

ФГБОУ ВО Казанский государственный аграрный университет

Институт механизации и технического сервиса

Направление: 23.03.03 Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов

Профиль: Автомобили и автомобильное хозяйство

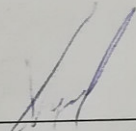
Кафедра: Общественные дисциплины

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА
на соискание квалификации (степени) «бакалавр»

Тема: Проект участка по восстановлению гильз цилиндров двигателя автомобиля КАМАЗ с разработкой приспособления для их крепления

Шифр ВКР 23.03.03. 444.20 ПКГ.00.00.00.ПЗ

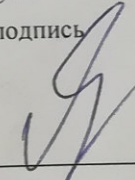
Студент группы Б262-11у



Хусаенов И.Ф.

подпись

Руководитель д.т.н., профессор

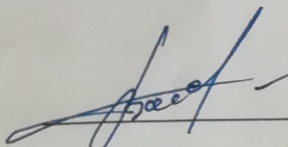


Яхин С.М.

подпись

Обсужден на заседании кафедры и допущен к защите
(протокол № 8 от 05.02.20 2020 г.)

Зав. кафедрой к.т.н., доцент



Пикмуллин Г.В.

подпись

Казань – 2020 г.

АННОТАЦИЯ

к выпускной квалификационной работе Хусаенова И.Ф. на тему «Проект участка по восстановлению гильз цилиндров двигателя автомобиля КАМАЗ с разработкой приспособления для их крепления». Выпускная квалификационная работа состоит из пояснительной записки на _____ листах машинописного текста и графической части на 5 листах формата А1.

Записка состоит из введения, трех разделов, заключения и включает рисунков ____ и ____ таблицы. Список использованной литературы содержит 30 наименований.

В первом разделе дан анализ существующих конструкций приспособления для крепления гильз цилиндров и обоснование необходимости разработки выбранной конструкции.

Во втором разделе разработан участок по восстановлению гильз цилиндров. Проведен расчет производственной программы участка восстановления. Расчёт численности рабочих и основного ремонтно-технологического оборудования. Спроектированы мероприятия по обеспечению условий и безопасности труда на производстве.

В третьем разделе разработано приспособление для крепления гильз цилиндров. Разработана инструкция по безопасности труда слесаря при расточке гильз. Проведены расчеты по экономическому обоснованию приспособления.

В конце приведены общие выводы по выпускной работе.

ABSTRACT

for the final qualifying work Of Khusayenova I. F. on the topic "Project of the site for the restoration of cylinder liners of the KAMAZ car engine with the development of devices for their attachment". The final qualifying work consists of an explanatory note on sheets of typewritten text and a graphic part on 5 sheets of A1 format.

The note consists of an introduction, three sections, and a conclusion, and includes figures __ and __ of the table. The list of references contains 30 titles.

In the first section, the analysis of existing structures for fixing cylinder liners and justification of the need to develop the selected design is given.

In the second section, a section for restoring cylinder liners has been developed. The calculation of the production program of the restoration site was carried out. Calculation of the number of workers and the main repair and technological equipment. Measures are designed to ensure working conditions and safety in the workplace.

In the third section, a device for attaching cylinder liners has been developed. Developed instructions for the safety of a locksmith when boring cartridges. Calculations were made on the economic justification of the device.

At the end, General conclusions on the final work are given.

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	
1 ОБЗОР СУЩЕСТВУЮЩИХ КОНСТРУКЦИЙ ПРИСПОСОБЛЕНИЙ ДЛЯ КРЕПЛЕНИЯ ГИЛЬЗ ЦИЛИНДРОВ И ОБОСНОВАНИЕ НЕОБХОДИМОСТИ РАЗРАБОТКИ ВЫБРАННОЙ КОНСТРУКЦИИ.....	
1.1 Анализ существующих конструкций приспособления для крепления гильз цилиндров	
1.2 Обоснование необходимости разработки конструкции	
2 ПРОЕКТИРОВАНИЕ УЧАСТКА ПО ВОССТАНОВЛЕНИЮ ГИЛЬЗ ЦИЛИНДРОВ	
2.1 Расчет производственной программы участка восстановления	
2.2 Определение годовой трудоемкости участка восстановления.....	
2.3 Выбор режима работы и расчет фондов времени участка	
2.4 Расчёт численности рабочих.....	
2.5 Расчёт числа основного ремонтно-технологического оборудования .	
2.6 Определение производственной площади	
2.7 Обеспечение условий и безопасности труда на производстве.....	
2.8 Физическая культура на производстве	
3 РАЗРАБОТКА КОНСТРУКЦИИ ПРИСПОСОБЛЕНИЯ ДЛЯ КРЕПЛЕНИЯ ГИЛЬЗ ЦИЛИНДРОВ	
3.1 Устройство и принцип работы приспособления для крепления гильз цилиндров	
3.2 Расчёт пневмоцилиндра	
3.3 Расчёт пружины.....	
3.4 Требования безопасности к устройству для наплавки валов	
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ.....	
СПЕЦИФИКАЦИИ.....	
ПРИЛОЖЕНИЯ.....	

ВВЕДЕНИЕ

Подъем производства, и удовлетворение возрастающих потребностей в восстановлении производства и облегчении труда во многом обусловлено комплексной механизацией процессов, надежностью и последовательной интенсификацией производства. Интенсификация производства может быть решена с помощью комплексной механизации ремонтных процессов. Для этого необходимо постоянно создавать новые высокопроизводительные и экономичные приспособления, станды и т.д., а также постоянно обращать внимание на проблемы механизации энергоемких процессов, в частности, расточки гильз цилиндров.

Чтобы создать быстрый, качественный и надежный ремонт с наименьшими эксплуатационными затратами, необходимо создать большое количество различных устройств, обладающих высокой производительностью, надежностью и долговечностью.

Создание таких устройств и организация их производства в сжатые сроки, а также облегчение условий эксплуатации возможны при максимальной унификации конструкций новых деталей с широким использованием стандартных и нормированных узлов и деталей.

Одним из направлений научно-технического прогресса (НТП) в области ремонтного процесса производства является повышение рабочих скоростей устройств. Во время полевых работ задержки не редко бывают из-за выхода из строя техники и запасных частей к ним иногда бывают ненадлежащего качества. В результате через некоторое время это приводит к очередной поломке агрегата и задержке работ. Поэтому нужны приспособления и инструменты для того, чтобы можно было быстро восстанавливать работоспособность агрегатов.

1 ОБЗОР СУЩЕСТВУЮЩИХ КОНСТРУКЦИЙ ПРИСПОСОБЛЕНИЙ ДЛЯ КРЕПЛЕНИЯ ГИЛЬЗ ЦИЛИНДРОВ И ОБОСНОВАНИЕ НЕОБХОДИМОСТИ РАЗРАБОТКИ ВЫБРАННОЙ КОНСТРУКЦИИ

1.1 Анализ существующих конструкций приспособления для крепления гильз цилиндров

Гильзы цилиндров изнашиваются, в основном, в зоне перемещения поршневых колец («зеркала» гильзы). Максимальная величина износа приходится на участок расположения верхнего компрессионного кольца при положении поршня в верхней «мёртвой» точке (ВМТ). Рабочая поверхность цилиндра в поперечном сечении приобретает форму овала с большой осью в плоскости качения шатуна, а по высоте – конус, обращённый вершиной вниз.

Основными неисправностями цилиндров (гильз) являются: износ, царапины и задиры рабочей поверхности, износ и повреждение посадочных поясков, коррозия наружной поверхности.

Износ цилиндров по длине и диаметру происходит в результате трения поршневых колец. Рабочая поверхность цилиндра принимает форму овала и конуса, обращенного вершиной вниз.

При износе цилиндра на величину 0,3 ... 0,35 мм (для большинства двигателей) и увеличения зазора в сопряжении цилиндр-поршень выше допустимого без ремонта цилиндры подвергаются ремонту, а гильзы замене или ремонту.

Одним из способов ремонта цилиндров и гильз является расточка их до ремонтного размера. Нормальные и ремонтные размеры гильз некоторых автотракторных двигателей приведены в таблице 9.

Растачивание цилиндров производится на специальных алмазно-расточных станках различных моделей, в том числе 278Л, 278Н, 2А78Н.

Расточные гильзы подвергаются окончательной обработке хонингованием. Хонингование производится на специальных вертикально-доводочных станках ЗК84, 2М83, ЗГ833, ЗН84.

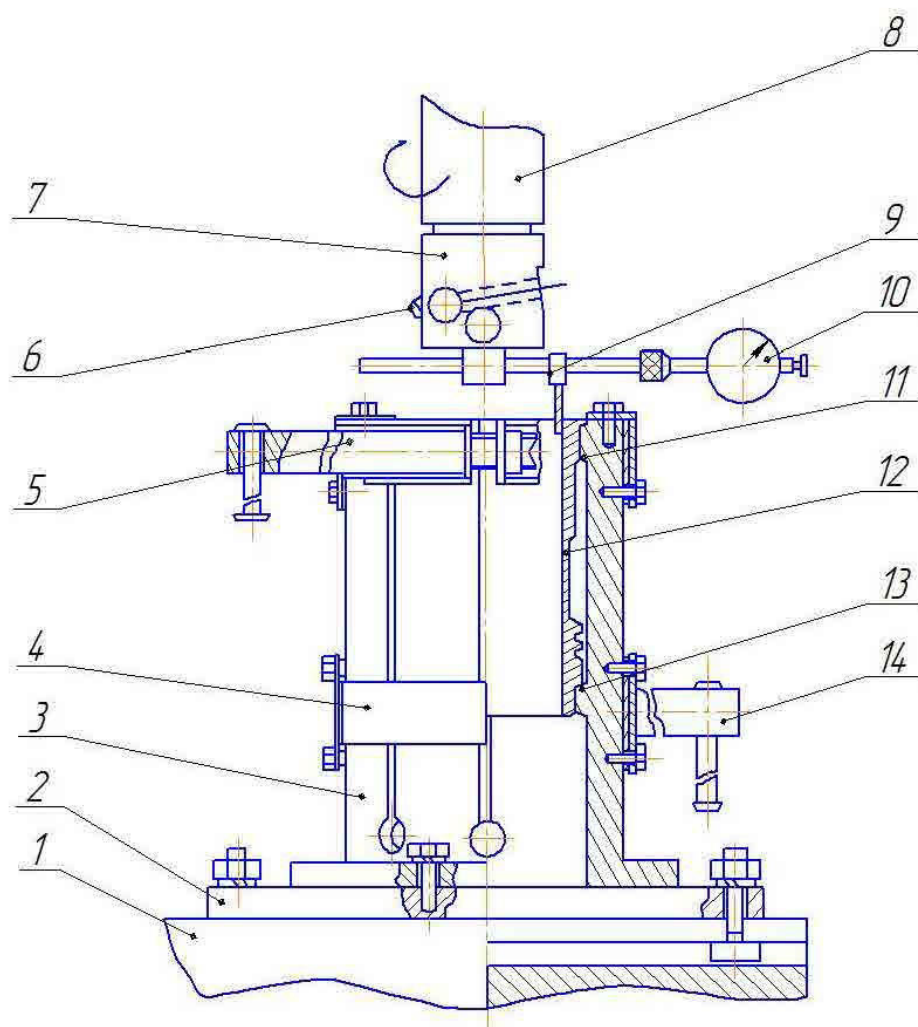
Обработка хонингованием производится абразивными брусками или другими режущими инструментами при одновременном вращательном и возвратно-поступательном движении. Сочетание таких двигателей обеспечивает получение равномерной сетки пересекающихся рисок, причем, одно и то же зерно абразива не повторяет свою траекторию дважды. Такая обработка позволяет получить на рабочей поверхности предпочтительную микрогеометрию шероховатости.

Хонингование ведется при значительно меньших скоростях, чем шлифование, удельное давление также во много раз ниже, что обеспечивает незначительный нагрев поверхности. Деформация поверхности и прижоги отсутствуют. Существуют различные конструкции приспособления для крепления гильз цилиндров, используемые на расточных и хонинговальных станках.

Для установки и закрепления гильзы или цилиндров блока на столе станка применяют различные приспособления. За базу при установке используют посадочные поверхности и верхний торец буртика гильзы.

Изображения существующих конструкции приспособления представлены на листе на первом листе.

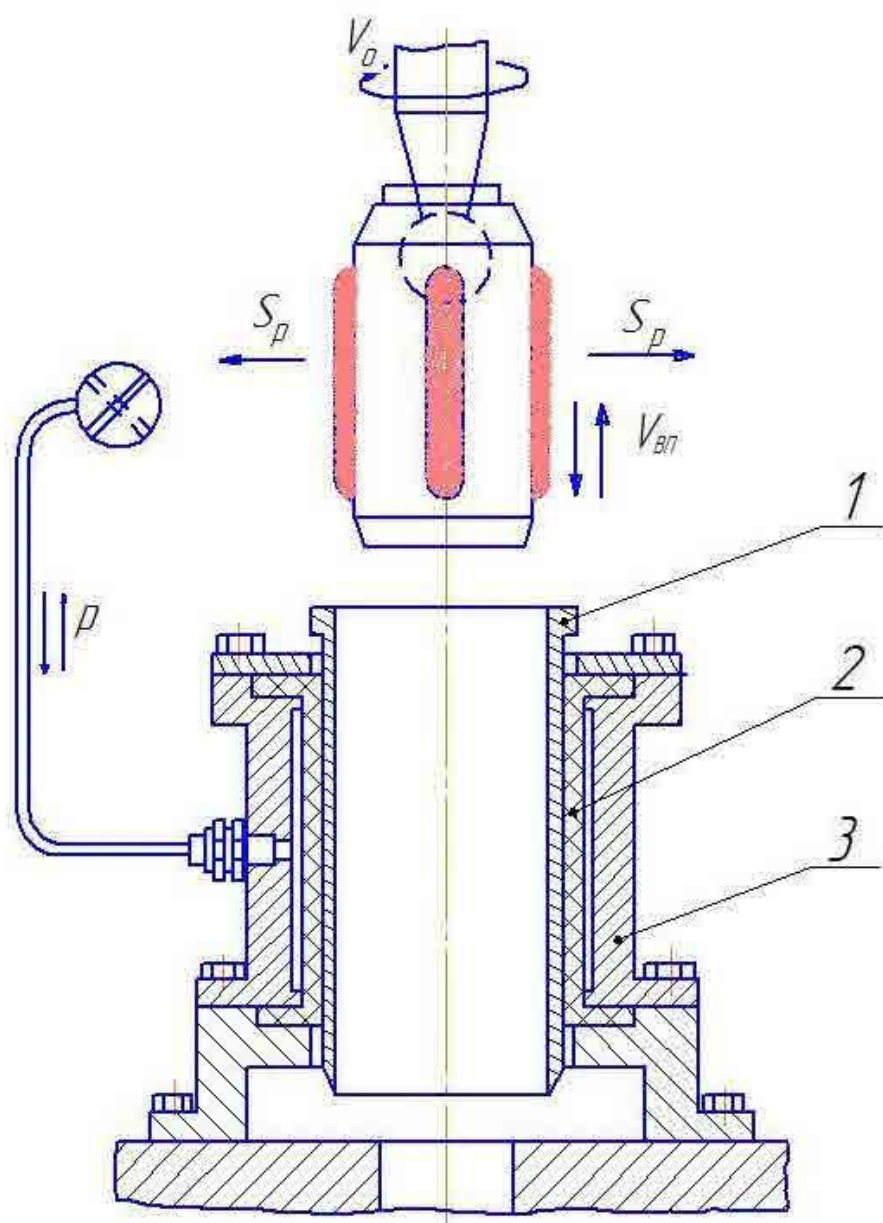
Приспособление для центровки и закрепления гильзы цилиндров на столе расточного станка конструкции Е.А. Алешкина (рисунок 1.1) состоит из стола станка, опорной плиты, корпуса, нижнего и верхнего пояса зажима гильз цилиндров, верхнего и нижнего посадочного пояса приспособления и стяжного винта пояса с рукояткой. Базовыми поверхностями при расточке служат посадочные пояски и торец опорного бурта.



1 - стол станка; 2 - опорная плита приспособления; 3 - корпус приспособления; 4 - нижний пояс зажима гильзы цилиндров; 5 - верхний пояс зажима гильзы цилиндров; 6 - резец; 7 - шпиндельная головка; 8 - шпиндель; 9 - ножка индикаторного приспособления совмещения оси гильзы цилиндров с осью шпинделя; 10 - индикатор приспособления; 11 - верхний посадочный поясок приспособления; 12 - гильза цилиндров; 13 - нижний посадочный поясок приспособления; 14 - стяжной винт пояса с рукояткой.

Рисунок 1.1 - Приспособление для центровки и закрепления гильзы цилиндров на столе расточного станка конструкции Е.А.Алешкина.

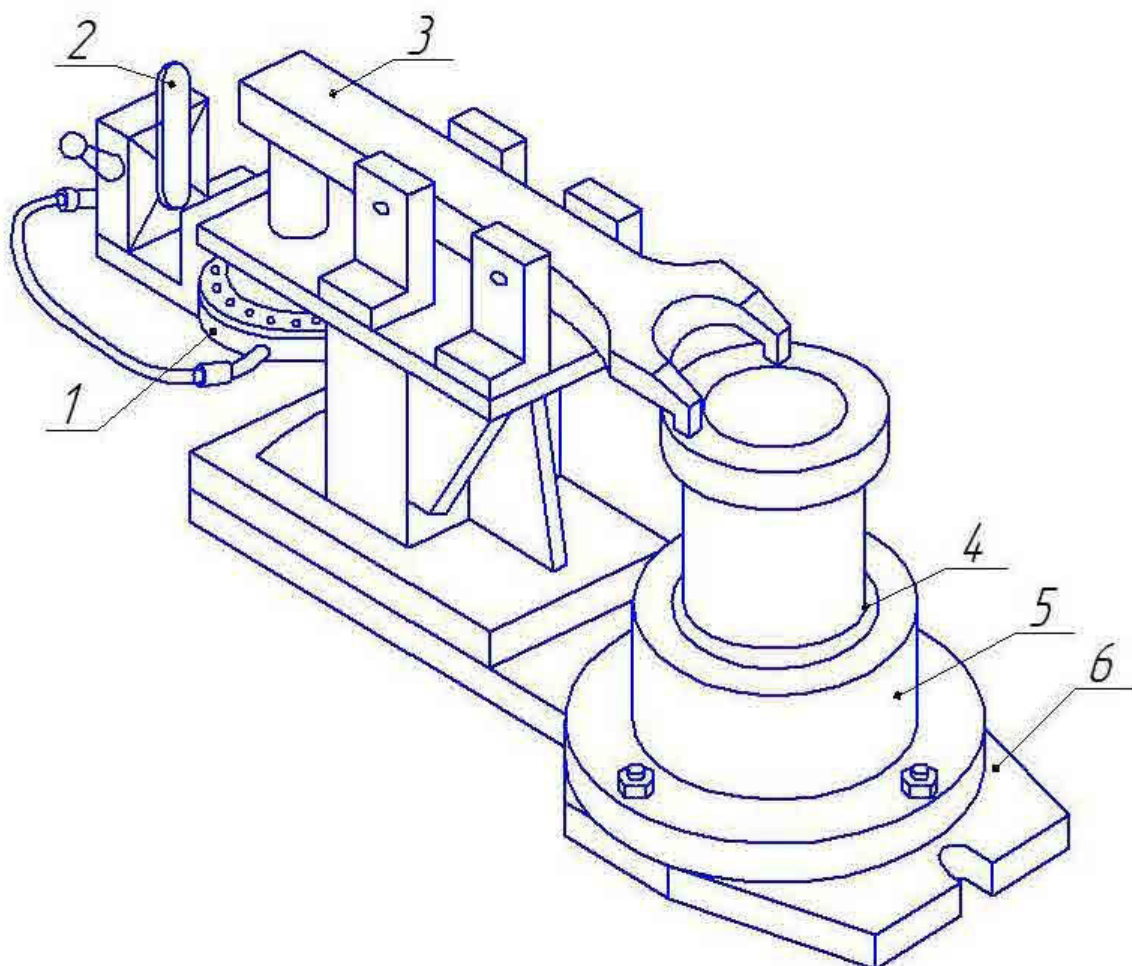
Приспособление для крепления гильзы цилиндров при хонинговании состоит из диафрагмы и корпуса. При закреплении гильзы в диафрагменном пневматическом приспособлении уменьшается её деформация и повышается точность обработки. В зазор между диафрагмой и гильзой подают под давлением 0,4...0,5 МПа воздух. Резиновая диафрагма плотно облегает наружную поверхность гильзы и удерживает её от перемещения при хонинговании.



1 - гильза; 2 - диафрагма; 3 - корпус; V - окружная скорость хонингования; S - давление расжатия брусков; p - давление воздуха.

Рисунок 1.2 - Приспособление для крепления гильзы цилиндров при хонинговании.

Приспособление для установки и крепления гильз состоит из пневматического привода, крана управления, прижима, центрирующего кольца, корпуса и основания. При установке гильз на расточку базовыми поверхностями служат наружный чисто обработанный поясok и верхний торец гильзы.



1 - пневматический привод; 2 - кран управления; 3 - прижим; 4 - центрирующее кольцо; 5 - корпус; 6 - основание.

Рисунок 1.3 - Приспособление для установки и крепления гильз.

Недостатками этих приспособлений является то, что они предназначены для обработки только одной гильзы цилиндра. Таким образом увеличивается затраты на установку и снятие гильзы.

Для устранения выше указанных недостатков этих конструкции приспособлении предлагаем модернизированное приспособление для крепления двух гильз цилиндров.

1.2 Обоснование необходимости разработки конструкции

В ремонтных предприятиях осуществляется восстановление изношенных гильз цилиндров растачиванием на вертикально-расточных станках.

Гильзы при этом жёстко крепятся на специальных приспособлениях для более точной фиксации на столе станка при обработке.

При растачивании тратится слишком много времени на вспомогательное время, то есть на крепление и снятие одной гильзы цилиндра, что увеличивает себестоимость на операцию.

В целях уменьшения вспомогательного времени на операциях расточки и хонингования гильз цилиндров нами было модернизировано приспособление для крепления.

Данное приспособление имеет ряд преимуществ:

- уменьшение времени на крепление и снятие гильз при растачивании;
- универсальность технологии (установка любых гильз цилиндров);
- увеличение производительности восстановления.

Целью разработки конструкции является повышение производительности работ при восстановлении гильз цилиндров за счет уменьшения вспомогательного времени.

2 ПРОЕКТИРОВАНИЕ УЧАСТКА ПО ВОССТАНОВЛЕНИЮ ГИЛЬЗ ЦИЛИНДРОВ

Для улучшения технико-экономических показателей предприятия необходимо уменьшать себестоимость ремонта. Одним из основных составляющих себестоимости ремонта на данном предприятии является стоимость запасных частей и ремонтных материалов. Это связано с тем, что цены на новые запасные части с каждым годом увеличиваются. Поэтому целесообразно применение восстановления изношенных деталей на предприятии с наименьшими затратами.

В настоящее время, одним из эффективных методов восстановления гильз цилиндров является пластинирование (разновидность способа постановки дополнительной ремонтной детали).

Преимуществом восстановления гильз пластинированием является простота технологического процесса и применяемого оборудования.

Ресурс гильз, восстановленных методом пластинирования, приравнивается ресурсу новых.

2.1 Расчет производственной программы участка восстановления

Объем работ по восстановлению деталей определяется исходя из числа капитальных ремонтов машин и их составных частей, и коэффициентов восстановления отдельных деталей [1]:

$$A_B = N_M \cdot n_d \cdot K_B, \quad (2.1)$$

где N_M – число КР машин, шт.;

n_d – количество деталей данного наименования на одной машине, шт.;

K_B – коэффициент восстановления деталей данного наименования.

Число капитальных ремонтов машин определяем по формуле [1]:

$$N_M = K_O \cdot n_M, \quad (2.2)$$

где K_O – коэффициент охвата капитальным ремонтом [1];

n_M – количество машин по маркам, шт.

Определим число КР:

$$N_M = 0,14 \cdot 9 = 1,26 \text{ Принимаем } N_M = 1$$

Для остальных марок автомобилей рассчитываем аналогично и заносим в таблицу.

Коэффициент восстановления деталей показывает, какая часть деталей после дефектации направляется на восстановление.

Коэффициент восстановления деталей выбираем по таблице [] либо рассчитываем по формуле []:

$$K_B = Q_B / Q_D, \quad (2.3)$$

где Q_B – число деталей определённого наименования, подлежащих восстановлению, шт.;

Q_D – общее число продефектованных деталей данного наименования, шт.

Определим коэффициент восстановления гильз цилиндров:

$$K_B = 11 / 36 = 0,31$$

Для остальных марок автомобилей рассчитываем аналогично и заносим в таблицу.

Подставляем в формулу 2.1

$$A_B = 1 \cdot 4 \cdot 0,31 = 1,24 \text{ Принимаю } A_B = 2$$

Для остальных марок автомобилей объём работ находим аналогично.

2.2 Определение годовой трудоемкости участка восстановления

Годовую суммарную трудоемкость работ по восстановлению гильз цилиндров машин рассчитываем по формуле []:

$$T_{\Gamma} = T_{\text{ш.к}} \cdot A_{\text{в}} + T_{\text{доп}}, \quad (2.4)$$

где $T_{\text{ш.к}}$ – штучно-калькуляционное время восстановления детали, ч;

$T_{\text{доп}}$ – трудоёмкость дополнительных работ, чел.-ч.

Штучно-калькуляционное время восстановления детали находим по формуле [1]:

$$T_{\text{ш.к}} = T_{\text{шт}} + T_{\text{п.з}} / n, \quad (2.5)$$

где $T_{\text{шт}}$ – штучное время восстановления детали, ч;

$T_{\text{п.з}}$ – подготовительно-заключительное время восстановления детали, ч;

n – число обрабатываемых деталей в партии, шт.

Значения штучного и подготовительно-заключительного времени устанавливаем по маршрутно-операционным картам технологического процесса восстановления детали.

Рассчитаем штучно-калькуляционное время на моечную операцию восстановления гильзы цилиндра автомобиля КамАЗ-5320

$$T_{\text{ш.к}} = 1,003 + 0,083 / 8 = 1,014 \text{ ч.}$$

Для остальных операции маршрутной карты восстановления гильз цилиндров автомобиля КамАЗ-5320 находим аналогично и суммируем. Общее время на восстановление гильзы равна $T_{\text{ш.к}} = 2,583$ ч.

Определим трудоёмкость восстановления гильз по формуле [1]:

$$T_{\text{в}} = T_{\text{ш.к}} \cdot A_{\text{в}} \quad (2.6)$$

$$T_{\text{в}} = 2,583 \cdot 12 = 30,996 \text{ чел.-ч}$$

Для остальных марок автомобилей находим аналогично и заносим в таблицу 2.1.

Таблица 2.1 - Трудоёмкость восстановления гильз цилиндров.

№	Наименование машин	Штучно-	Трудоёмкость
---	--------------------	---------	--------------

	по маркам	калькуляционное время, ч	восстановления, чел.-ч.
1	КамАЗ-5320	15,176	209,642

Трудоёмкость дополнительных работ определим в процентах от общей трудоёмкости участка по восстановлению гильз цилиндров.

Таблица 2.2 - Трудоёмкость дополнительных работ.

№	Вид работы	% к Тв	Тдоп
1	Ремонт оборудования	9	18,868
2	Ремонт и изготовление технологической оснастки и инструмента	4	8,385
3	Прочие (неучтенные) работы	10	20,964
Итого			48,217

Найдём общую годовую трудоёмкость участка по восстановлению гильз цилиндров

$$T_{\Gamma} = 209,642 + 48,217 = 257,859 \text{ чел.-ч.}$$

2.3 Выбор режима работы и расчет фондов времени участка

Спроектированный участок по восстановлению работает круглый год в одну смену при пятидневной рабочей неделе по восемь часов в день. Расчет введем по 2019 году.

Расчет номинального фонда времени рабочих определим по формуле []:

$$\Phi_{н.р} = (d_{\kappa} - d_{\text{в}} - d_{\text{п}}) \cdot t_{\text{см}} - d_{\text{шт}}, \quad (2.7)$$

где d_{κ} , $d_{\text{в}}$ и $d_{\text{п}}$ – соответственно число календарных, выходных и праздничных

дней;

$t_{\text{см}}$ – продолжительность смены, ч;

$d_{\text{пн}}$ – число предпраздничных дней.

$$\Phi_{\text{н.р}} = (365 - 112 - 5) \cdot 8 - 3 = 1981 \text{ ч.}$$

Действительный фонд времени рабочих рассчитаем по формуле [2.3]:

$$\Phi_{\text{д.р}} = \Phi_{\text{н.р}} \cdot \eta_{\text{р}}, \quad (2.8)$$

где $\eta_{\text{р}}$ – коэффициент использования рабочего времени, [2.3].

Для электросварщика действительный фонд времени

$$\Phi_{\text{д.р}} = 1981 \cdot 0,88 = 1743,28 \text{ ч.}$$

Для остальных рабочих рассчитывается аналогично и заносится в таблицу 2.5.

Расчет номинального фонда времени оборудования определим по формуле [2.4]:

$$\Phi_{\text{н.о}} = (d_{\text{к}} - d_{\text{в}} - d_{\text{п}}) \cdot t_{\text{см}} \cdot n, \quad (2.9)$$

где n – число смен.

$$\Phi_{\text{н.о}} = (365 - 112 - 5) \cdot 8 \cdot 1 = 1984 \text{ ч.}$$

Действительный фонд времени для металлорежущих станков рассчитаем по формуле [2.5]:

$$\Phi_{\text{д.о}} = \Phi_{\text{н.о}} \cdot \eta_{\text{о}}, \quad (2.10)$$

где $\eta_{\text{о}}$ – коэффициент использования оборудования, [2.5].

$$\Phi_{\text{д.о}} = 1984 \cdot 0,98 = 1944,32 \text{ ч.}$$

Для остального оборудования рассчитывается аналогично и заносится в таблицу 2.3.

Таблица 2.3 - Годовые действительные фонды времени оборудования.

№	Оборудование	ηо	Фд.о, ч
1	Металлорежущие станки, слесарное	0,98	1944,32
2	Прессовое, наплавочное, моечные установки	0,97	1924,48

2.4 Расчёт численности рабочих

Исходными данными для определения численности работающих являются трудоёмкости по видам работ, номинальный и действительный фонды времени рабочих.

Сначала определим явочное и списочное число основных производственных рабочих по рабочим местам [1]:

$$P_{\text{яв}} = T_{\text{в}} / (\Phi_{\text{н.р}} \cdot K_{\text{пер}}) ; \quad (2.11)$$

$$P_{\text{сп}} = T_{\text{в}} / (\Phi_{\text{д.р}} \cdot K_{\text{пер}}) , \quad (2.12)$$

где $K_{\text{пер}}$ – планируемый коэффициент перевыполнения норм выработки,
 $K_{\text{пер}} = 1,05 \dots 1,15$ [1].

Определим число рабочих для станочной работы:

$$P_{\text{яв}} = 90,251 / (1981 \cdot 1,1) = 0,04 \quad \text{Принимаем } P_{\text{яв}} = 1$$

$$P_{\text{сп}} = 90,251 / (1743,28 \cdot 1,1) = 0,05 \quad \text{Принимаем } P_{\text{сп}} = 1$$

Для остальных работ рассчитываем аналогично и заносим в таблицу 2.4.

Таблица 2.4 - Расчёт численности рабочих на участке восстановления.

Наименование работ	Трудо-ёмкость, чел.-ч	Фонды времени, ч		Число рабочих, чел.			
				Ряв		Рсп	
		Фн.р	Фд.р	расч.	прин.	расч.	прин.

Моечные	101,081	1981	1763,09	0,05	1	0,05	1
Дефектовочно-контрольные	28,364	1981	1782,9	0,01		0,01	
Слесарные	26,044	1981	1782,9	0,01		0,01	
Станочные	90,251	1981	1782,9	0,04		0,05	
Наплавочные	12,119	1981	1743,28	0,01		0,01	
Итого	257,859	-	-	0,12	1	0,13	1

Число инженерно-технических работников, служащие и младший обслуживающий персонал для участка восстановления не требуется.

Общее число производственных рабочих: $P_{пр} = 1$ человек.

2.5 Расчёт числа основного ремонтно-технологического оборудования

Число ванн для мойки деталей определяем по формуле []:

$$S_B = Q_B / (\Phi_{д.о} \cdot g_B \cdot \eta_o \cdot \eta_t), \quad (2.13)$$

где Q_B – общая масса деталей, подлежащих мойке в ваннах, кг;

$\Phi_{д.о}$ – действительный фонд времени моечного оборудования, ч;

g_B – масса деталей, которые можно промыть за 1 час, кг, $g_B = 100 \dots 200$ кг;

η_o – коэффициент, учитывающий одновременную загрузку моечной машины по массе в зависимости от конфигурации и габаритов деталей, $\eta_o = 0,6 \dots 0,8$;

η_t – коэффициент использования моечной машины по времени, $\eta_t = 0,8 \dots 0,9$.

$$S_B = 394,2 / (1924,48 \cdot 100 \cdot 0,6 \cdot 0,8) = 0,004 \quad \text{Принимаем } S_B = 1$$

Число металлорежущих станков находим по формуле []:

$$S_{\text{ст}} = T_{\text{ст}} \cdot K_{\text{н}} / \Phi_{\text{д.о}} \cdot \eta_{\text{о}} \quad (2.14)$$

где $T_{\text{ст}}$ – трудоёмкость станочных работ, чел.-ч.;

$K_{\text{н}}$ – коэффициент неравномерности загрузки предприятия, $K_{\text{н}} = 1,0 \dots 1,3$;

$\eta_{\text{о}}$ – коэффициент использования станочного оборудования, $\eta_{\text{о}} = 0,86 \dots 0,9$ [1].

$$S_{\text{ст}} = 90,251 \cdot 1,3 / 1944,32 \cdot 0,86 = 0,1 \quad \text{Принимаем } S_{\text{ст}} = 1$$

Так как нам не хватит металлорежущих станков на маршрутную операцию восстановления гильз цилиндров, то принимаем на шлифование один станок, на растачивание один станок, на хонингование один станок, а также на слесарную операцию один гидравлический пресс и на наплавку одну наплавочную установку.

Приведем перечень основного технологического оборудования для участка восстановления деталей в таблице 2.5.

Таблица 2.5 - Ведомость оборудования.

№	Наименование оборудования	Марка	Кол.	Габариты, мм	Площадь, м2
1	Установка для наплавки	УД-209	1	2060 x 1040	2,14
2	Вертикально-расточной	2733П	1	2000 x 1700	3,4

	станок				
3	Хонинговальный станок	3A83	1	1490 x 800	1,19
4	Шлифовальный станок	3M150	1	2000 x 1365	2,73
5	Гидравлический пресс	П412	1	1500 x 800	1,2
6	Дефектовочный стол	ОРГ-1468-01-09А	1	1250 x 500	0,62
7	Моечная ванна	М-102	1	810 x 610	0,49
8	Стеллаж для деталей	ОРГ-1488-05-320	1	1400 x 500	0,7
9	Шкаф для инструмента	ОРГ-1468-18-183	5	688 x 488	1,65
10	Раковина для мытья рук	-	1	300 x 300	0,09
11	Итого	-	14	-	14,21

2.6 Определение производственной площади

Площади производственных участков определяют тремя методами: графическим – расстановкой оборудования на технологической планировке; расчетным – по удельным площадям на станок или единицу другого оборудования, на одного рабочего, на одно рабочее место или на единицу ремонта; расчетным – по площади, занимаемой оборудованием и переходным коэффициентом.

При расчете производственной площади участка по восстановлению гильз цилиндров по площади, занимаемой оборудованием и переходным коэффициентом используем формулу [1]:

$$F_{\text{пр}} = F_{\text{об}} \cdot \sigma, \quad (2.15)$$

где $F_{\text{об}}$ – площадь, занимаемая оборудованием, м^2 (Таблица 2.6);

σ – коэффициент, учитывающий рабочие зоны и проходы.

Рассчитаем производственную площадь на участке, занимаемая гидравлическим прессом

$$F_{\text{пр}} = 1,2 \cdot 3 = 3,6 \text{ м}^2$$

Для остальных оборудования производственную площадь находим аналогично.

Определим площадь участка по восстановлению гильз цилиндров путём суммирования производственных площадей, занимаемый оборудованием []:

$$F_{\text{уч.в}} = \sum F_{\text{пр}} \quad (2.16)$$
$$F_{\text{уч.в}} = 43,1 \text{ м}^2$$

Принимаем ширину здания $B = 6 \text{ м}$. Тогда длину здания определим по формуле []:

$$L_{\text{уч.в}} = F_{\text{уч.в}} / B_{\text{уч.в}} \quad (2.17)$$
$$L_{\text{зд}} = 43,1 / 6 = 7,18 \text{ м}.$$

2.7 Обеспечение условий и безопасности труда на производстве

В разделе три дипломного проекта разработано приспособление для крепления гильз цилиндров на вертикально-расточных станках. Отличительная особенность данного приспособления – универсальность использования как на расточном станке, так и на хонинговальном.

Техника безопасности работы на вертикально-расточном станке:

- эксплуатация расточного станка должна производиться лицами не моложе 18 лет, прошедших специальное обучение и получивших удостоверение, прошедших проверку знаний и медицинский осмотр;
- перед включением станка необходимо проверить работу на холостом и рабочем ходу исправность органов управления, систем смазки и охлаждения, фиксацию рычагов переключения станка с холостого хода на рабочий;
- следить за тем, чтобы приспособление, инструмент и деталь были прочно закреплены;
- при выполнении расточных работ необходимо обязательно надеть защитные очки или опустить защитный экран, чтобы минеральная пыль или

частицы металла не травмировали глаза. Проверяют надёжность крепления защитного кожуха и исправность защитного экрана;

- нельзя работать в рукавицах, перчатках или с забинтованными пальцами рук, применять рычаги для увеличения нажима. Во время работы нельзя облакачиваться на станок, брать и подавать через него какие-либо предметы, отвлекаться;

- для защиты органов слуха оператора от высокочастотного шума используют антифоны ВНИИОТ-2 или наушники ШЗ-П (ТУ 1-01-0200-73), которые позволяют слышать разговорную речь, а для защиты органов дыхания - респираторы типа ШБ-1 «Лепесток» (ГОСТ 12.4.028-76). Уровень шума в помещениях не должен превышать норм, установленных «Гигиеническими нормами допустимых уровней звукового давления и уровней шума на рабочих местах» и соответствовать ГОСТ 12.1.055-78;

- после окончания обработки необходимо удалить стружку со станка и приспособления для крепления гильз (использовать для этого щётку и совок) в ящик для стружки;

- для исключения возможности вылета обрабатываемых деталей при внезапном прекращении подачи жидкости в гидравлических зажимных приспособлениях оборудуют блокирующими устройствами, обеспечивающими автоматическое прекращение работы станка.

При восстановлении наружных и внутренних параметров гильз цилиндров проводят операции, связанные с высокой точностью обработки. Для этого необходимо создать оптимальные условия работы рабочему, то есть одно из них – освещение. Для общего освещения используют газоразрядные лампы низкого давления, а именно, люминесцентные лампы. При использовании источниками искусственного освещения, чтобы исключить слепящее действие света, которое способствует быстрому утомлению глаз, необходимо применять светильники. Избегая контрастных и резких раздражительных тонов, необходимо правильно подобрать окраску стен помещения.

Для того, чтобы рассчитать общее искусственное освещение участка, сначала необходимо выбрать тип ламп.

Выбираем лампы типа ЛДЦ со светильником ОД. Количество ламп, необходимых для освещения []:

$$N = (E_n \cdot K \cdot S \cdot Z) / (\eta \cdot \Phi_{\text{л}}), \quad (5.1)$$

где E_n – нормируемое (требуемое) освещение, лк;

K – коэффициент запаса (для ламп ЛДЦ $K = 1,5$);

S – площадь помещения, м^2 ;

Z – коэффициент неравномерности освещения (ламп типа ЛДЦ $Z = 1,1$);

$\Phi_{\text{л}}$ – световой поток лампы, $\Phi_{\text{л}} = 3200$ лм;

η – коэффициент использования светового потока.

Для расчёта η нужно найти индекс помещения:

$$i = S / (H_p \cdot (L + B)), \quad (5.2)$$

где H_p – расчетная высота подвески светильника, м;

L и B – соответственно длина и ширина помещения, м.

$$i = 43,1 / (4,8 (11,5 + 6)) = 0,51$$

Находим количество ламп, необходимых для освещения

$$N = (200 \cdot 1,5 \cdot 69 \cdot 1,1) / (0,40 \cdot 3200) = 17,79 \text{ Принимаем } N = 18 \text{ шт.}$$

2.8 Физическая культура на производстве

Физическая культура на производстве – важный фактор ускорения научно-технического прогресса и производительности труда. Основным средством физической культуры являются физические упражнения, направленные на совершенствование жизненно важных сторон индивидуума, способствуя развитию его двигательных качеств, умений и навыков,

необходимых для профессиональной деятельности. С этой целью используются следующие способы и методы по развитию физических способностей:

- ударные дозированные движения в вынужденных позах;
- выработка вращательных движений пальцев и кистей рук;
- развитие статической и динамической выносливости мышц пальцев и кистей рук;
- развитие ручной ловкости, кожной и мышечно-суставной чувствительности, глазомера;
- развитие силы и статической выносливости позных мышц спины, живота и разгибателей бедра;
- развитие точности усилий мышцами плечевого пояса.

Занятия по физической культуре на производстве должны включать различные виды спорта, благодаря которым сохраняется здоровье человека, его психическое благополучие и совершенствуются физические способности. Творческое использование физкультурно-спортивной деятельности в этих условиях направлено на достижение жизненно-важных и профессиональных целей индивидуума.

3 РАЗРАБОТКА КОНСТРУКЦИИ ПРИСПОСОБЛЕНИЯ ДЛЯ КРЕПЛЕНИЯ ГИЛЬЗ ЦИЛИНДРОВ

Данное приспособление имеет ряд преимуществ:

- уменьшение времени на крепление и снятие гильз при растачивании;
- универсальность технологии (установка любых гильз цилиндров);
- увеличение производительности восстановления.

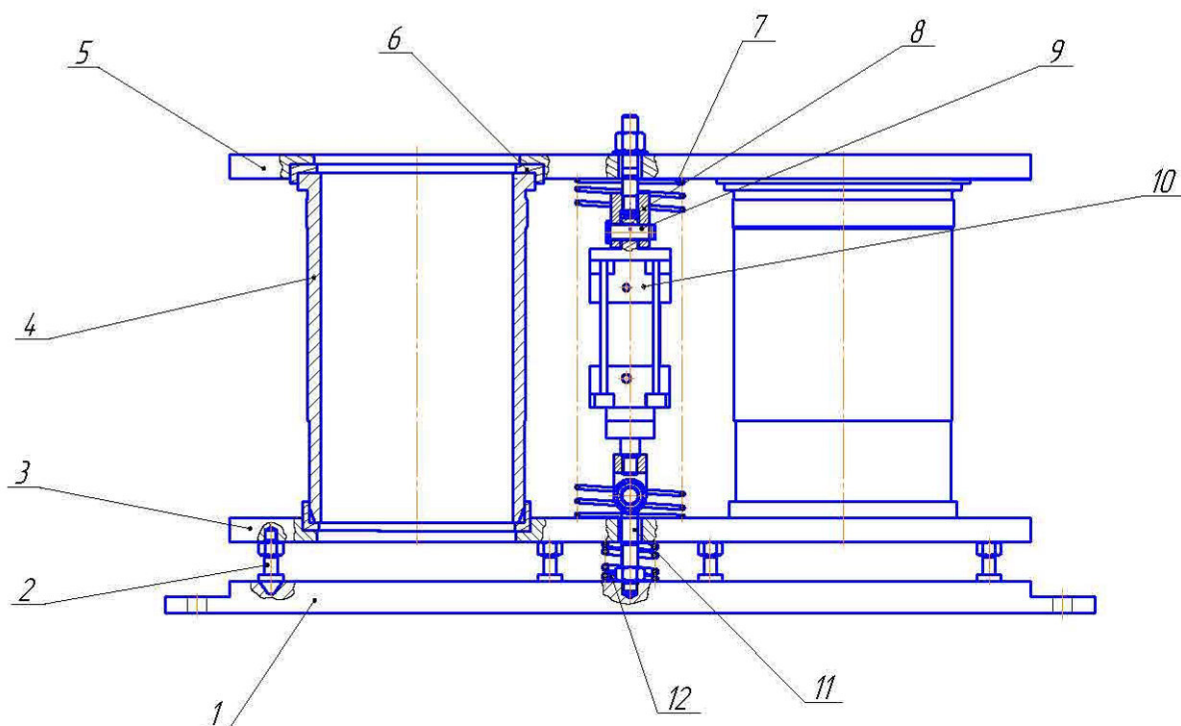
Целью разработки конструкции является повышение производительности работ при восстановлении гильз цилиндров за счет уменьшения вспомогательного времени.

3.1 Устройство и принцип работы приспособления для крепления гильз цилиндров

Приспособление для крепления гильз цилиндров состоит из основания 1, которое прикрепляется болтами к столу расточного станка. Над основанием располагается нижняя плита 3, удерживаемая пружиной сжатия 12. Над нижней плитой установлена верхняя плита 5. Она удерживается посредством пружины сжатия 8, которая упирается на нижнюю плиту. По середине пружины располагается пневмоцилиндр 10, который соединен снизу посредством вилки 8, откидного болта 11 и оси 9. Болт 11 ввинчивается в основание, а сверху крепится посредством вилки 8, оси 9 и шпильки с гайкой. В данном случае гайка играет роль упора, а пружина оттягивает. В верхней и нижней плитах имеется два сквозных отверстия, на которых устанавливаются насадки 6 по размеру соответствующих гильз. В нижней части нижней плиты привинчены восемь упоров 2 с гайкой для надёжной фиксации (рисунок 3.1).

Принцип работы приспособления для крепления гильз заключается в следующем: при установке двух гильз с насадками между плитами в пневмоцилиндр подаётся сжатый воздух из воздушной магистрали. При сжатии пневмоцилиндра происходит одновременно преодоление силы оттягивания пружины между основанием и нижней плитой, и упор соприкасается с основанием. Происходит сжатие пружины между плитами,

гильзы прижимаются усилием. После расточки одной гильзы, прекращается подача сжатого воздуха в пневмоцилиндр и она оттягивается посредством двух пружин в исходное положение. Плиты поворачивают на 180 градусов для растачивания второй гильзы. Операция повторяется.



1 – основание; 2 – упор; 3 – нижняя плита; 4 – гильза; 5 – верхняя плита; 6 – насадка;
7 и 12 – пружина; 8 – вилка; 9 – ось; 10 – пневмоцилиндр; 11 – откидной болт

Рисунок 3.1 - Приспособление для крепления гильз цилиндров.

3.2 Расчёт пневмоцилиндра

Для расчёта пневмопривода требуется найти диаметр поршня.

Диаметр зажимного поршня рассчитываем, исходя из заданного усилия F при зажиме []:

$$D_{\pi} = \sqrt{4 \cdot F / \pi \cdot P}, \quad (3.1)$$

где F – усилие зажима, Н;

P – давление в рабочей полости цилиндра, МПа

$$D_{\text{п}} = \sqrt{4 \cdot 490 / 3,14 \cdot 1} = 24,98 \text{ мм}$$

После расчёта диаметра цилиндра $D_{\text{п}}$, из таблицы 3.1 выбираем пневмоцилиндр с ближайшим большим диаметром (это даёт запас по силе зажима) и ходом поршня, удовлетворяющим условиям зажима.

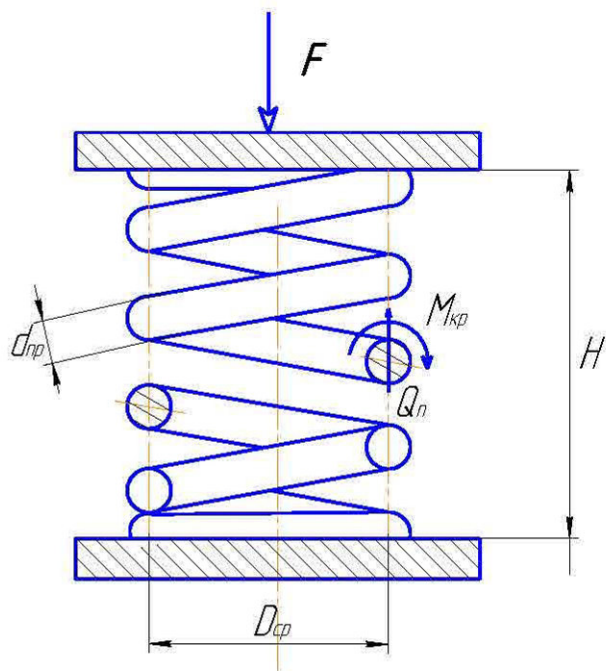
Таблица 3.1 - Параметры пневмоцилиндров.

Диаметр поршня, мм	Диаметр штока, мм	Ход поршня, мм		Развиваемое усилие, кг	
		от	до	Штоковая полость	Бесштоковая полость
32	12	10	320	44	51
40	14	10	400	69	79
50	18	10	500	108	124
63	18	10	630	180	196
80	25	10	800	286	317
100	25	10	1000	464	495
125	32	10	1250	722	773
160	40	10	1600	1188	1267
200	40	10	2000	1900	1979

Принимаем диаметр поршня: $D_{\text{п}} = 32 \text{ мм}$.

3.3 Расчёт пружины

Рассечём виток пружины плоскостью, проходящей через ось. Рассматривая условие равновесия отсечённой части пружины, заключаем что, в поперечном сечении витка возникают два внутренних силовых фактора: поперечная сила $Q_{\text{п}}$ и крутящий момент $M_{\text{кр}}$.



F – усилие сжатия, Н; H – высота пружины, мм; $d_{пр}$ – толщина пружины, мм; $M_{кр}$ – крутящий момент, Н · м; $Q_{п}$ – поперечная сила, Н; $D_{ср}$ – средний диаметр пружины, мм.

Рисунок 3.2 - Схема пружины

Таким образом, в поперечном сечении витка возникают только касательные напряжения.

Касательные напряжения, связанные с наличием крутящего момента, определяются так же, как и при кручении прямого бруса круглого поперечного сечения. Эпюра этих напряжений для точек горизонтального диаметра показано на рисунке 3.3 а.

Касательные напряжения, связанные с наличием поперечной силы, распределены по сечению равномерно. Эпюра этих напряжений дана на рисунке 3.3 б.

Суммируя касательные напряжения, возникающие в точках горизонтального диаметра сечения витка, получаем результирующую эпюру, показанную на рисунке 3.3 в.

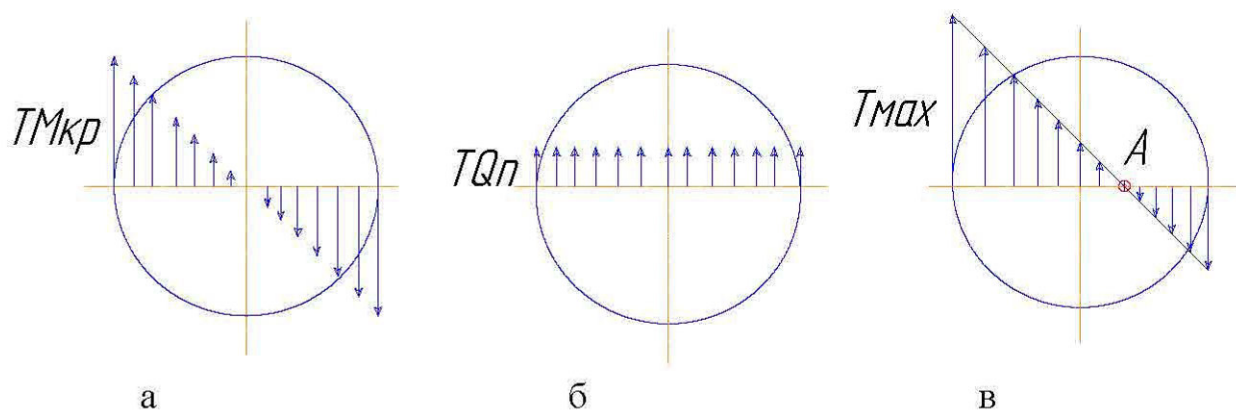


Рисунок 3.3 - Эпюры касательных напряжений.

Опасным является точка А, ближайшая к оси пружины. Для этой точки имеем:

$$T_{\max} = T_A = T_{M_{кр}} + T_{M_{п}} \quad (3.2)$$

При расчётах прочности пружин поперечную силу можно не учитывать, в следствия из-за малого показателя (0,1% от $M_{кр}$).

Условие прочности пружины имеет вид []:

$$T_{\max} = 8 \cdot k \cdot F \cdot D_{ср} / (\pi \cdot d_{пр}) \leq [T] , \quad (3.3)$$

где k – поправочный коэффициент;

F – усилие сжатия, Н;

$D_{ср}$ – средний диаметр пружины, мм;

$d_{пр}$ – диаметр проволоки, мм;

$[T]$ – допускаемое напряжение, Н / мм²

Пружины изготавливают из высококачественной стали, поэтому допускаемые напряжения, принимаемые при их расчёте.

$$[T] = (200 \dots 1000) \text{ Н / мм}^2$$

Поправочный коэффициент рассчитывается по формуле:

$$k = (4 \cdot c_{\pi} + 1) / (4 \cdot c_{\pi} - 4), \quad (3.4)$$

где c_{π} – индекс пружины, $c_{\pi} = 5 \dots 12$

$$c_{\pi} = D_{\text{ср}} / d_{\text{пр}} \quad (3.5)$$

$$c_{\pi} = 30 / 6 = 5$$

$$k = (4 \cdot 5 + 1) / (4 \cdot 5 - 4) = 1,1$$

$$T_{\text{max}} = 8 \cdot 1,1 \cdot 110 \cdot 30 / (3,14 \cdot 7) = 991 \leq [T]$$

Условие прочности пружины выполняется.

3.4 Требования безопасности к устройству для наплавки валов.

1. Стенд, на который устанавливается должен находиться от края стены не менее 1 м.
2. Все вращающиеся детали должны быть закрыты защитными кожухами.
3. Пульт включения и выключения электродвигателем должен находиться в доступном месте.

Данный стенд соответствует требованиям ГОСТ 12.2.003-7А по безопасности работ. Пространственная планировка соответствует требованиям ГОСТ 12.2.032-78. Стенд заземлен по требованиям ГОСТ 12.2.035-78.

Утверждаю

Руководитель предприятия

«_____» _____ 2020

ИНСТРУКЦИЯ

по безопасности труда слесаря при расточке гильз

Общие требования безопасности

К работе допускаются лица не моложе 18 лет, прошедшие медосмотр и инструктаж безопасности труда, имеющие соответствующее востребованное по квалификации подтверждающий документ либо прошедшие специализированное обретение квалификации по утвержденной программной разработке с контрольной сверкой познаний в востребованной по квалификации комиссии и получившие права (допуск).

Выполнять трудовые нагрузки на сверлильных и иных металлообрабатывающих и заточных станках с пневмо- и электроинструментом, а еще работы, связанные со строповкой, взлетом и перемещением грузовых продуктов грузоподъемными механическими устройствами, руководимыми управлением с пола, позволяет лишь лицам не моложе 18-ти лет, прошедшим дополнительное обретение квалификации и инструктаж по неопасным способам действий выполнения этих работ.

Опасными и вредными факторами при выполнении трудовых операции являются: недостаточная освещаемость, вращающиеся детали, загазованность, запыленность, вибрация, шум, электричество, скользкие поверхности и т.д.

Запрещается работать с неприкрепленным КПП.

Необходимо работать только в специальной одежде.

В случае аварии незамедлительно информировать руководство.

При возникновении несчастного случая должен знать приемы и уметь оказывать первую медицинскую доврачебную поддержку.

За несоблюдение правил инструкции рабочий несет ответственность.

Требования перед началом работы

Одеть спецодежду, которая должна быть исправной и заправлена так, чтобы не было свисающих концов, внимательно осмотреть рабочее место, привести его в надлежащий порядок, убрать все мешающие работе посторонние предметы.

Проверить исправность установки, наличие инструментов.

Проверить крепление устройства.

Если установка не исправна, то необходимо оповестить руководство.

При работе пользоваться лишь исправными, сухими и чистыми комплектными наборами инструментов и приспособлениями.

Строго выполнять все требования санитарии.

Требования во время работы

Работать на установке, только если имеются практические навыки.

Нужно убедиться в абсолютной готовности кантователя к работе.

Для освещения труднодоступных мест использовать электрический светильник, с защитной сеткой напряжением 12В.

Для подъема и перемещения деталей более 20 кг использовать только подъемные грузоподъемные механизмы.

Запрещается удлинять гаечные ключи присоединением трубы или иного ключа.

На сборке соединение отверстий контролируется бородками или специальными установочными устройствами, но никак не пальцами.

Инструмент следует хранить в специальных местах – пирамидах, чистыми, насухо протертыми.

При обнаружении поломки оснащения, набора инструментов, приспособлений либо рабочего места, как до трудовых нагрузок, так и во время работы заявить мастеру и до устранения проблем к работе не приступать.

Соблюдать требования безопасности и работы.

Требования безопасности в аварийной ситуации

Во избежание аварийной обстановки починку и услужливое обхаживание машин и оснащения создавать лишь при неработающем двигателе, исключая невольных происшествий, когда работа силового агрегата необходима в соотношении с технологическим ходом процесса формирования дел услужливого поведения и починки.

При возникновении аварии необходимо немедленно прервать работу.

При получении травмы нужно оказать первую медицинскую доврачебную помощь.

Предпринять меры по устранению аварийной ситуации.

Предупредить руководителя производственного участка.

Требования безопасности по окончании работы

Выключить все приспособления.

Привести в порядок рабочее пространство, на котором производилась трудовая операция, вычистить и убрать все использованные инструменты на свои места.

При сдаче рабочего места нужно убедиться в том, что кантователь исправен.

Сообщить руководству обо всех недочетах, которые были при работе.

Снять специальную одежду, сдать ее, вымыть лицо и руки теплой водой с мылом.

Ответственность

За нарушение правил безопасности требований данного устройства рабочий несет дисциплинарную, материальную и уголовную ответственность.

Разработал:

Согласовано: специалист БТ

____ / _____ /

Председатель профкома

____ / _____ /

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В связи со сложным экономическим положением (кризис неплатежей, быстрый рост цен) с хозяйства уходят наиболее квалифицированные кадры, что сказывается на качестве ремонта машин.

В выпускной работе разработан участок по восстановлению гильз цилиндров в ремонтной мастерской для хозяйств республики.

Восстановление деталей на участке позволяет экономить средства хозяйства на покупку новых деталей, более рационально использовать производственные площади мастерской, а также более полно загружать технологическое оборудование.

Существенное влияние на совершенствование технологии восстановления гильз цилиндров оказывает разработанная в проекте конструкция приспособления для закрепления гильз, которая имеет простую конструкцию и её можно разработать в условиях ремонтной мастерской хозяйства. Внедрение в производство указанной разработки будет способствовать уменьшению себестоимости и повышению качества ремонта восстанавливаемых деталей.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Адигамов Н.Р. Методические указания по выполнению выпускной квалификационной работе бакалавров. [Текст] / Н.Р. Адигамов Г.И. Кондратьев, Г.Р. Муртазин, Р.Р. Шайхутдинов., Т.Н. Вагизов., И.Х. Гималтдинов, Р.Р. Ахметзянов // метод. Указания – Казань «Казанский ГАУ»., 2015.-60с.
2. Адигамов Н.Р. Методическое пособие к курсовой работе по дисциплине «Ремонт машин» [Текст] / Н.Р. Адигамов, Т.Н. Вагизов, И.Х. Гималтдинов - Казань «Казанский ГАУ», 2013. – С 40.
3. Алексеев, В.П. Основы научных исследований и патентование [Электронный ресурс]: учебник / В.П. Алексеев, Д.В. Озеркин. — Электрон. дан. — М.: ТУСУР (Томский государственный университет систем управления и радиоэлектроники), 2012. — 172 с. - Режим доступа: http://e.lanbook.com/books/element.php?pl1_id=4938.
4. Белов С.В. Безопасность жизнедеятельности [Текст] / С.В.Белов, В.А.Девисилов, А.В.Ильницкая и др. // Учебник для вузов. Под общей ред. С.В.Белова. -8-е издание – М.: Высшая школа,2009. - С 616.
5. Богатырев А.В. Тракторы и автомобили [Текст] / А.В. Богатырев, В.Р. Лехтер // Учебник - М. Колос, 2008. - С 392.
6. Варнаков В.В. Технический сервис машин сельскохозяйственного назначения. [Текст] / В.В. Варнаков, В.В. Стрельцов, В.Н. Попов, В.Ф. Карпенков.// М.: Колос, 2000. - С 256.
7. Власов В.М. и другие. Учебник. Техническое обслуживание и ремонт автомобилей. М.; издательский центр «Академия»; 2013.-321с.
8. Гулиа Н.В. Детали машин [Текст] / Н.В.Гулиа, В.Г.Клоков, С.А.Юрьев // .2010 (ЭБС «Лань» ISBN-978-5-8114-1091-0),2-е изд.-416 с.
9. Девисилов В.А. Охрана труда: учебник [Текст] / В.А. Девясилов -4-е издание перераб. и доп.// – М.: Форум, 2009. - С 496.
10. Дунаев П.Ф. Конструирование узлов и деталей машин [Текст] / Дунаев П.Ф. Леликов О.П. - М.: Высшая школа, 2005. С 447.

11. Епифанов Л.И., Епифанова Е.А. Техническое обслуживание и ремонт автомобилей. - М.: ФОРУМ: ИНФРА - М, 2009. - С 280.
12. Кукин П.П. Безопасность жизнедеятельности. [Текст] / П.П.Кукин, В.Л.Лапин, Н.Л.Пономарев. // Безопасность технологических процессов и производств. Охрана труда. Учебное пособие для вузов. М.: Высшая школа, 2007. – С 335.
13. Курдюмов В.И. Проектирование и расчет средств обеспечения безопасности [Текст] / В.И. Курдюмов, Б.И. Зотов. // М. Колос, 2005. - С 216.
14. Курчаткин В.В. Оборудование ремонтных предприятий. [Текст] / В.В. Курчаткин, К.А. Ачкасов, Н.Ф. Тельнов, и др.; Под редакцией В.В. Курчаткина // М.: Колос, 1999. - С 232.
15. Курмаз Л.В., Детали машин. Проектирование [Текст] / Л.В. Курмаз, А.Т. Скойбеда // Справочное учебно-методическое пособие. - М.: Высшая школа, 2005. - С 309.
16. Кондратьев Г.И., Методические указания для практических и самостоятельных работ по дисциплине «Методы расчета надежности технических систем» [Текст] / Г.И. Кондратьев, Р.Р. Шайхутдинов // метод. Указания – Казань «Казанский ГАУ»., 2015.- С 44.
17. Киямов И.М., Расчет сварных и резьбовых соединений [Текст] / И.М. Киямов, Яхин С.М. // методические указания для выполнения домашнего задания по деталям машин и основам конструирования - Казань, КГСХА, 2004.
18. Леонов О. А. Метрология, стандартизация и сертификация [Текст] / О. А. Леонов, В. В. Карпузов, Н. Ж. Шкаруба // - М.: Колос, 2009. –С 568.
19. Маталин, А.А. Технология машиностроения [Текст] / А.А. Маталин // (ЭБС «Лань», 2010, 512 с).
20. Мудров А.Г. Методические указания к разработке сборочного чертежа курсового проекта по Деталям машин и основам конструирования [Текст] / А.Г. Мудров // - Казань, КГАУ, 2010. С 80.

21. Мудров А.Г. Методические указания к выполнению рабочих чертежей по курсовому проектированию “Детали машин и основы конструирования” [Текст] / А.Г. Мудров // - Казань, КГАУ, 2011. С 68.
22. Паспорт универсального обкаточного станда ОР-6877-ГОСНИТИ - М.: ГОСНИТИ, 1993.
23. Пучин Е.А. Технология ремонта машин [Текст] / Е.А. Пучин, О.Н. Дидманидзе, В.С. Новиков // учебник для вузов – Москва УМЦ «ТРИАДА».- Т.1, 2006.- С 348.
24. Роговцев В.Л., Пузанков А.Г., Олдфильд В.Д., Устройство и эксплуатация автотранспортных средств, Учебник. - М.: “Транспорт” 2011. - С 430.
25. Сигаев Е.А. Сопротивление материалов. [Текст] / Е.А. Сигаев - Кемерово: Кузбассвузиздат, 2002. - С 227.
26. Чернилевский Д.В. Детали машин и основы конструирования [Текст] / Чернилевский Д.В. // М.: Машиностроение, 2006. С 656.
27. Черноиванов В.И. Техническое обслуживание и ремонт машин в сельском хозяйстве. [Текст] / В.И. Черноиванов В.В. Бледных, А.Э. Северный и др. // Челябинск: ГОСНИТИ, ЧГАУ – изд. 2-ое перераб. и доп. – М.:, 2003 г. – С 992.
28. Шелофаст В.В. Основы проектирования машин. [Текст] / В.В. Шелофаст – М.: Изд-во АПМ, 2005. - С 472.
29. Шамсутдинов Ф.А. Методические указания к курсовому проектированию по дисциплине “Детали машин и основы конструирования” [Текст] / Ф.А. Шамсутдинов, Г.В. Пикмуллин // - Казань: КГАУ, 2015. С 142
30. Яговкин А.И. Организация производства технического обслуживания и ремонта машин [Текст] / А.И. Яговкин. // учебн. пособие для студ. высш. учебн. заведений 2-е изд., стер. - М.: Издательский центр «Академия», 2008. - С 400.