**ВВЕДЕНИЕ**

Большое количество деталей автомобилей и агрегатов, поступающих в ремонт, в результате износа, усталости материала, механических и коррозионных повреждений утрачивают свою работоспособность. Однако лишь некоторые из этих деталей – наиболее простые и недорогие в изготовлении – утрачивают работоспособность полностью и требуют замены. Большинство деталей имеет остаточный ресурс и может быть использовано повторно после проведения сравнительно небольшого объёма работ по их восстановлению.

Восстановление деталей имеет большое народнохозяйственное значение. Стоимость восстановления деталей значительно ниже стоимости их изготовления. Затраты на восстановление деталей даже в условиях современных небольших авторемонтных предприятия составляют в зависимости от конструктивных особенностей и степени изношенности деталей 10…50% от стоимости новых деталей. При этом чем сложнее деталь и, следовательно, чем дороже она в изготовлении, тем ниже затраты на её восстановление.

При восстановлении деталей сокращаются также расходы, связанные с обработкой деталей, так как при этом обрабатываются не все поверхности деталей, а лишь те, которые имеют дефекты.

Значение восстановления деталей состоит также в том, что оно позволяет уменьшить потребности в производстве запасных частей. При восстановлении деталей достигается наибольшая экономия в расходовании сырьевых, энергетических и трудовых ресурсов. Особенно велико значение восстановления деталей в сокращении расхода металлов. Восстановление деталей позволяет также значительно сократить расходы энергетических и трудовых ресурсов.

**1. КРАТКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА КОНСТРУКТИВНЫХ ОСОБЕННОСТЕЙ ШАТУНА ДВИГАТЕЛЯ ВАЗ-21083, УСЛОВИЯ РАБОТЫ ДЕТАЛИ И ХАРАКТЕРНЫЕ ДЕФЕКТЫ**

Шатун двигателя ВАЗ-21083 изготавливается из стали 40Н2МА (ГОСТ 4543-71), а крышка – из стали 40Х (ГОСТ 4543-71). Шатун соединён с крышкой двумя болтами, ввёрнутыми в резьбовые отверстия тела шатуна. Фиксация шатуна и крышки осуществляется по шлицам и фиксирующему пояску на одном из шатунных болтов. Очень важно для работы шатунных болтов и вкладышей плотное сопряжение шлицев, поэтому грязь, заусенцы и забоины на шлицах не допускаются. Шатун с крышкой составляют комплект, одна из деталей которого не может быть заменена деталью другого комплекта. Перед сборкой шатуна резьбу болтов смазывают графитной смазкой. Затяжку начинают с длинного болта тарированным ключом крутящим моментом 20...22 кгс·м. На шатуне и крышке вблизи стыка наносятся метки спаренности шатуна с крышкой.

В нижней головке шатуна имеется отверстие диаметром мм под вкладыши подшипников, в верхней головке – отверстие диаметром мм под бронзовую втулку. Внутренняя поверхность втулки окончательно обработана до диаметра после запрессовки в отверстие верхней головки шатуна, при этом колебание размера для одного шатуна должно быть не более 0,004 мм.



Шатун работает в очень сложных условиях. Это обусловлено кинематикой работы кривошипно-шатунного механизма (КШМ). Сам стержень шатуна подвергается резким ударным нагрузкам, как на растяжение, так и на сжатие. Верхняя часть шатуна работает в среде с повышенным температурным режимом, поэтому верхняя головка шатуна (бронзовая втулка) чаше выходит из строя. Нижняя головка шатуна работает в среде с температурным режимом значительно меньшим, чем в верхней её части. Однако из-за вытягивания шатунных болтов, а также из-за перегрева двигателя, определённая часть шатунов имеет дефект – проворот вкладышей.

В процессе эксплуатации двигателя у шатунов возникают следующие неисправности:

1. износ верхней головки шатуна;
2. проворот шатунных вкладышей;
3. проворот верхней втулки шатуна;
4. изгиб и скручивание шатуна;
5. вытягивание резьбы.

Шатуны с указанными выше неисправностями восстанавливаются. Технологический процесс восстановления шатуна будет подробно рассмотрен в третьем разделе настоящей пояснительной записки.

**2. ТЕХНИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ НА КОНТРОЛЬ-СОРТИРОВКУ ШАТУНА**

Дефектацию шатуна производят на основании технических условий, составленных в виде карт, в которых указываются общая характеристика детали (материал, термическая обработка, твёрдость и основные размеры), способы обнаружения дефектов, допустимые размеры без ремонта, предельные размеры и способы ремонта. Технические условия на дефектацию и ремонт шатуна представлены в табл. 1.

При дефектовке параметров шатуна проверяют 100% деталей; выборочный контроль недопустим. В процессе контроля все детали разделяют на: годные к использованию без ремонта, требующие ремонта негодные, т.е. подлежащие выбраковке. На годных без ремонта деталях ставят кислотное клеймо годности или их помечают краской зелёного цвета. Детали, требующие ремонта, метят в жёлтый цвет, а выбракованные – в красный.

Контроль деталей выполняют в определённой последовательности. В первую очередь проверяют износы и неисправности, по которым чаще всего выбраковывают деталь. При контроле деталей наружным осмотром следует избегать субъективной оценки их годности. Для этой цели нужно использовать детали с аналогичными дефектами, утверждёнными как эталоны, с которыми дефектовщик сравнивает контролируемую деталь.

Технические требования:

1. Шатун с крышкой в процессе восстановления не должен быть раскомплектован.
2. При контроле по дефекту поз.4, шатунные болты должны быть затянуты моментом Мкр = 21±1,7 кгс·м.
3. Втулка верхней головки шатуна подлежит обязательной замене на новую при проведении капитального ремонта двигателя.
4. При расточке отверстия Ø51,5 мм, на выходах масляных каналов притупить острую кромку фаской или радиусом 0,3 мм и опрессовать с усилием 5000 кгс.

**3. РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА ВОССТАНОВЛЕНИЯ ШАТУНА**

Технологический процесс восстановления детали зависит от оснащённости ремонтной базы необходимым оборудованием, приспособлениями и инструментами (мерительным и технологическим). Для качественной разработки технологического процесса необходимо иметь ремонтный чертёж и технические условия на дефектацию и ремонт восстанавливаемой детали.

**3.1 ВЫБОР ОБОРУДОВАНИЯ ОСНОВНОГО ПРОИЗВОДСТВА**

При разработке технологического процесса восстановления шатуна предусматривается подбор или расчёт оборудования основного производства и подъёмно-транспортного оборудования.

Оборудование основного производства предназначено для непосредственного выполнения работ, связанных с восстановлением шатунов, а подъёмно-транспортное оборудование – для выполнения подъёмно-транспортных работ по перемещению деталей в контейнерах на посты их восстановления.

Оборудование основного производства рассчитывается в зависимости от годового объёма работ, а некоторая часть его подбирается по табелям и каталогам исходя из условий тактической необходимости выполнения определённых операций по восстановлению детали.

Согласно выданного задания на курсовое проектирование предусматривается не расчёт, а лишь подбор необходимого технологического оборудования, поэтому ниже приведен его перечень:

* стол дефектовочный;
* стол слесарный;
* пресс гидравлический, мод.2135-1М;
* станок горизонтальный алмазно-расточной, мод.2712В;
* станок вертикально-хонинговальный, мод.3Г833;
* оправка цеховая, мод.9695P-101;
* приспособление для выпрессовки, мод.9612Р-025;
* приспособление для предварительного крепления болтов шатуна, мод.9694-1014;
* приспособление для затяжки болтов шатуна, мод.9116-200;
* приспособление для шлифования торцов шатуна, мод.9679Р-001;
* приспособление для расточки отверстий шатуна, мод.9675Р-0002;
* приспособление для хонингования, мод.9679Р-007;
* хонинговальная головка, мод.9494-037;
* патрон, мод.9494-07;
* приспособление контрольное, мод.9691-2170.

Инструмент режущий:

* резец специальный, мод.9673-103.

Инструмент измерительный и контрольный:

* нутромер НИ 0...25 ГОСТ 9244-85;
* нутромер НИ 50…120 ГОСТ 9244-85;
* образцы шероховатости ГОСТ 9378-85.

**3.2ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ПРОЦЕСС ВОССТАНОВЛЕНИЯ ШАТУНА**

Технологический процесс восстановления шатуна устанавливает следующую наиболее выгодную последовательность операций:

* операция 005 – выпрессовка втулки верхней головки шатуна;
* операция 010 – расточка верхней головки шатуна под ремонтную втулку;
* операция 020 – запрессовка ремонтной втулки;
* операция 025 – расточка ремонтной втулки под номинальный размер;
* операция 030 – контрольная;
* операция 035 – расточка нижней головки шатуна под ремонтный размер;
* операция 040 – контрольная;
* операция 045 – хонинговка нижней головки шатуна;
* операция 050 – контрольная;
* операция 055 – полировка кромки масляного канала;
* операция 060 – контрольная;
* операция 065 – калибровка резьбы;
* операция 070 – контрольная.

Рассмотрим каждую операцию в отдельности и выполним расчёт режимов обработки.

**ОПЕРАЦИЯ 005 – ВЫПРЕССОВКА ВТУЛКИ**

Этой операцией предусматривается выпрессовка изношенной втулки верхней головки шатуна.

Оборудование:

Пресс гидравлический, мод.2135-1М.

Приспособление:

Оправка цеховая, мод.9695Р-101.

Усилие выпрессовки определяется по формуле:

,



гдеf = 0,12 – коэффициент трения на контактной поверхности, зависящий от шероховатости поверхности, смазки, величины удельного давления и других факторов;

D = 28 мм – номинальный диаметр сопряжения;

Lp = 30 мм – длина сопрягаемой поверхности;

p = 6…7 кг/мм2 – удельное давление на поверхности контакта.

Подставляя значения в формулу 3.3, получим:

Н.



Основное время выпрессовки втулки определено эмпирическим путем и составило t0 = 0,17 мин. Вспомогательное время данной операции составляет 9%, поэтому штучное время равно Тшт = 0,1853 мин.

**ОПЕРАЦИЯ 010 – РАСТОЧНАЯ**

Предусматривается обработка отверстия верхней головки шатуна в размер Ø мм. Шероховатость поверхности Ra = 0,8.



Оборудование:

Станок горизонтальный алмазно-расточной, мод.2712В.

Приспособление:

Приспособление для расточки, мод.9675Р-0002.

Инструмент режущий:

Резец специальный, мод.9673-103.

Инструмент измерительный:

Нутромер НИ 50...120 ГОСТ 9244-85.

Глубина резания при черновой обработке обычно равна всему припуску на обработку; при чистовой обработке с шероховатостью до Ra = 3,2 глубина резания t = 0,5...2,06 мм, при Ra = 1,6 и 0,8 – t = 0,1...0,4 мм.

Подача выбирается из условия прочности державки резца и пластинки из твёрдого сплава, жёсткости обрабатываемой детали и прочности механизма станка. Согласно [5], подача для нашего случая составляет s = 0,05 мм/об.

Скорость резания определяется по формуле:

,



гдеCv – коэффициент, зависящий от условий работы и механических качеств обрабатываемого материала и металла инструмента. Значения Cv представлены в справочных таблицах [5] и для нашего случая коэффициент равен Cv = 10,8;

D = 56,25 мм – диаметр обрабатываемой поверхности;

Т – среднее значение стойкости инструмента, мин. Согласно [5] принимаем Т = 110 мин;

t = 0,125 мм – глубина резания;

s = 0,05 мм/об – подача;

q = 0,6, x = 0,2, y = 0,3, m = 0,25 – показатели степени;

kv – общий поправочный коэффициент, характеризующий конкретные условия эксплуатации. Согласно [5] принимаем kv = 1,0.

Подставляя значения в формулу 3.4, получим:

м/мин.



Крутящий момент определяется по формуле:

,



гдеСм – постоянная условий резания. Согласно [5] См = 90;

q = 1,0, x = 0,9, y = 0,8 – показатели степени;

kp – коэффициент, учитывающий отличные от табличных механические свойства обрабатываемого материала. Согласно [5] kp = 1,0.

Подставляя значения в формулу 3.5, получим:

Н·м.



Осевая сила определяется по формуле:

,



гдеСр – постоянная условий резания. Согласно [5] Ср = 378;

q = 0, x = 1,3, y = 0,7 – показатели степени.

Подставляя значения в формулу 3.6, получим:

Н.



Основное время обработки определяется по формуле:

,



гдеLp = 30 мм – длина обрабатываемой поверхности;

n = 1250 мин-1 – частота вращения шпинделя станка.

Подставляя значения в формулу 3.7, получим:

мин.



Штучное время определяется по формуле:

*Тшт = Т*0 *+ Ту + Тпер + Тоб* ,

где Ту – вспомогательное время на установку и снятие детали, мин. Определяется эмпирическим путём. В нашем случае Ту = 0,88 мин;

Тпер – вспомогательное время, связанное с переходом, мин. Определяется эмпирическим путём. В нашем случае Тпер = 0,23 мин;

Тоб – время обслуживания рабочего места, мин. Составляет 10% от (Т0 + Ту + Тпер). В нашем случае Тоб = 0,159 мин.

Подставляя значения в формулу 3.8, получим:

*Тшт =* 0,48 + 0,88 +0,23 + 0,159 = 1,749 мин.

**ОПЕРАЦИЯ 020 – ЗАПРЕССОВКА ВТУЛКИ**

Этой операцией предусматривается запрессовка ремонтной втулки в отверстие верхней головки шатуна.

Оборудование:

Пресс гидравлический, мод.2135-1М.

Приспособление:

Оправка цеховая, мод.9695Р-101.

Усилие запрессовки определяется по формуле 3.3.

Данные для расчёта:

Коэффициент трения по контактной поверхности f = 0,127.

Номинальный диаметр сопряжения D = 28,25 мм.

Длина сопрягаемой поверхности Lp = 30 мм.

Удельное давление на поверхности контакта p = 7 кг/мм2.

Подставляя значения в формулу 3.3, получим:

Н.



Основное время запрессовки ремонтной втулки определено эмпирическим путём и составило t0 = 0,28 мин. Вспомогательное время составляет 10%, поэтому штучное время равно Тшт = 0,308 мин.

**ОПЕРАЦИЯ 025 – РАСТОЧНАЯ**

Данной операцией предусматривается обработка ремонтной втулки верхней головки шатуна в размер Ø мм. Шероховатость поверхности – Ra = 0,4.



Оборудование:

Станок горизонтальный алмазно-расточной, мод.2712В.

Приспособление:

Приспособление для расточки, мод.9675Р-0002.

Инструмент режущий:

Резец специальный, мод.9673-103.

Инструмент измерительный:

Нутромер НИ 50...120 ГОСТ 9244-85.

Скорость резания определяется по формуле 3.4.

Данные для расчёта:

Коэффициент Сv = 28,1.

Диаметр обрабатываемой поверхности D = 22 мм.

Глубина резания t = 0,1 мм.

Показатели степени q = 0,25; x = 0; y = 0,55; m = 0,125.

Среднее значение стойкости инструмента Т = 110 мин.

Подача s = 0,05 мм/об.

Общий поправочный коэффициент kv = 1,0.

Подставляя значения в формулу 3.4, получим:

м/мин.



Крутящий момент определяется по формуле 3.5.

Данные для расчёта:

Постоянная условий резания См = 12.

Показатели степеней q = 2,0; x = 0; у = 0,8.

Поправочный коэффициент kp = 1,0.

Подставляя значения в формулу 3.5, получим:

Н·м.



Осевая сила определяется по формуле 3.6.

Данные для расчёта:

Постоянная условий резания Ср = 315.

Показатели степеней q = 1,0; x = 0; y = 0,8.

Остальные значения, см, формулу 3.6.

Подставляя значения в формулу 3.6, получим:

кг.



Основное время обработки определяется по формуле 3.7.

Данные для расчёта:

Длина обрабатываемой поверхности Lp = 30 мм.

Частота вращения шпинделя станка n = 1250 мин-1.

Подставляя значения в формулу 3.7, получим:

мин.



Штучное время определяется по формуле 3.8.

Вспомогательное время на установку и снятие детали Ту = 0,88 мин.

Вспомогательное время, связанное с переходом Тпер = 0,23 мин.

Время обслуживания рабочего места Тоб = 0,159 мин.

Подставляя значения в формулу 3.8, получим:

*Тшт =* 0,48 + 0,88 +0,23 + 0,159 = 1,749 мин.

**ОПЕРАЦИЯ 035 – РАСТОЧНАЯ**

Предусматривается обработка нижней головки шатуна под ремонтный размер Ø мм. Шероховатость поверхности Rа = 0,8.



Оборудование:

Станок горизонтальный алмазно-расточной, мод.2712В.

Приспособление:

Приспособление для расточки, мод.9675Р-0002.

Инструмент режущий:

Резец специальный, мод.9673-103.

Инструмент измерительный:

Нутромер НИ 50...120 ГОСТ 9244-65.

Скорость резания определяется по формуле 3.4.

Данные для расчёта:

Коэффициент Cv = 10,8.

Диаметр обрабатываемой поверхности D = 52 мм.

Среднее значение стойкости инструмента Т = 110 мин.

Глубина резания t = 0,25 мм.

Подача s = 0,05 мм/об.

Показатели степеней q = 0,6; x = 0,2; y = 0,3; m = 0,25.

Общий поправочный коэффициент kv = 1,0.

Подставляя значения в формулу 3.4, получим:

м/мин.



Крутящий момент определяется по формуле 3.5.

Данные для расчёта:

Постоянная условий резания Cм = 90.

Показатели степеней q = 1,0; x = 0,9; y = 0,8.

Коэффициент kр = 1,0.

Подставляя значения в формулу 3.5, получим:

кг·м.



Осевая сила определяется по формуле 3,6.

Данные для расчёта:

Постоянная условий резания Ср = 378.

Показатели степеней q = 0; x = 1,3; y = 0,7.

Подставляя значения в формулу 3.6, получим:

Н.



Основное время обработки определяется по формуле 3.7.

Данные для расчёта:

Длина обрабатываемой поверхности Lp = 30 мм.

Частота вращения шпинделя n = 1250 мин-1.

Подставляя значения в фоюрмулу 3.7, получим:

мин.



Штучное время определяется по формуле 3.8.

Вспомогательное время на установку и снятие детали Ту = 0,88 мин.

Вспомогательное время, связанное с переходом Тпер = 0,23 мин.

Время обслуживания рабочего места Тоб = 0,159 мин.

Подставляя значения в формулу 3.8, получим:

*Тшт =* 0,84 + 0,88 +0,23 + 0,159 = 1,749 мин.

**ОПЕРАЦИЯ 045 – ХОНИНГОВАЛЬНАЯ**

Данной операцией предусматривается обработка поверхности нижней головки шатуна до шероховатости Ra = 0,4.

Оборудование:

Станок вертикально-хонинговальный, мод.3Г833.

Приспособление:

Приспособление для хонингования, мод.9679Р-007.

Инструмент:

Головка хонинговальная, мод.9494-037.

Инструмент контрольный:

Образцы шероховатости ГОСТ 9378-85.

Режим обработки при хонинговании заключается в подборе окружной скорости и давлении брусков.

На процесс хонингования оказывает влияние соотношение:

,



гдеVкол – скорость колебательного движения, м/мин. Vкол , согласно [5], не превышает 5...7 м/мин;

Vвр – окружная скорость брусков, м/мин;

k – соотношение при однократном хонинговании после шлифования составляет 5...7.

Преобразуя формулу 3.9, получим окружную скорость:

.



Подставляя значения в формулу 3.10, получим:

м/мин.



Удельное давление брусков при хонинговании находится в пределах 1…3 кг/см2.

Длину брусков выбирают в зависимости от длины обрабатываемого отверстия:

*l* = (1,0…1,2) · *Lp* ,

гдеl – длина брусков, мм.

Подставляя значения в формулу 3.11, получим:

*l* = 1,2 · 30 = 36 мм.

Принимаем l = 40 мм.

В качестве рабочей жидкости применяется смесь керосина (80...90%) с веретённым маслом (10...20%).

Основное время хонингования определено эмпирическим путём и составило t0 = 0,67 мин.

Штучное время определяется по формуле 3.8.

Вспомогательное время на установку и снятие детали Ту = 0,88 мин.

Вспомогательное время, связанное с переходом Тпер = 0,23 мин.

Время обслуживания рабочего места Тоб = 0,178 мин.

Подставляя значения в формулу 3.8, получим:

*Тшт =* 0,67 + 0,88 +0,23 + 0,178 = 1,958 мин.

**ОПЕРАЦИЯ 065 – СЛЕСАРНАЯ**

Предусматривается калибровка резьбы шатуна.

Оборудование:

Стол слесарный, мод.0Рц-00.003.00.

Приспособление:

Тиски станочные ГОСТ 4045-87.

Инструмент:

Метчик М 10×1,25-7H ГОСТ 9522-80.

Калибровка резьбы выполняется вручную, основное время данной операции определено эмпирическим путём и составило t0 = 0,97 мин.

Штучное время определяется по формуле 3.8.

Вспомогательное время на установку и снятие детали Ту = 0,88 мин.

Вспомогательное время, связанное с переходом Тпер = 0,23 мин.

Время обслуживания рабочего места Тоб = 0,208 мин.

Подставляя значения в формулу 3.8, получим:

*Тшт =* 0,97 + 0,88 +0,23 + 0,208 = 2,288 мин.

**4. ПРОЕКТИРОВАНИЕ ПРИСПОСОБЛЕНИЯ ДЛЯ РАСТОЧКИ ОТВЕРСТИЙ В ГОЛОВКАХ ШАТУНА**

Восстановление отверстия в нижней головке шатуна производят под ремонтный размер. Растачивание шатуна производят на алмазно-расточном станке мод.2712В в специальном приспособлении мод.9675В-0002.

Приспособление для расточки нижней головки шатуна представлено в графической части данного курсового проекта.

В этом случае, в корпус (19) приспособления устанавливают съёмную приставку (6) и крепят болтами. На приставку устанавливают шатун, базируя отверстие в верхней головке на установочный палец (16) и упор (17). С помощью втулки (5) фиксируют отверстие нижней головки относительно оси шпинделя станка съёмным пальцем (2). Устанавливают прижимную планку (4), крепят шатун в приспособлении накидной гайкой (3), вынимают съёмный палец (2) и растачивают отверстие.

Расточку отверстия производят в два прохода. Предварительно растачивают отверстие до Ø51,9 мм резцом мод.9673-103 (частота вращения расточной головки n = 372 мин-1, подача s = 0,23 мм/об). Окончательно растачивают отверстие до Ø52 мм резцом мод.9673-103 с пластинкой из твёрдого сплава Т30К4 (частота вращения расточной головки n = 1250 мин-1, подача s = 0,05 мм/об). После расточки отверстие нижней головки шатуна хонингуют.

При ослаблении посадки или провороте бронзовой втулки отверстие в верхней головке после выпрессовки втулки растачивают под ремонтный размер Ø28,25 мм. Расточку отверстия под ремонтную втулку и во втулке под поршневой палец производят на алмазно-расточном станке мод.2712В, в приспособлении, представленном в графической части данного курсового проекта.

В этом случае, с корпуса (19) приспособления снимают съёмную приставку (6), а на её место устанавливают съёмную приставку (10) и крепят болтами. На приставку устанавливают шатун, базируя отверстие в нижней головке на установочный палец (16) и упор (17). Фиксируют отверстие верхней головки относительно оси шпинделя станка съёмным пальцем (14), крепят шатун в приспособлении болтом (13) и вынимают съёмный палец (14). Растачивают отверстие под ремонтную втулку. В расточенное отверстие запрессовывают ремонтную втулку, изготовленную из бронзы Бр0ЦС 5-5-5 ГОСТ 613-85.

В данном приспособлении необходимо определить силу затяжки болта (13). Для расчёта используются следующие данные:

* Резьба болта М24.
* Усилие рабочего на рукоятке ключа Рр = 250 Н.
* Коэффициент трения в резьбе и на опорном торце гайки f = fт = 0,127.
* Расчётная длина рукоятки ключа L = 15d.

По табл.4.2 [3] устанавливаем, что резьба имеет крупный шаг S = 3 мм, d2 = 22,051 мм.

Угол подъёма резьбы, образованный винтовой линией по среднему диаметру резьбы и плоскостью, перпендикулярной к оси резьбы определяется по формуле:

,



гдеS = 3 мм – шаг резьбы;

d2 = 22,051 мм – средний диаметр резьбы.

Подставляя значения в формулу 4.1, получим:

.



Отсюда λ = 2º29'.

Приведенный угол трения определяется по формуле:

,



гдеf = 0,127 – коэффициент трения;

α – угол трения резьбы, град. Для метрической резьбы α = 60º.

Подставляя значения в формулу 4.2, получим:

.



Отсюда θ = 7º53'.

Полный момент, создаваемый усилием, приложенным к рукоятке ключа, при возникновении в болте силы затяжки, определяется из равенства:

,



гдеV – сила затяжки болта, Н;

D = 32 мм – наружный диаметр опорной поверхности гайки, принимаемый равным её размеру под ключ;

dc = 25 мм – внутренний диаметр опорной поверхности.

Подставляя значения в формулу 4.3, получим:

.



Преобразуя формулу 4.3, получим значения силы затяжки болта:

.



Подставляя значения в формулу 4.4, получим:

Н.



Следовательно, сила затяжки болта (13) спроектированного приспособления должна быть в пределах V = 24,1 кН.

**ЗАКЛЮЧЕНИЕ**

В данном курсовом проекте был разработан технологический процесс восстановления шатуна двигателя ВАЗ-21083.

Для выполнения поставленной задачи были выявлены основные дефекты шатуна, возникающие при эксплуатации двигателя, указана методика их обнаружения и перечислен необходимый для этого измерительный инструмент.

Затем была предложена возможная технология восстановления шатуна, содержащая информацию о последовательности проведения ремонтных операций, их сущности, а также об оборудовании и инструменте, необходимом для их выполнения и контроля.

Особое внимание следует обратить на то, что контроль необходимо проводить не только при выходе шатуна из ремонта, но и после каждой технологической операции.

В заключительной части данного курсового проекта было разработано приспособление для расточки нижней головки шатуна, облегчающее работу слесаря-станочника и уменьшающее трудоемкость проведения данной операции.

**СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ**

1.Ремонт автомобилей: Учебник для вузов. / Л.В. Дехтеринский, К.Х. Акмаев, В.П. Апсин и др.; Под ред. Л.В. Дехтеринского. - М.: Транспорт, 1992. – 295 с.

2.Дюмин И.Е., Трегуб Г.Г. Ремонт автомобилей. / Под ред. И.Е. Дюмина. – 2-е изд., стер. – М.: Транспорт, 1998. – 280 с.

3.Ремонт автомобилей: Учебник для автотрансп. техникумов. / Румянцев С.И., Боднев А.Г., Бойко Н.Г. и др.; Под ред. С.И. Румянцева. – 2-е изд., перераб. и доп. - М.: Транспорт. 1988. – 327 с.

4.Восстановление автомобильных деталей: Технология и оборудование: Учеб. для вузов. / В.Е. Канарчук, А.Д. Чигринец, О.Л. Голяк, П.М. Шоцкий. – М.: Транспорт, 1995. – 303 с.

5.Справочник технолога-машиностроителя. В 2-х т. / Под ред. А.Г. Косиловой и Р.К. Мещерякова. - 4-е изд., перераб. и доп. – М.: Машиностроение, 1986.

6.Анурьев В.И. Справочник конструктора-машиностроителя. В 3-х т. – 5-е изд., перераб. и доп. – М.: Машиностроение, 1980.

7.ГОСТ 2.604-68 ЕСКД. Чертежи ремонтные. – М.: Изд-во стандартов, 1970.

8.ГОСТ 3.1119-83 Общие требования к комплектности и оформлению комплектов документов на единичные технологические процессы. – М.: Гос. комитет СССР по стандартам, 1984.