давыд	В. Давыд	В. Давыд
Утверд.	В. Давыд	В. Давыд	В. Давыд	В. Давыд	В. Давыд	В. Давыд	В. Давыд	В. Давыд	В. Давыд	В. Давыд	В. Давыд	В. Давыд	В. Давыд	В. Давыд	В. Давыд	В. Давыд	В. Давыд	В. Давыд

Технология восстановления инжектора дизельного двигателя

Уч. АУ
кадрового М. и ТМ

Лист № 1
 Страница № 1
 Вид: общий
 Масштаб: 1:1
 Дата: 2024.08.01
 Автор: И.И. Иванов
 Проверил: П.П. Петров
 Утвердил: С.С. Сидоров



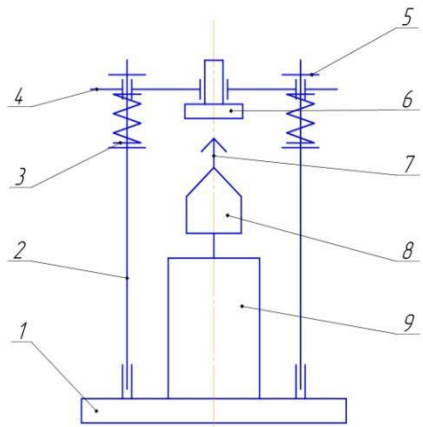
-  - розетка трехфазного переменного тока
-  - рабочее место
-  - потребитель электроэнергии
-  - подвод сжатого воздуха
-  - местный вентиляционный отсос

Позиция	Наименование оборудования	Площадь, м ²
1	Пожарный щит	0,3
2	Стенд для испытания и настройки дизельного ТНВД BOSCH EPS-815	1,94
3	Стенд для испытания и настройки дизельного ТНВД ДД 10-04	1,4
4	Ванна моечная	0,78
5	Ларь для абразивного материала	0,25
6	Верстак слесарный	1,96
7	Стенд для восстановления седла коопана	0,24
8	Ультразвуковая установка для мойки	0,78
9	Стенд для проверки форсунок BOSCH EPS-100	0,98
10	Шкаф для инструментов	1,0
11	Стеллаж секционный	1,53

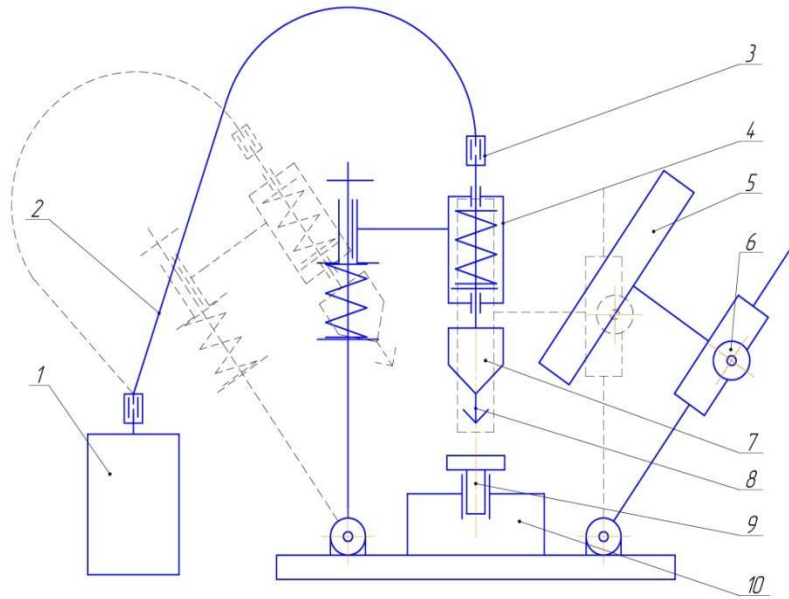
20529.73.00.00.00

Изм.	Лист	№ докум.	Дата	Конт.	Планировка участка ремонта топливной аппаратуры	Лист	№	Место	Масштаб
Разработ.	Страниц	Исполн.	Исполн.	Исполн.		125			
Провер.	Файлов					Лист	3	Листов	9
Исполн.	Исполн.	Исполн.	Исполн.	Исполн.		Ул. АУ кафедра М и ТМ Формат А1			

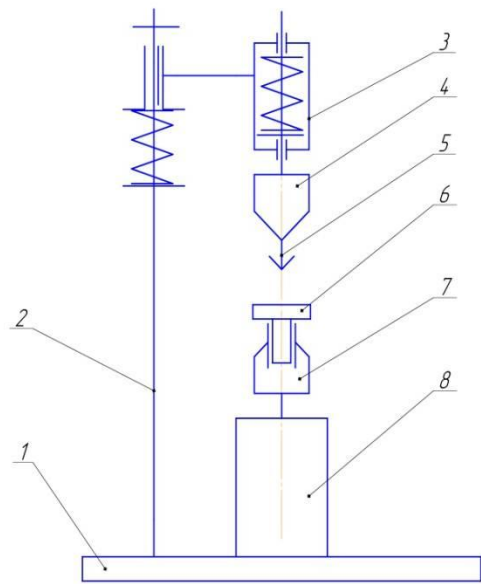
Копировал



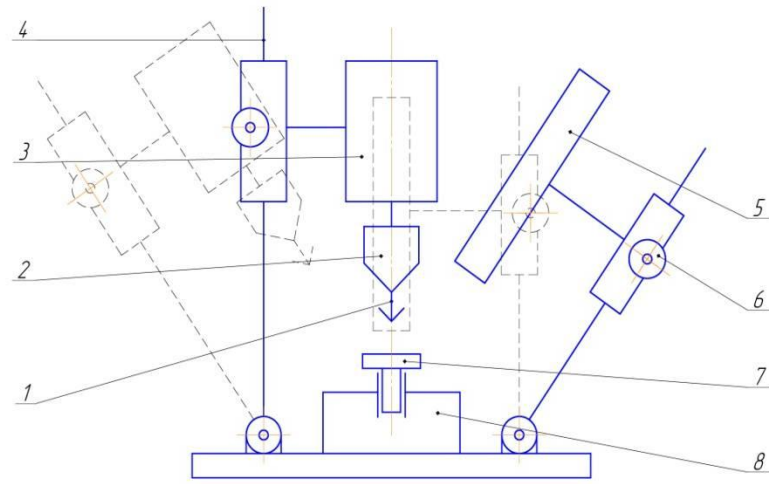
CB-211 (ОАО "МолАЗ", Россия)
 1-станина, 2-стойка, 3-пружина, 4-прижим,
 5-ограничитель, 6-обрабатываемый клапан,
 7-притир, 8-патрон притира, 9-электромотор



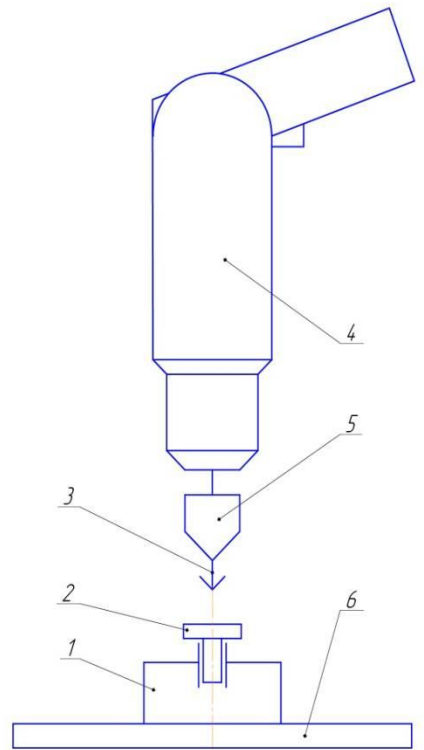
УМ-106 З (ООО "Бонус", Россия)
 1-электромотор, 2-трос привода, 3-муфта соединительная, 4-демпфер,
 5-оптический микроскоп, 6-регулировка микроскопа, 7-патрон притира,
 8-притир, 9-обрабатываемый клапан, 10-оправка



DSS 100 (Rabbati, Италия)
 1-станина, 2-стойка, 3-стойкадемпфер, 4-патрон притира,
 5-притир, 6-обрабатываемый клапан, 7-патрон цанговыи,
 8-электромотор



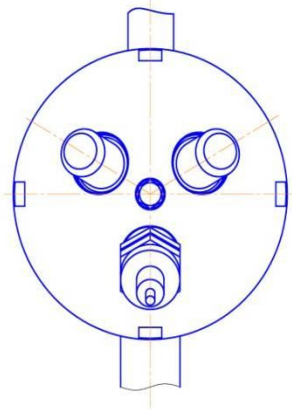
УМ-110 М (ООО "Бонус", Россия)
 1-притир, 2-патрон притира, 3-электромотор, 4-стойка, 5-оптический
 микроскоп, 6-регулировка микроскопа, 7-обрабатываемый клапан, 8-оправка



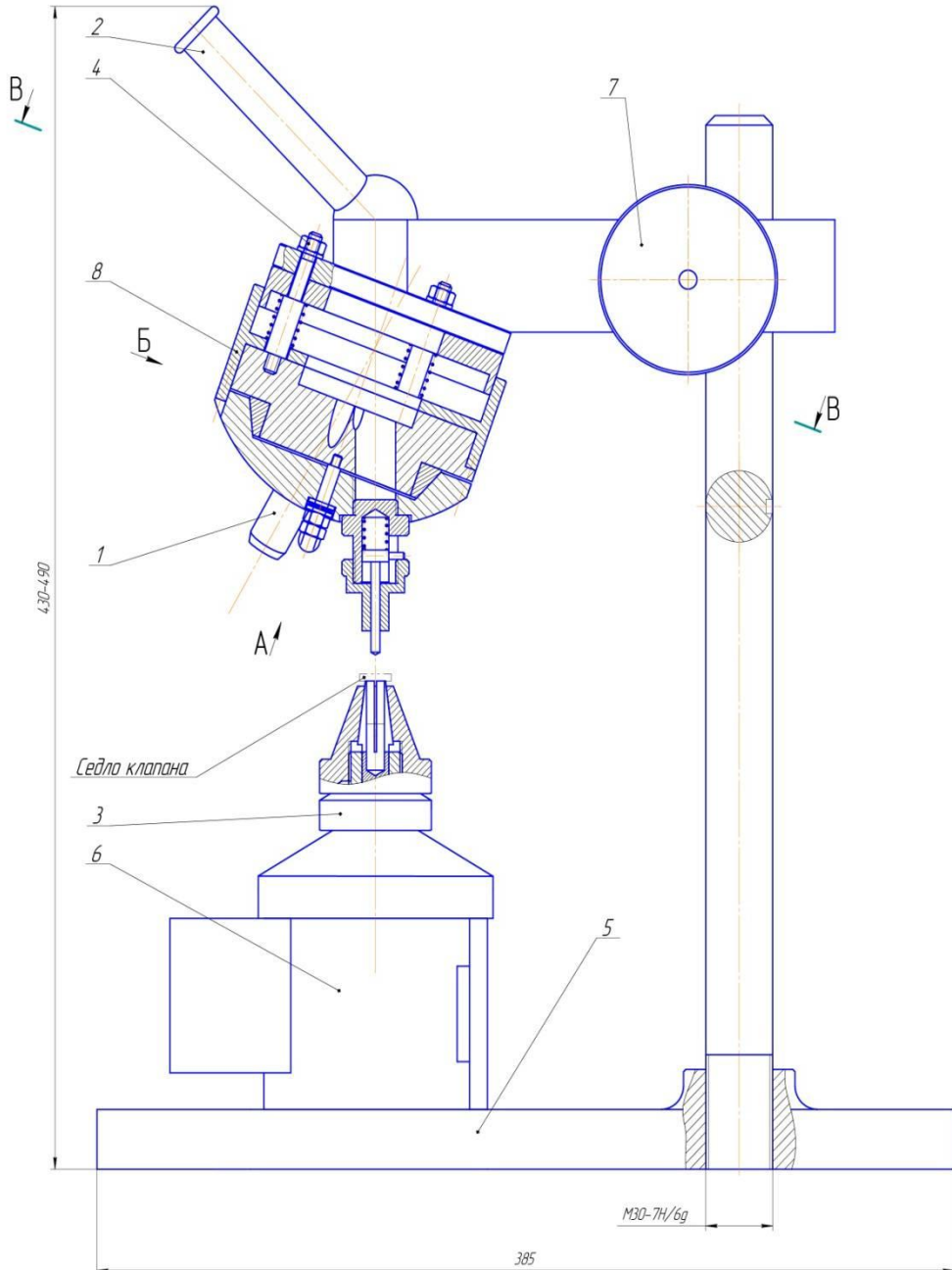
Ручной способ:
 1-оправка, 2-обрабатываемый клапан, 3-притир,
 4- ручная электродрель, 5-патрон притира,
 6-станина

				2052973.00.00.00			
Изм.	Лист	М. Дата	Лист	Кол.	Существующие аналоги стандарта для	Лист	Место
Рисунки	Страницы	Варианты	Варианты	Варианты	восстановления седла клапана	4	Листов 9
Исполнитель	Утвержден	Исполнитель	Утвержден	Исполнитель	Учредитель	Учредитель	Учредитель
Место	Место	Место	Место	Место	Учредитель	Учредитель	Учредитель
				Каждый А1			

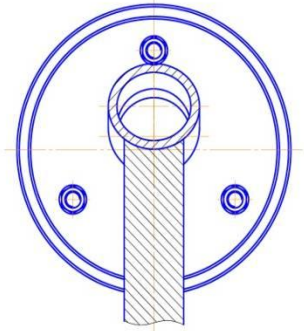
A (1:1)



Б (1:1)



B-B



Техническая характеристика

- | | |
|---|-------------|
| 1. Тип стенда | станционный |
| 2. Мощность электродвигателя, кВт | - 0,32 |
| 3. Частота вращения электродвигателя, мин ⁻¹ | 2640 |
| 4. Напряжение питания, В | 220 |
| 5. Вид патрона | цанговый |
| 6. Масса стенда, кг | - 8 |
| 7. Количество оптических насадок, шт | - 2 |
| 8. Габаритные размеры установки, мм | |
| - длина | - 385 |
| - ширина | - 360 |
| - высота | - 490 |

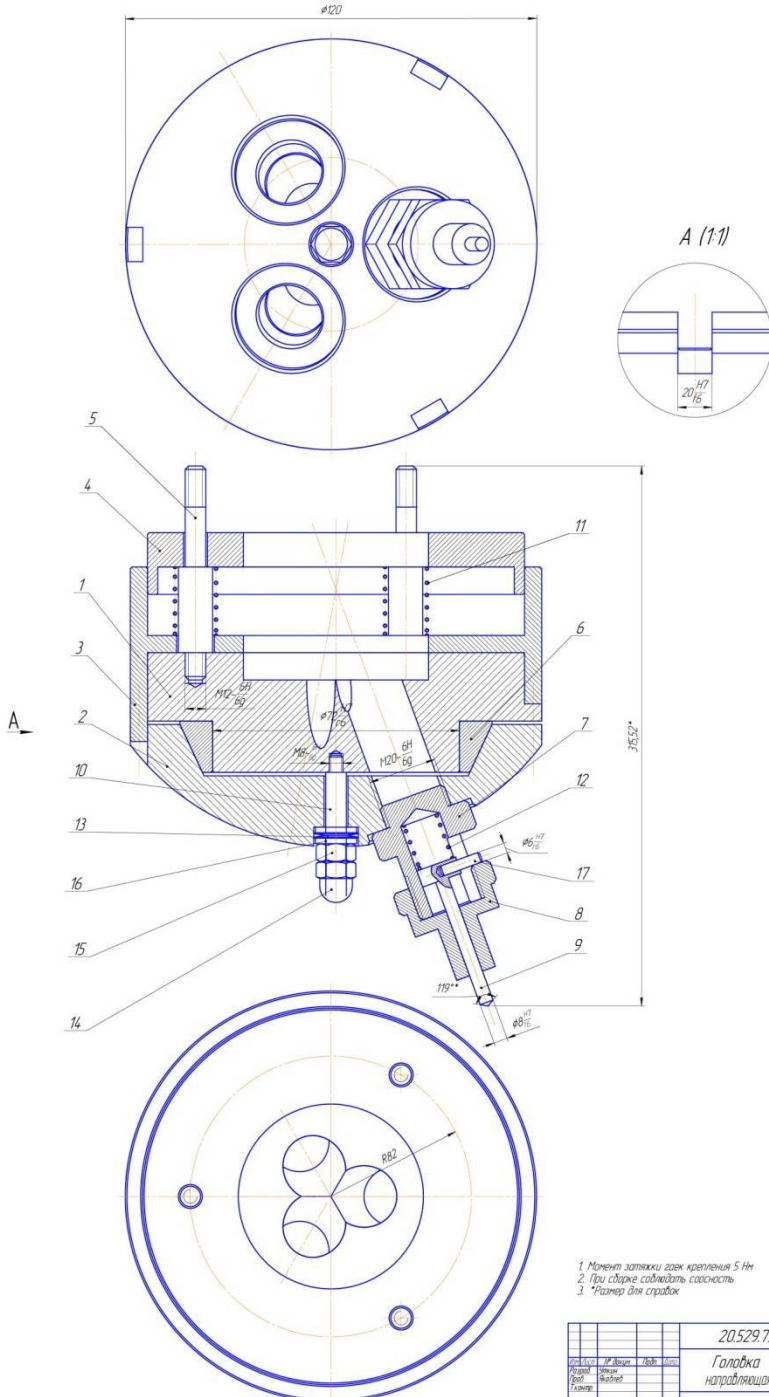
Технические требования

9. *Размеры для справок
10. Покрытие-эмаль голубого цвета ПФ-115 ГОСТ 6465-86 по грунтушке ПФ-020 ГОСТ 18186-88.
11. Момент затяжки болтов М6 одеспечить не менее, Н м - 12
12. Момент затяжки цангового патрона не менее, Н м - 18
13. Момент затяжки резьбы М30 одеспечить не менее, Н м - 30

20.529.73.01.00.00 В0

Изм.	Лист	№ докум.	Дата	Кол.	Стенд для восстановления седла клапана	Лист	Масса	Весовая
	1					11		
Исполн.	Исполн.	Исполн.	Исполн.	Исполн.	Улг АУ	9		
Контр.	Контр.	Контр.	Контр.	Контр.	Кафедра М и ТМ			
Инж.	Инж.	Инж.	Инж.	Инж.	Формат А1			

Лист 11 из 11
 Стенд для восстановления седла клапана
 Улг АУ
 Кафедра М и ТМ
 Формат А1

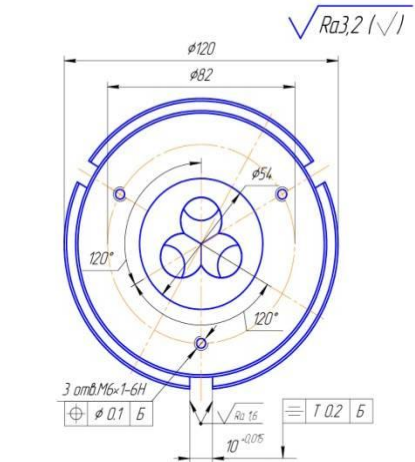
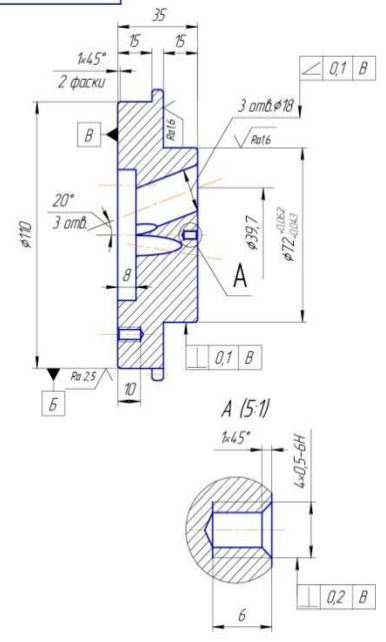


- 1 Момент затяжки гаек крепления 5 Нм
- 2 При сборке соблюдать чистоту
- 3 *Размер для справок

Исполн.	Провер.	Соглас.	Соглас.

20.529.73.0108.00.05				Лист	Извест.	Изменен
Головка				21		
направляющая				Лист	в 1 листе	9
Сил А9						
Корпуса М и ТМ						
Спецификация						

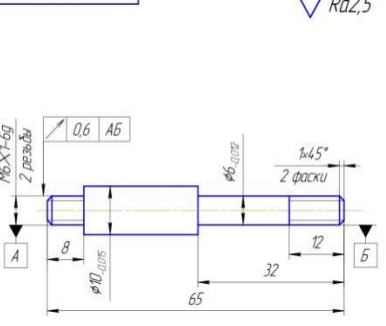
20529.73.0108.01



- 34...42 HRC
- Неуказанные предельные отклонения для отверстий H14, для валов h14, для остальных $\pm IT14/2$
- Неуказанные фаски 0,6 мм

				20529.73.0108.01		
				Обойма опорная		
Лист	Масса	Масштаб				
1	0,2	1:1				
Стандарт			Улг АУ			
Корпус			Коридра М и ТМ			
120 ГОСТ 2590-2006			45 ГОСТ 1050-2013			
Корпус			Коридра			
Материал			Сортмент А3			
Спецификация						

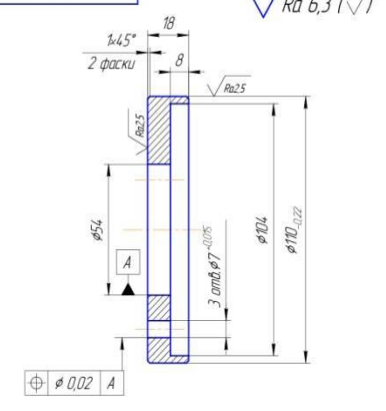
20529.73.0108.05



- 34...42 HRC
- Неуказанные предельные отклонения для отверстий H11 для валов h11, для остальных $\pm IT11/2$

				20529.73.0108.05		
				Шпилька		
Лист	Масса	Масштаб				
1	0,05	2:1				
Стандарт			Улг АУ			
Корпус			Коридра М и ТМ			
15 ГОСТ 2590-2006			45 ГОСТ 1050-2013			
Корпус			Коридра			
Материал			Сортмент А4			
Спецификация						

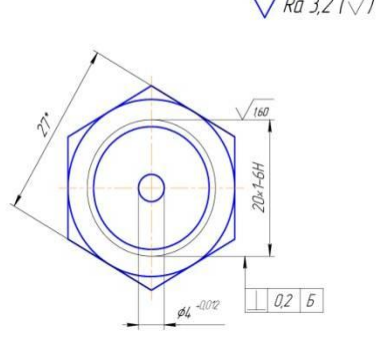
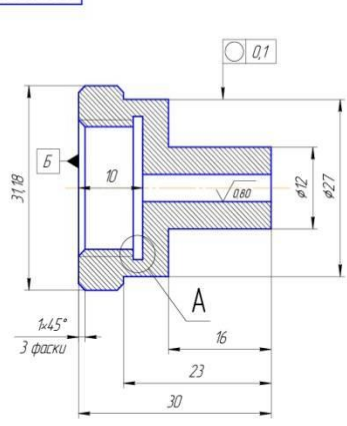
20529.73.0108.04



- 34...42 HRC
- Неуказанные предельные отклонения для отверстий H14, для валов h14, для остальных $\pm IT14/2$
- Неуказанные радиусы R 1 мм max

				20529.73.0108.04		
				Крышка		
Лист	Масса	Масштаб				
1	0,05	1:1				
Стандарт			Улг АУ			
Корпус			Коридра М и ТМ			
15 ГОСТ 2590-2006			45 ГОСТ 1050-2013			
Корпус			Коридра			
Материал			Сортмент А4			
Спецификация						

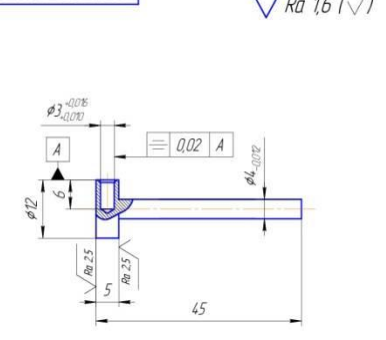
20529.73.0108.08



- 34...42 HRC
- Неуказанные предельные отклонения для отверстий H14, для валов h14, для остальных $\pm IT14/2$
- Острые кромки притупить R 0,2
- *Размер для справок

				20529.73.0108.08		
				Втулка направляющая		
Лист	Масса	Масштаб				
1	0,03	2,5:1				
Стандарт			Улг АУ			
Шестигранный корпус			Коридра М и ТМ			
27 ГОСТ 8560-78			45 ГОСТ 1050-2013			
Шестигранный корпус			Коридра			
Материал			Сортмент А3			
Спецификация						

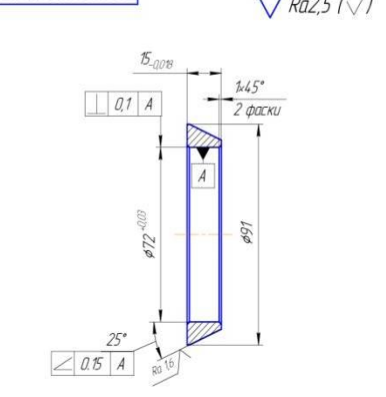
20529.73.0108.09



- 34...42 HRC
- Неуказанные фаски 1:4.5°
- Неуказанные предельные отклонения для отверстий H12, для валов h12, для остальных $\pm IT12/2$

				20529.73.0108.09		
				Притуп		
Лист	Масса	Масштаб				
1	0,02	2:1				
Стандарт			Улг АУ			
Корпус			Коридра М и ТМ			
15 ГОСТ 2590-2006			45 ГОСТ 1050-2013			
Корпус			Коридра			
Материал			Сортмент А4			
Спецификация						

20529.73.0108.06



- Неуказанные предельные отклонения для отверстий H14, для валов h14, для остальных $\pm IT14/2$
- Неуказанные фаски 0,6 мм

				20529.73.0108.06		
				Подшипник		
Лист	Масса	Масштаб				
1	0,05	1:1				
Стандарт			Улг АУ			
Браш9-4 корпус			Коридра М и ТМ			
493-79			Коридра			
Материал			Сортмент А4			
Спецификация						

<i>№</i>	<i>Наименование</i>	<i>Значение показателя</i>
1	<i>Объем капитальных вложений, руб.</i>	22496,62
2	<i>Приведенные затраты при использовании предлагаемого стенда, руб/год</i>	79900,95
3	<i>Приведенные затраты при использовании существующих технологий, руб/год</i>	102354,75
4	<i>Снижение себестоимости восстановления седла, %</i>	21,9
5	<i>Годовой экономический эффект, руб.</i>	22453,8
6	<i>Срок окупаемости проекта, лет</i>	1

ОБЩИЕ ВЫВОДЫ

1. Анализ систем питания дизельных двигателей показал, что нормальная и эффективная работа автомобиля связана с исправностью и безотказностью форсунок. Проведен анализ устройства и принципа работы форсунок Common Rail, определены основные дефекты, которые приводят к отказам. Проведенный анализ технологий ремонта форсунок Common Rail позволил рекомендовать при ремонте притирку седла запорного клапана.

2. Разработан технологический процесс ремонта форсунок дизельных двигателей автомобилей. Определена общая трудоёмкость их ремонта и выбраны режимы работы. Проведен расчёт и подбор ремонтно-технологического оборудования, определено необходимое количество работников. Разработан маршрут восстановления вала форсунок, описана последовательность технологических операций ремонта.

3. На основе проведенного анализа существующих конструкций, спроектирован новый стенд для восстановления седла шарикового клапана форсунки дизельного двигателя. Предлагаемый стенд имеет более простую конструкцию, низкую стоимость по сравнению с аналогичными; малые габаритные размеры, высокую жесткость конструкции и позволяет качественно выполнять восстановление деталей.

4. Разработанные мероприятия по безопасности и экологичности работы и проведенные необходимые расчеты позволяют рекомендовать предлагаемые решения для условий производства.

5. Экономическое обоснование работы показало, что капитальных вложений в ремонт форсунок дизельных двигателей автомобилей в 22496,62 рублей, при годовой программе 300 деталей в год, при всех издержках на проведение работы, годовая экономия составит 22453,8 рублей, что позволит окупить вложения за 1 год, при коэффициенте абсолютной эффективности 0,99.

Спасибо за внимание