

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ
ФЕДЕРАЦИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Тольяттинский государственный университет»

Институт машиностроения
(наименование института полностью)

Кафедра «Оборудование и технологии машиностроительного производства»
(наименование)

15.04.05 «Конструкторско-технологическое обеспечение
машиностроительных производств»
(код и наименование направления подготовки)

Технология автоматизированного машиностроения
(направленность (профиль))

**ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА
(МАГИСТЕРСКАЯ ДИССЕРТАЦИЯ)**

на тему: Модернизация технологии сборки двигателя

Студент

С.Ю. Чепайкин

(И.О. Фамилия)

(личная подпись)

Научный

к.н.т, доцент, А.А. Козлов

руководитель

(ученая степень, звание, И.О. Фамилия)

Тольятти 2020

Содержание

ВВЕДЕНИЕ	3
1 Методика проектирования сборочных процессов	5
1.1 Требования, предъявляемые при сборке	5
1.2 Алгоритм проектирования	6
1.3 Нормирование сборочных операций.....	7
1.4 Оборудование, используемое при сборке.....	11
1.5 Инструмент для сборочных операций	13
2 Описание двигателя 21179	14
2.1 Технические характеристики двигателя	14
2.2 Описание состава двигателя	15
2.3. Действующий технологический процесс сборки	21
3 Анализ вводимых комплектующих и объём модернизации.....	43
3.1 Описание технологического процесса для обновленного двигателя после модернизации.....	58
3.2 Затраты на модернизацию	67
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	70
СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ	71
ПРИЛОЖЕНИЕ А Технология сборки до модернизации	74
ПРИЛОЖЕНИЕ Б Технология сборки после модернизации	86

ВВЕДЕНИЕ

Двигатель внутреннего сгорания – это очень сложный механизм, при помощи которого автомобильный транспорт, в том числе: речные суда, мотоциклы, самолёты, тракторы имеют возможность совершать движение. По сути, двигатель является «Сердцем» всех средств передвижения.

Наиболее распространены следующие типы двигателей внутреннего сгорания:

- Поршневые (камерой сгорания служит цилиндр, возвратно поступательное движение поршня с помощью кривошипно-шатунного механизма преобразуется во вращение вала);

- Газотурбинные двигатели (преобразованию энергии газов служит ротор с лопатками специального профиля);

- Роторно-поршневые двигатели (камеру сгорания ограничивает треугольный ротор, выполняющий функцию поршня);

- Реактивные двигатели (развиваемая двигателем мощность сразу используется для поступательного движения ракеты или самолёта, дополнительное преобразование в крутящий момент и трансмиссия отсутствует, двигатель является движителем, поэтому имеет наивысшие удельные мощностные показатели и является единственным видом двигателей, который способен выводить аппараты на орбиту);

- Турбореактивные двигатели (являются разновидностью реактивных двигателей, в качестве окислителя используется атмосферный воздух, предварительно сжимаемый компрессорной частью);

- Турбовинтовые двигатели (газотурбинные двигатели, работающие на винт, основной зоной применения которых является авиация, в виду более высокого КПД на умеренных скоростях по сравнению с турбореактивными).

В современное время, самыми распространёнными типами двигателей являются двигатели поршневого типа. Основными преимуществами двигателя такого типа являются:

- Компактность;
- Лёгкость;
- Наличие одной головки цилиндров;
- Высокая ремонтпригодность;
- Сравнительно невысокая цена обслуживания.

Тема диссертации «Модернизации технологии сборки двигателя» очень актуальна в сегодняшнее время. Такие процессы как автоматизации и механизация на сборочной линии имеют огромное значение в развитии производства.

Экономические целесообразно применять разные машины и оборудование механизированного типа в процессе сборки таких транспортных средств как автомобиль. Поскольку снижается трудоемкость, затрачиваемая рабочими, время работы, повышаются такие показатели как культура производства, чистота производства.

Целью работы является разработка технологического процесса сборки двигателя. В связи с введением двигателей нового типа, которые имеют разные комплектующие, необходимо модернизировать линию сборки и исключить перепутывание, повысить качество сборки, устранить ряд дефектов в старых моделях и оснастить линию современными инструментом и автоматическими позициями, которые позволят уменьшить трудоёмкость, брак и повысят культуру производства, в связи с введением системы APW.

В процессе написания магистерской диссертации перед нами были поставлены следующие задачи:

1. Анализ действующего технологического процесса сборки двигателя.
2. Прорабатывание объёма модернизации с учетом новых вводимых комплектующих.
3. Приблизительный расчёт себестоимости модернизации.

1 Методика проектирования сборочных процессов

Технологический процесс по ГОСТ 23887-79 , в нашем случае сборка – это совокупность операций/действий по фиксации, координации, креплению деталей машин и сборочных единиц для обеспечения их относительного движения, положения, в процессе выполнения ими их функциональных назначений.

По своей сути сборка – это процесс образования разъёмных или же неразъёмных соединений.

Соединения бывают следующих видов:

- Разъёмные и неразъёмные. Критерий: целостность соединений;
- Подвижные и неподвижные. Критерий: подвижность составных частей;
- Плоские, цилиндрические, овальные, спиральные и т.д. Критерий: форма сопрягаемой поверхности;
- Резьбовые, штифтовые, шпоночные, заклепочные и т.д. Критерий: метод образования крепежных соединений

1.1 Требования, предъявляемые к сборке

Список требований, предъявляемых к сборочным изделиям, можно описать следующими элементами:

1. Разбивание сборочных единиц на рациональные части, что является значимо, в условиях, когда сборка узлов производится параллельно.
2. Разработка конструкции объекта с учетом того, что число соединений должно быть минимальным. Это позволяет создавать более короткие размерные цепи с целью обеспечения собираемости изделия.
3. Использование и разработка таких конструкторских баз, которые в процессе изготовления детали являются одновременно измерительными и технологическими базами.

4. Применение деталей стандартных и унифицированных, а также сборочных единиц, что позволит разрабатывать простые конструкции оригинальных деталей.

5. Возможность использования таких параметров как: механизация и автоматизация сборочных изделий в производствах средней и массовой серии.

1.2 Алгоритм проектирования

Алгоритм сборки можно представить в следующем виде:

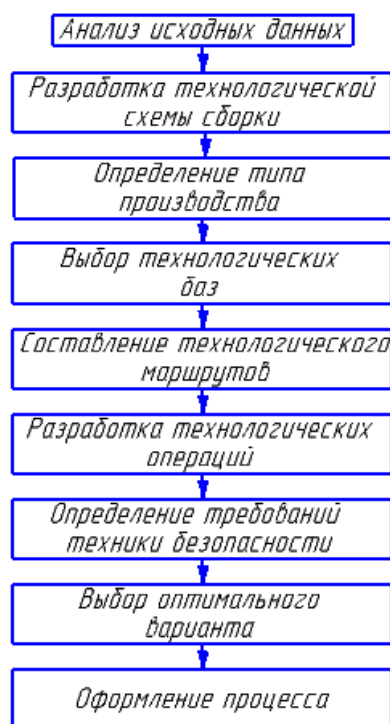


Рисунок 1 – Алгоритм проектирования

Под исходными данными можно понимать такую документацию как: рабочий чертёж детали, программу выпуска изделий на предприятии, способность предприятия производить продукцию с высоким качеством.

Технологический процесс сборки представляет собой документацию, в которой отображена последовательность сборки какого-либо узлового компонента, который был разработан в соответствии со сборочными чертежами.

Перед тем, как начать сборочный процесс необходимо выбрать такое изделие, которое можно принять за базовое и относительно него уже и будут определены положения других деталей.

Технологическая схема сборки – это документ, содержащий в себе последовательность действий сборки узла, составленный на основе сборочных чертежей. Для того, чтобы начать сборку, нужно выбрать деталь, которую можно принять как за базовую, и которая наилучшим образом будет определять положение других деталей относительно неё. Технологические схемы сборки дают возможность посмотреть технологичные и конструктивные параметры при сборке, а также позволяют исключить ошибку потери какой-либо детали, входящей в узел.

Для расчёта трудоёмкости при сборке надо просуммировать все работы, происходящие при сборке. Работы делятся на следующие подтипы:

- Основные;
- Дополнительные.

Основные включают в себя работы по сборке узлов, контроль как входной, так и выходной. Дополнительными можно назвать процессы, не влияющие на сборку изделия, например отметка о качественном выполнении операции.

Для определения затрат по рабочему времени, которое необходимо для выполнения производственного плана необходимо определить установленную норму времени.

1.3 Нормирование сборочных операций

Нормирование сборочных операций – ответственное мероприятие, с помощью которого задают производительность на рабочих постах, устанавливают нормативы оплаты труда и осуществляют расчёт плана производства. На основе технологического нормирования можно определить трудоёмкость на сборочных постах, что позволит спроектировать современные сборочные цеха.

Штучное время – это такое время, которое является отношением выполнения, в нашем случае сборочной операции, к числу узлов, одновременно собираем на одном рабочем посту.

Существует 3 типа для нормирования затрачиваемого на производство времени:

- 1) Технических расчёт норм времен с помощью нормативов;
- 2) Расчёт нормы времени на основе исследования затрат по рабочему времени;
- 3) Нормирований операций по укрупненным типовым документам

При нормировании с помощью 1 типа, время операции считают расчётным путем по действиям, используя нормативные документы, которые представляют собой продолжительно выполнения отдельных действий.

Нормативное время задают по результатам анализирования содержания и последовательности выполнения рабочим элементов, при самом выгодном использовании его эксплуатационных характеристик.

Применяю методом расчета времени на основе исследований, нормативное время задают, основываясь на изучении затрат по рабочему времени (наблюдение с хронометражем) непосредственно в производственной среде. Этот метод нужен для освоения передовых приемов в труде.

При нормировании операции по укрупненным типовым документам, норму времени определяют приблизительно, по документам, которые были разработаны для операций типового характера, которые в свою очередь создаются для типовых действий и процессов по разным видам деятельности.

При аналитическом способе технического нормирования норму времени и техническое время выработки задают на все присутствующие сборочные операции.

Для производства, которое является неавтоматизированным штучное время будет рассчитывать по следующему выражению:

$$T_{шт} = t_o + t_b + t_{об} + t_{п}; \quad (1)$$

где t_o – основное время;

t_b – вспомогательное время;

$t_{об}$ – время обслуживания рабочего места;

$t_{п}$ – время для перерывов

В процессе сборки на конвейере при периодическом движении в состав времени штучного заложено время, затрачиваемое на перемещение детали от одного поста к другому, а при сборе на конвейере, где непрерывное движение – время перехода рабочих к начальной позиции.

Время, называемое технологическим (основным) несет в себя такие данные как: изменение состояние узла в процессе сборки. Она тратится на осуществление соединений, пригонку деталей и регулирование деталей, которые являются сопрягаемыми, а также на подбор и сортирование изделий и подготовку их к сборочному процессу.

Время, которое является вспомогательным, берёт в основу действия, которые обеспечиваю выполнение производственной работы. Это время стоит из времени на базирование, крепление, снятие собираемой части узла; управления оборудованием.

Сумму основного и вспомогательного времен называют временем оперативным $t_{оп}$. По большей части элементы в основном и вспомогательном времени очень тесно связаны между собой.

Штучное время при сборке определяется следующей формулой:

$$T_{шт} = t_{оп} \cdot \left(1 + \frac{\beta + \gamma}{100} \right); \quad (2)$$

где β и γ – коэффициенты, определяющие время организационного обслуживания и время перерывов в работе (в процентном соотношении).

Есть два метода исследования рабочего времени с помощью эффекта наблюдения: использование хронометража или же посредством фотографии рабочего дня. По хронометражу определяют такие затраты на время, которые возникают при выполнении циклических и повторяющихся механизированно-

ручных или вовсе ручных действий при выполнении операции. Это позволяет установить их нормативную продолжительность.

Фотография рабочего дня – это мероприятие, которое позволяет вести наблюдение и последовательно помогает определить все затраты по рабочему времени в течении нескольких рабочих смен. Главное назначение фотографии рабочего дня – суметь определить потери в рабочем времени, правильно установить время на обслуживание рабочего поста и время перерывов.

Под трудоёмкость понимают количество используемого труда в человеко-часах, которое затрачивается на сборочный процесс. Трудоёмкость для сборочного изделия состоит из времени штучного по всем операциям на сборочной линии.

Ориентировочно трудоёмкость сборки определяется с помощью метода сравнения, это происходит в то время, когда собираются несколько деталей, которые схожи по конструкции и степени точности, но в то же время они разные по размеру. С помощью аналитическо-расчётного способа определяют трудоёмкость для сборки T для выбранного узла, после этого определяется трудоёмкость по сборке для остальных изделий ряда:

$$T_{шт} = T \sqrt[3]{\left(\frac{Q_x}{Q}\right)^3} \text{ или } T_{шт} = T \sqrt[3]{\left(\frac{Q_x}{Q}\right)^2} \quad (3)$$

где Q – масса детали;

Q_x – масса нормируемой детали;

Первая формула применима тогда, когда есть большой объём работ по пригонке, вторая при малом объёме по пригонке.

Для определения такта, например на линии сборки, принято использовать следующую формулу:

$$\tau_B = \frac{60 \cdot \Phi_D}{N_r}; \quad (4)$$

где Φ_D – годовой фонд рабочего времени.

В операциях, посвященных сборке выделяют следующие этапы:

1. Захват собираемых изделий и перемещение их на позицию пост сборки, а также процесс базирования собираемых деталей. Описывается способом, который был принят для захвата детали и её перемещения.

2. Условная ориентация деталей на позициях сборки, что должно обеспечивать их собираемость. Описывается выбором способа для совмещения поверхностей сопряжения.

3. Сопряжение подсобираемых деталей, зависящее от геометрии формы сопрягаемых поверхностей изделий и от того, какой вид имеет сборочное движение.

4. Закрепление собираемых деталей, принимается в зависимости от метода преобразования соединения, который был выбран.

5. Контроль при сборке, обуславливается методом контроля и значениями его параметров.

6. Съём собранного узла с оборудования, будет зависеть от того, какие были технические средства и какой метод применялся.

В зависимости от того, какой вид выполняемых сборочных операций на линии выполнялся, а также от того какие были сборочные комплекты, может случиться совмещение нескольких этапов или пропуск этих этапов.

Время выполнения сборочных операций связывают с тактом сборки, который был расчетным.

1.4 Оборудование, используемое при сборке

Оборудования для сборочных работ подразделяется на 2 группы. Первая группа относится к оборудованию технологическому, а вторая к вспомогательному. Технологическое оборудование обеспечивается выполнение работ по сборке изделия, а также контроля.

Перечень вспомогательной группы оборудования изображен на рисунке, представленном ниже:

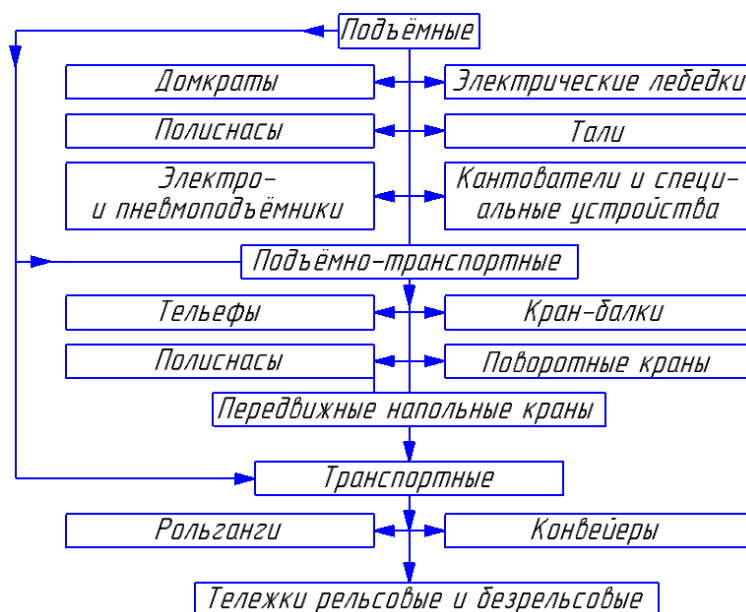


Рисунок 2 – Вспомогательное оборудование

Так же существуют средства для транспортной сборки. Которые служат главным образом для подвижной сборки (Рисунок 3).

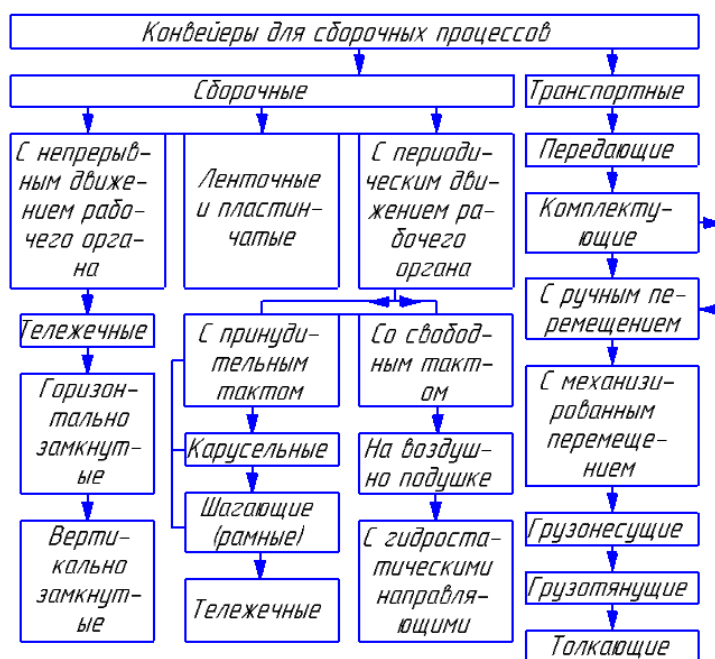


Рисунок 3 – Типы конвейеров, которые применяются при сборке

За счёт приспособлений для сборки деталь или узел быстро снимается или устанавливается. Существуют приспособления разных типов: механического, гидравлического, пневматического и пневмогидравлического типа. Тип приводов приспособлений выбирают в зависимости от результата экономического расчёта.

1.5 Инструмент для сборочных операций

Инструмент для сборки условно можно поделить на 2 группы: инструмент вспомогательный и инструмент основной. К таким инструментам можно отнести инструменты ручного и механизированного типов.

К инструменту ручного типов относится: молоток; кернер; слесарно-сборочный гаечный ключ, напильник, притир и т.д. К инструменту механизированного типа относится: гайковёрт, винтовёрт, шпильковёрт и т.д.

При помощи такого инструмента возможно значительно повысить трудовую производительность (в 1,5 – 2 раза), а также повысить качество при сборке по сравнению с инструментом ручного типа. Вес таких инструментов может варьироваться от 1 до 10 кг, в зависимости от выполняемой функции инструментам.

На рисунке 4 показаны виды машин ручного типа:

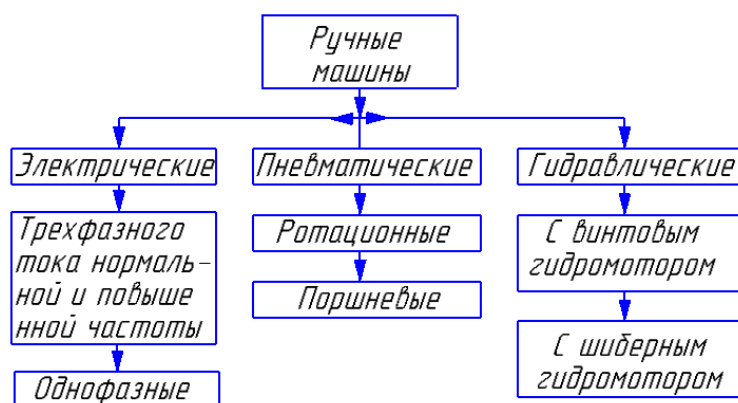


Рисунок 4 – Машины ручного типа

2 Описание двигателя 21179

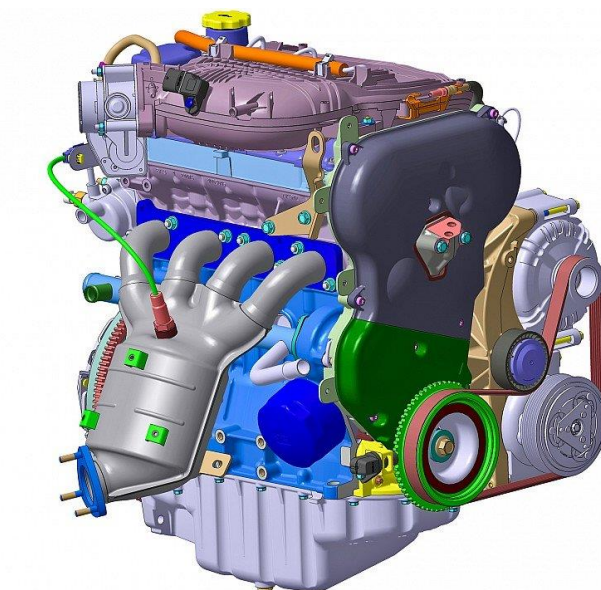


Рисунок 5 – Изображение двигателя 21179

Впервые этот двигатель вышел на рынок в феврале 2016 года. Концерн охарактеризовал его как двигатель 21179 с объёмом 1,8 литра.

Список автомобилей, на которые устанавливается двигатель:

- LADA XRAY; LADA VESTA.

2.1 Технические характеристики двигателя

Двигатель 1,8 литра является 4-ех цилиндровым рядным и имеет обозначение 21179. Он был создан на базе действующего двигателя 21127 и имеет мощность, которая в перерасчёте на лошадиные силы составляет 122 л.с.

Такого прироста объёма и мощности достигли за счёт увеличения хода шатунно-поршневой группы в цилиндрах, сохранив при этом диаметральные размеры цилиндров, так же поменялся профиль кривошипа коленвала.

Под крышкой корпуса подшипников распределительных валов установлены два распредвала, а каждый из цилиндров имеет по 2 впускных и 2 выпускных клапана.

2.2 Описание состава двигателя

Двигатель 21179 состоит из номенклатуры деталей, перечень которых можно увидеть на представленных рисунках:

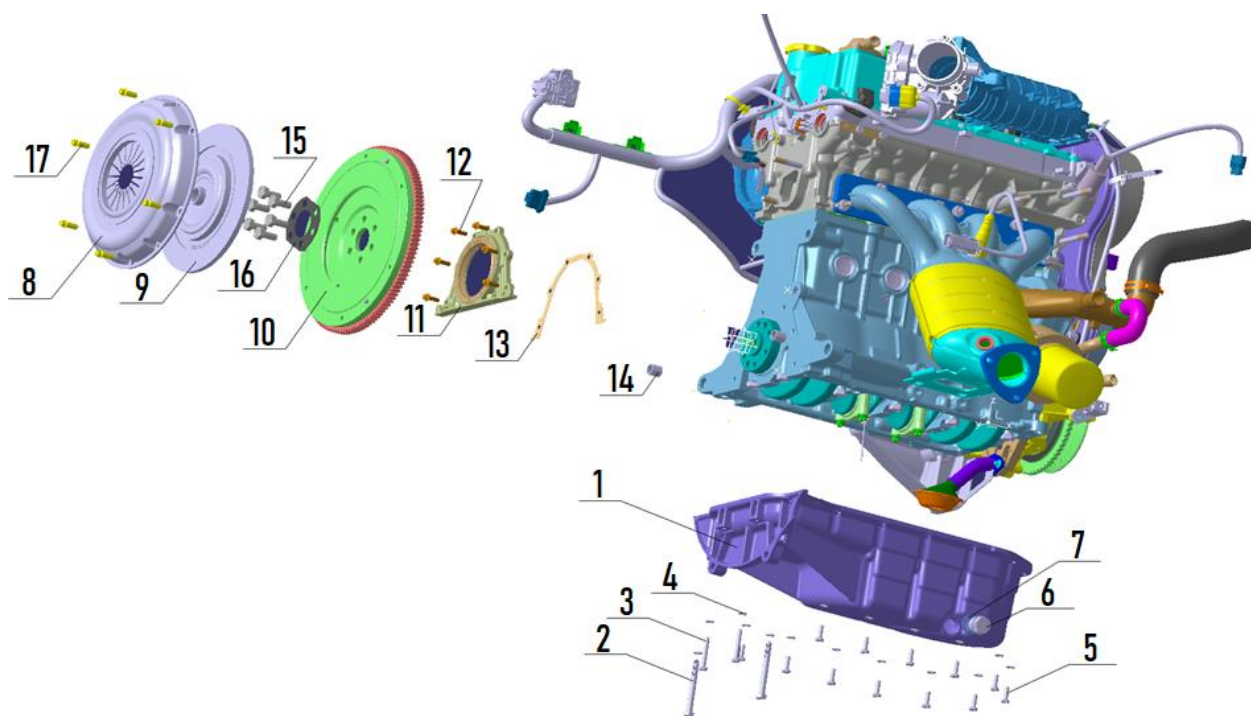


Рисунок 6 – Детали сцепления и масляного картера

где 1 – картер масляный (1 шт.); 2 – болт крепления картера L=100 мм (2 шт.); 3 – болт картера L=60 мм (2 шт.); 4 – шайба (16 шт.); 5 – болт крепления картера L=35 мм (12 шт.), 6 – пробка сливного отверстия масляного картера (1 шт.); 7 – фланец пробки сливного отверстия картера (1 шт.), 8 – диск сцепления нажимной с нажимной пружиной в сборе (1 шт.); 9 – диск ведомый (1 шт.); 10 – маховик (1 шт.); 11 – держатель заднего сальника коленвала в сборе (1 шт.); 12 – болт крепления держателя заднего сальника коленчатого вала (1 шт.); 13 – прокладка держателя заднего сальника (1 шт.); 14 – втулка установочная верхней части картера сцепления (1 шт.); 15 – болт крепления маховика (6 шт); 16 – шайба болтов крепления маховика (6 шт.); 17 – болт крепления диска сцепления нажимного (6 шт.).

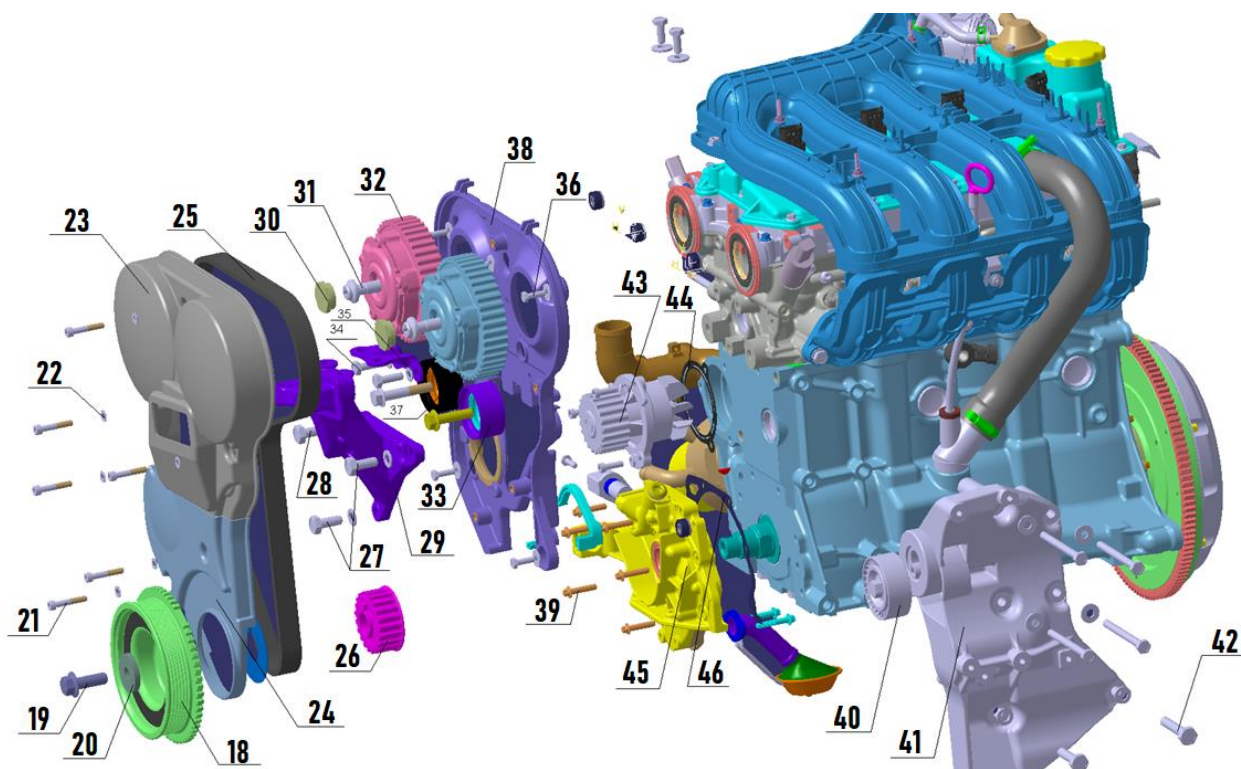


Рисунок 7 – Состав привода газораспределительного механизма,

масляного/водяного насоса

где 18 – демпфер (1 шт.); 19 – болт крепления шкива коленчатого вала (1 шт.); 20 – шайба крепления зубчатого шкива коленчатого вала (1 шт.); 21 – винт крепления рампы (6 шт.); 22 – шайба крепления рампы (6 шт.); 23 – крышка ГРМ передняя верхняя (1 шт.); 24 – крышка ГРМ передняя нижняя (1 шт.); 25 – ремень зубчатый (1 шт.); 26 – шкив зубчатый коленчатого вала (1 шт.); 27 – болт (2 шт.); 28 – болт крепления подушки штанги (1 шт.); 29 – кронштейн (1 шт.); 30 – заглушка (1 шт.); 31 болт механизма поворота распределительного вала (2 шт.); 32 – механизм поворота впускного распределительного вала (1 шт.); 33 – ролик опорный (1 шт.); 34 – болт (2 шт.); 35 – шайба (1 шт.); 36 – болт (5 шт.); 37 – натяжитель ремня (1 шт.); 38 – крышка ГРМ задняя (1 шт.); 39 – болт крепления масляного насоса (3 шт.); 40 – натяжитель ремня (1 шт.); 41 – кронштейн генератора (1 шт.); 42 – болт (6 шт.); 43 – водяной насос (1 шт.); 44 – прокладка водяного насоса (1 шт.); 45 – масляный насос (1 шт.); 46 – прокладка масляного насоса.

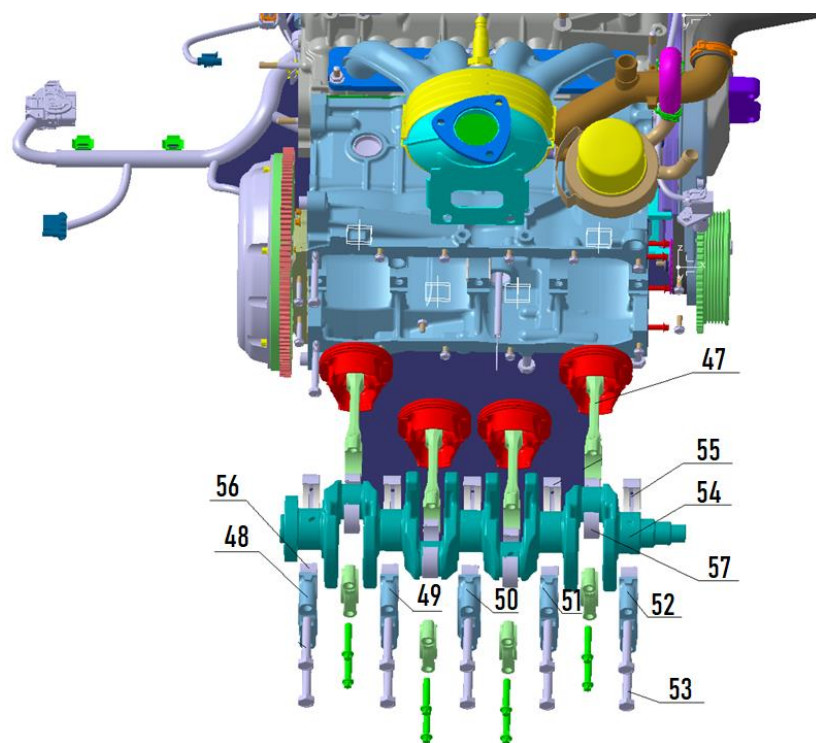


Рисунок 8 – Шатунно-поршневая группа

где 47 – поршень и шатун в сборе (4 шт.); 48 – крышка первого подшипника коленчатого вала (1 шт.); 49 – крышка второго подшипника коленчатого вала (1 шт.); 50 – крышка третьего подшипника коленчатого вала (1 шт.); 51 – крышка четвертого подшипника коленчатого вала (1 шт.); 52 – крышка пятого подшипника коленчатого вала (1 шт.); 53 – болт крепления коренных крышек (10 шт.); 54 – коленвал (1 шт.); 55 – вкладыш коренного подшипника верхний (5 шт.); 56 – вкладыш коренного подшипника нижний (5 шт.); 57 вкладыш шатуна (10 шт.).

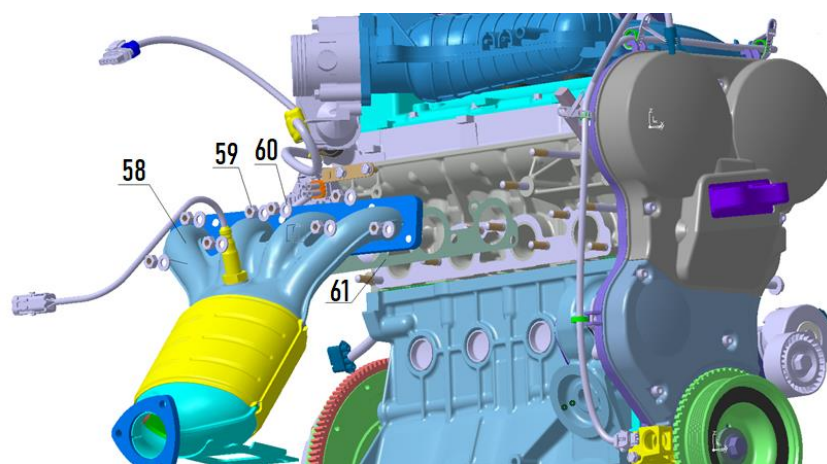


Рисунок 9 – Система выпуска отработанных газов

где 58 – труба приемная глушителя с нейтрализатором в сборе (1 шт.);
 59 – гайка (8 шт.); 60 – шайба (8 шт.); 61 прокладка выпускного коллектора (1 шт.);

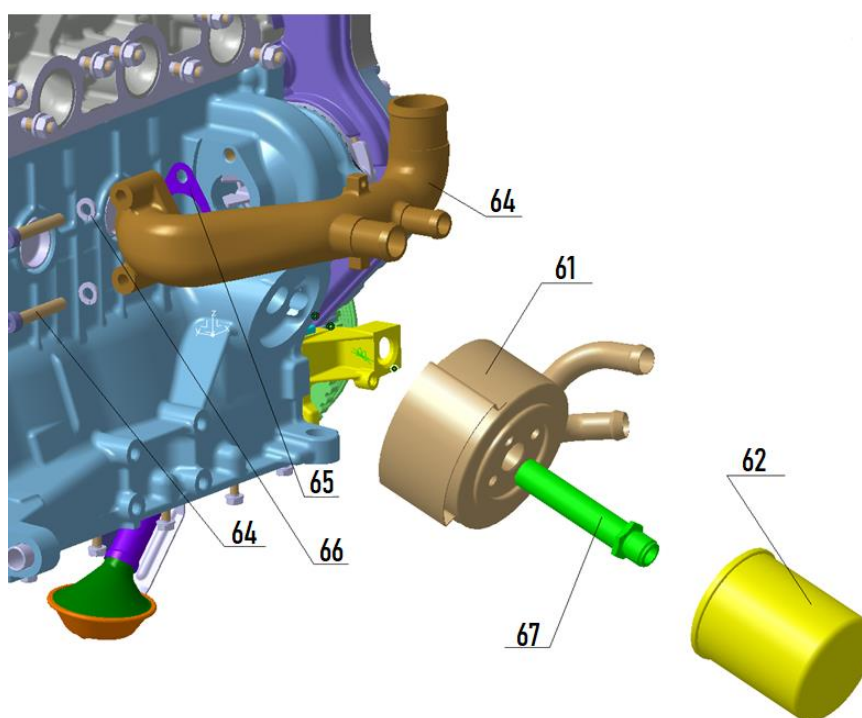


Рисунок 10 – Система охлаждения двигателя и фильтрации масла

где 61 – радиатор масляный в сборе (1шт.); 62 – масляный фильтр (1 шт.); 63 – труба подводящая водяного насоса (1шт.); 64 – болт крепления трубы подводящей водяного насоса (2 шт.); 65 – прокладка фланца трубы подводящей водяного

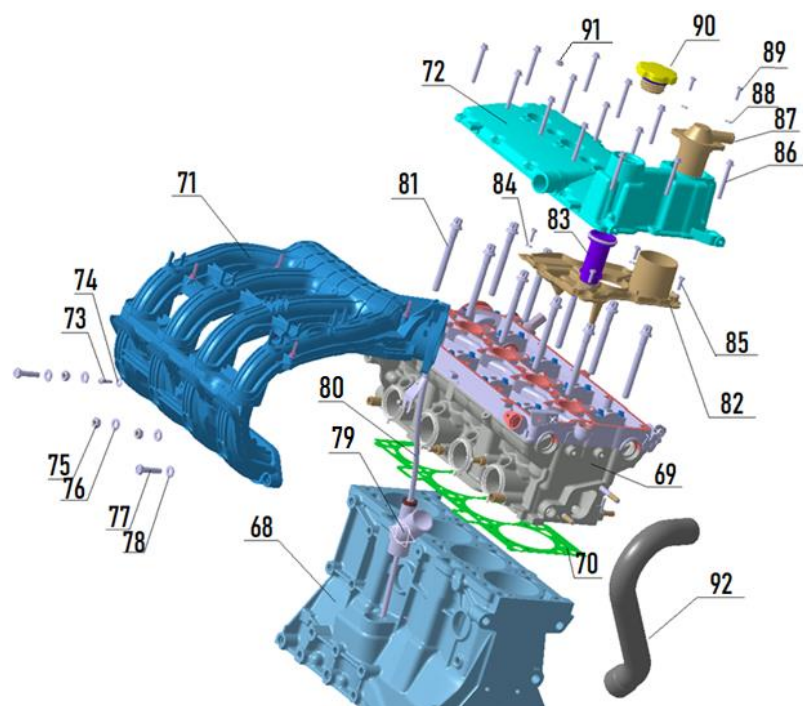


Рисунок 11 – Система впуска и вентиляции картера

где 68 – блок цилиндров (1 шт.); 69 – головка цилиндров с клапанами и толкателя в сборе (1 шт.); 70 – прокладка головки цилиндров (1 шт.); 71 – модуль впуска (1 шт.); 72 – крышка головки цилиндров (1 шт.); 73 – винт (1 шт.); 74 – шайба (1 шт.); 75 – гайка (3 шт.); 76 – шайба (3 шт.); 77 – болт (2 шт.); 78 – шайба (2 шт.); 79 – штуцер (1 шт.); 80 – трубка направляющая указателя уровня масла (1 шт.); 81 – болт крепления крышки головки цилиндров (10 шт.); 82 – сепаратор (1 шт.); 83 – маслоотражатель сепаратора (1 шт.); 84 – шайба (1 шт.); 85 – болт (4 шт.); 86 – болт (5 шт.); 87 – штуцер вентиляции картера (1 шт.); 88 – шайба (2 шт.); 89 – болт (2 шт.); 90 – крышка маслозаливной горловины (1 шт.); 91 – гайка (2 шт.); 92 – шланг вытяжной вентиляции картера (1 шт.)

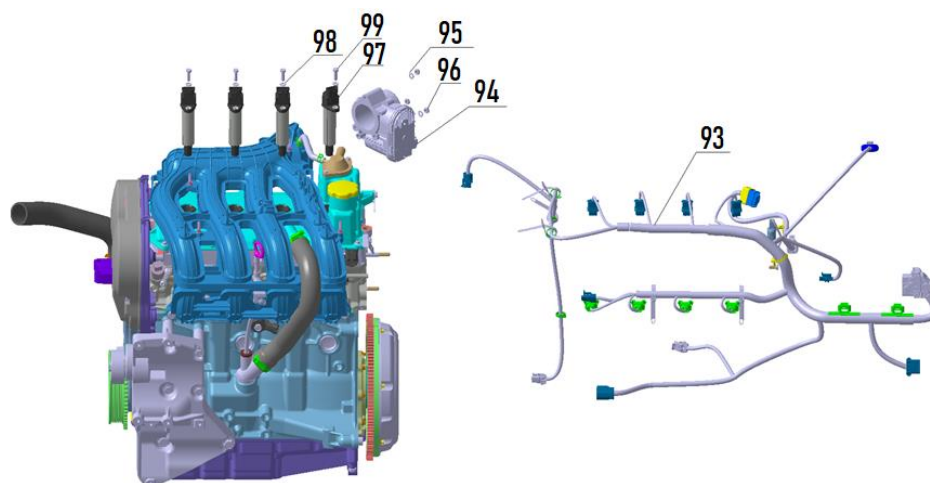


Рисунок 12 – Система зажигания

где 93 – жгут проводов на двигатель (1 шт.); 94 – дроссельный патрубок (1 шт.); 95 – шайба (3 шт.); 96 – гайка (3 шт.); 97 – катушка зажигания (4 шт.); 98 – шайба (4 шт.); 99 – болт (4 шт.)

3 Действующий технологический процесс сборки

двигателя

В своей работе будем рассматривать линию сборки двигателя.

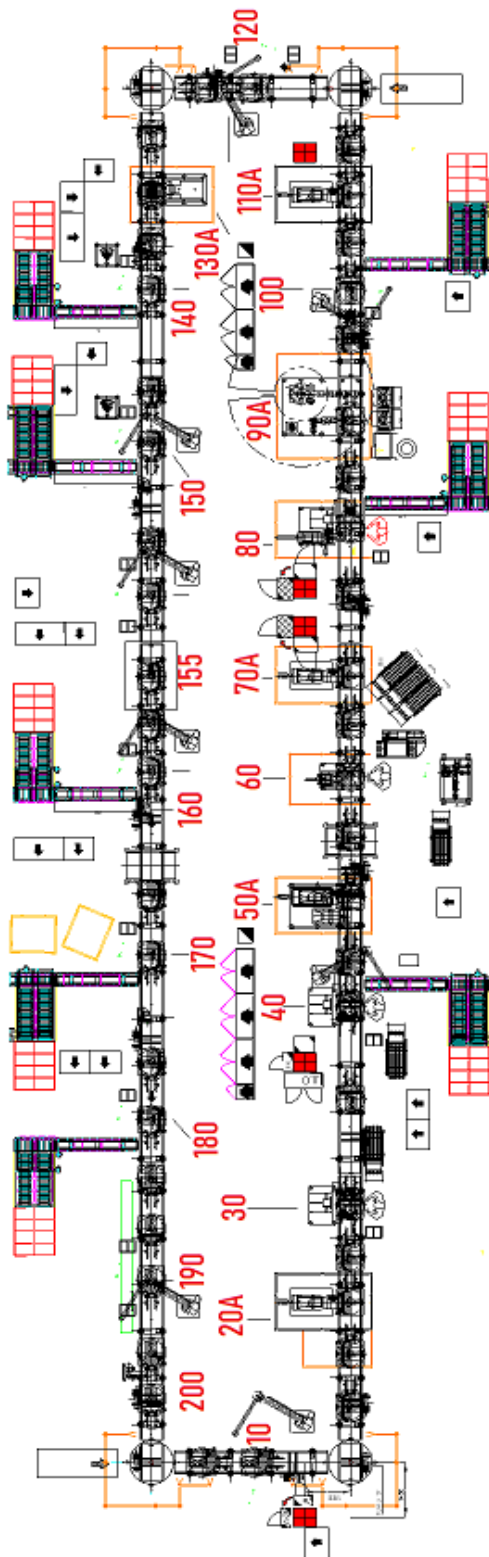


Рисунок 13 – Линия сборки двигателя

Рассмотрим технологический процесс сборки двигателя по каждой станции.

Операция №10

- Установить захват на блок цилиндров, переместить блок цилиндров на ложементы станда (стороной масляного фильтра к оператору);
- Установить 2 заглушки блока цилиндров и 2 заглушки масляного канала в пуансоны станда;
- Нанести герметик в посадочные отверстия и запрессовать 4 заглушки;
- Нанести герметик на штуцер масляного фильтра, наживить фильтр, подвести гайковёрт и закрутить штуцер с окончательным моментом;
- Установить водяной насос на блок цилиндров, закрепить водяной насос наживлением 3-х болтов, подобранных с шайбами;
- Установить захват на блок цилиндров, переместить блок цилиндров к спутнику и закрепить его закручиванием 3-х болтов (стороной маховика);
- Нанести герметик на штуцер вентиляции картера, установить штуцер в блок цилиндров;
- Взять датчик детонации, установить блок цилиндров, закрепить датчик наживлением болта подобранный с шайбой;
- Повернуть спутник на 90 градусов;
- Перемещение паллеты.



Рисунок 14 – Позиция на операции №10

Операция №20А (Автоматическая)

- Нанести маркировку на блок цилиндров;
- Проконтролировать качество маркировки и считать классы коренных опор и блока цилиндров;
- Перемещение паллеты.

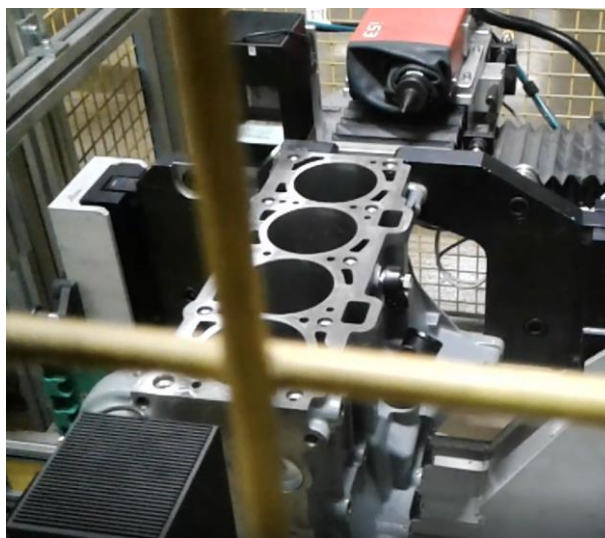


Рисунок 15 – Позиция на операции №20А

Операция №20В (Автоматическая)

- Кантовать двигатель на 180 градусов;
- Перемещение паллеты.

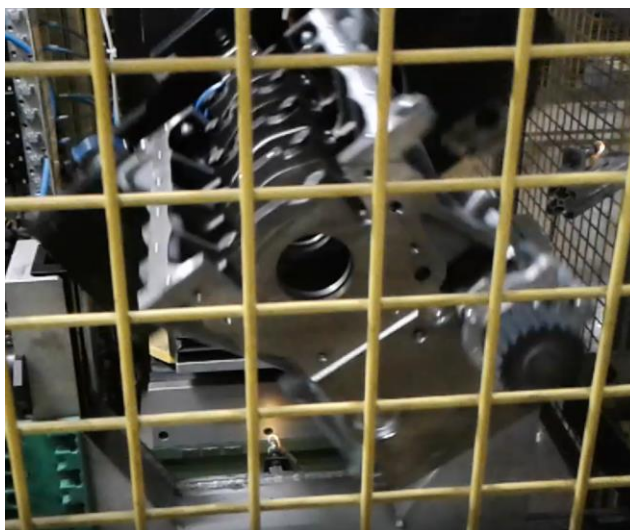


Рисунок 16 – Позиция на операции №20В

Операция № 30

- Повернуть спутник на 90, проверить качество нанесения маркировки;
- Открутить 10 болтов крепления коренных крышек, сдернуть крышки и установить их в ложементы;
- Установить четыре форсунки охлаждения поршня в блок, запрессовать форсунки, очистить пять коренных опор блока кисточкой;
- Установить плитку с контрольными датчиками на блок, подобрать и установить 5 коренных вкладышей в опоры блока, снять контрольную плитку, смазать вкладыши коренных опор в блоке;
- Снять коленчатый вал с ложементов стенда и установить его в блок
- Установить алюминиевое и бронзовое упорные кольца на коленвал
- Смазать шейки коленвала;
- Взять коленчатый вал из тары и поместить его в ложементы стенда
- Перемещение паллеты.



Рисунок 17 – Позиция на операции №30

Операция № 40

– Подсобрать и установить пять коренных вкладышей в ложементы стола, взять 5 крышек коренных опор и установить в них 5 вкладышей, закрутить 10 болтов крепления крышек с окончательным моментом, проверить лёгкость вращения коленчатого вала;

– Установить 2 центрирующих штифта и оправку, установить на штифты прокладку держателя заднего сальника, установить на прокладку держатель заднего сальника;

– Наживить 4 болта крепления держателя заднего сальника, снять 2 штифта, наживить 2 болта, снять оправку, закрутить 6 болтов крепления держателя заднего сальника с окончательным моментом;

– Повернуть спутник на 180 градусов, установить 2 центрирующие штифта и оправку, установить на штифты прокладку масляного насоса, снять оправку, наживить 2 болта крепления масляного насоса, снять центрирующие штифты, наживить 4 болта крепления масляного насоса, закрутить 6 болтов с заданным моментом;

– Закрутить с окончательным моментом 3 болта крепления водяного насоса;

– Загрузить кит коробку на спутник;

– Перемещение паллеты.

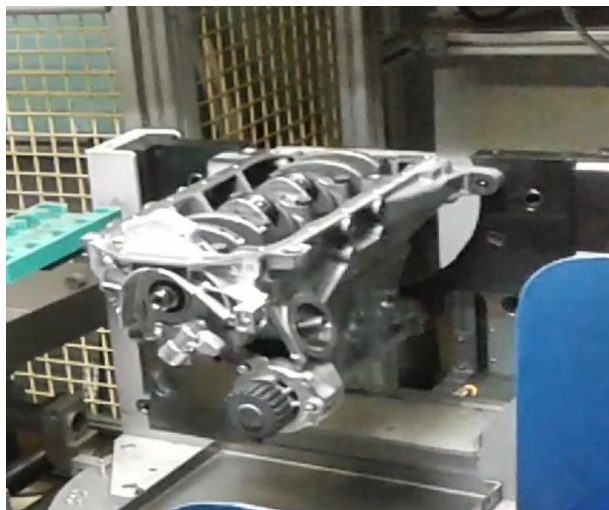


Рисунок 18 – Позиция на операции №40

Операция № 50 (Автоматическая)

- Кантовать двигатель;
- Выравнить коленчатый вал, смазать шатунные шейки коленчатого вала и блок цилиндров;
- Перемещение паллеты.

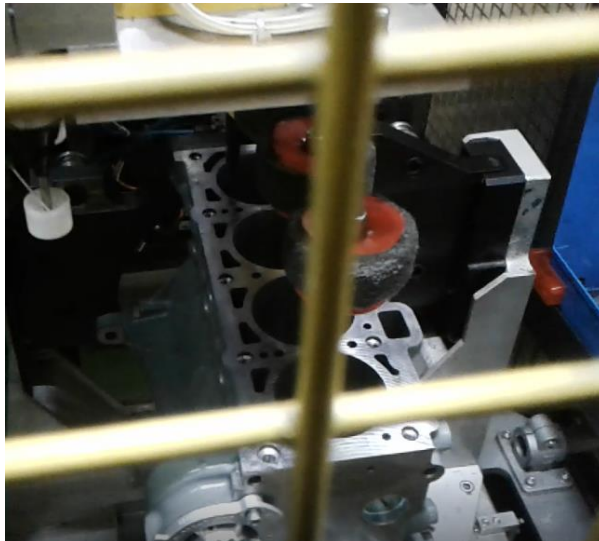


Рисунок 19 – Позиция на операции №50

Операция № 60

- Повернуть спутник на 90 градусов;
- Подсобрать и установить ШПГ в ложементы стенда, ввести в систему управления классы отверстия, подсобрать и установить на ложементы стенда верхний и нижний шатунные вкладыши, установить 2 вкладыша, один в шатун и один в шатунную крышку, развести и смазать кольца, повторить действие 4 раза;
- Установить 4-е подсобранные ШПГ в маску, переместить маску на блок цилиндров, запрессовать 4 ШПГ в блок цилиндров, снять маску и переместить на стол;
- Повернуть спутник на 90 градусов;
- Перемещение паллеты.

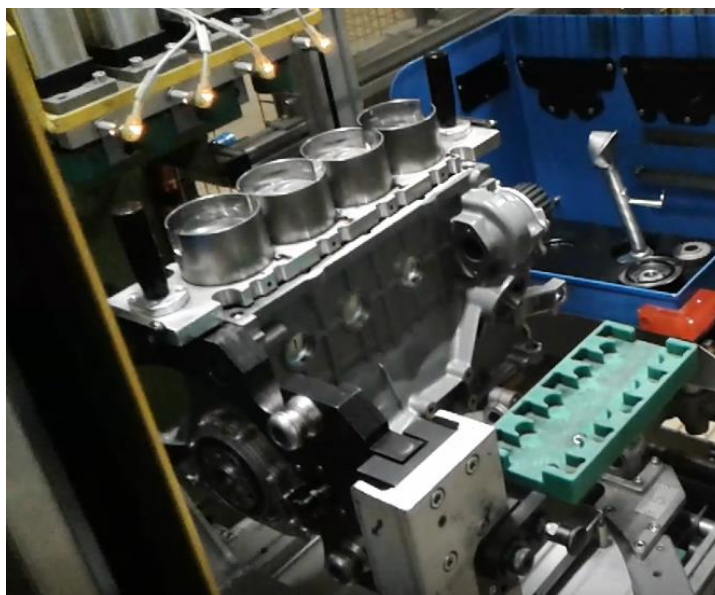


Рисунок 20 – Позиция на операции №60

Операция № 70 (Автоматическая)

- Кантовать двигатель;
- Перемещение паллеты.

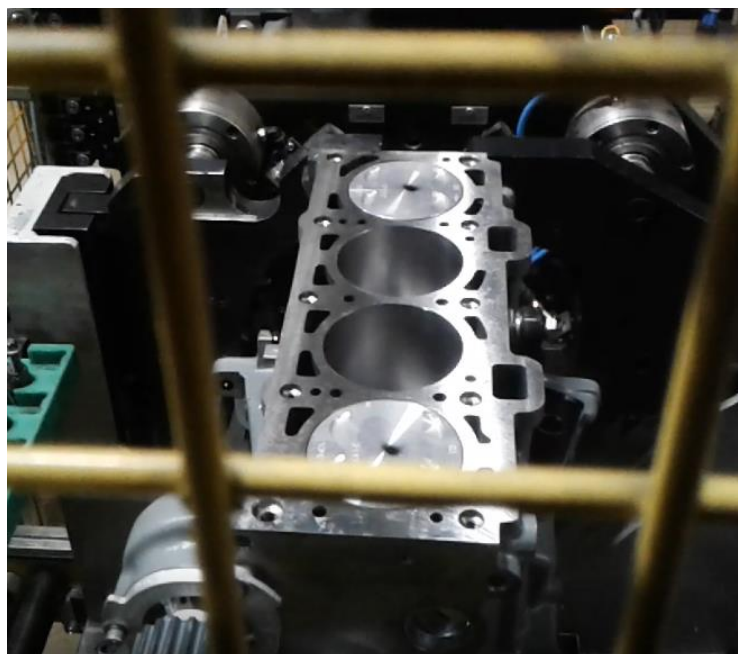


Рисунок 21 – Позиция на операции №70

Операция № 80

- Повернуть спутник на 90 градусов;
- Установить приспособления для проворота коленчатого вала;
- Установить на шатуны две шатунные крышки, наживить 4-е болта, подвести фиксатор и поджать ШПГ, затянуть 4-е болта крепления шатунных крышек с окончательным моментом;
- Опустить ложементы спутника, затянуть 4-е болта крепления шатунных крышек с окончательным моментом;
- Установить маслоприемник в блок цилиндров, закрепить его наживлением 3-ех болтов, закрутить 3-и болта крепления маслоприемника с окончательным моментом;
- Снять приспособления для проворота коленчатого вала
- Наживить масляный фильтр;
- Установить шпонку зубчатого ремня ГРМ на коленвал, установить зубчатый шкив ремня ГРМ на шпонку;
- Протереть поверхность блока цилиндров;
- Перемещение паллеты.

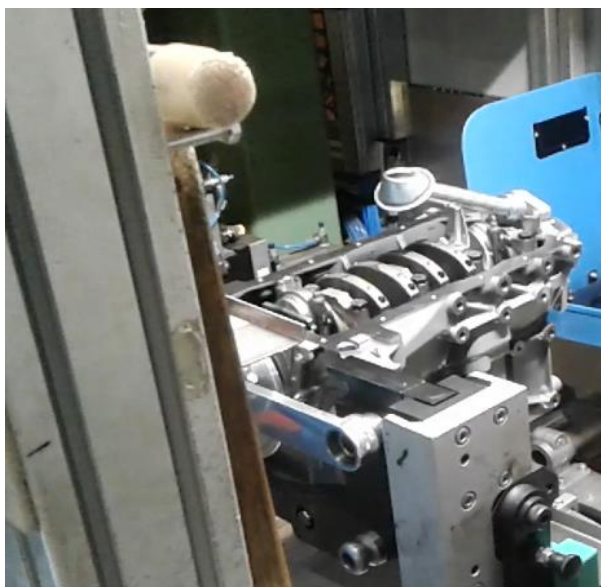


Рисунок 22 – Позиция на операции №80

Операция № 90 (Автоматическая)

- Проворачивать коленчатый вал на 4 оборота;
- Нанести герметик на блок цилиндров;
- Перемещение паллеты.

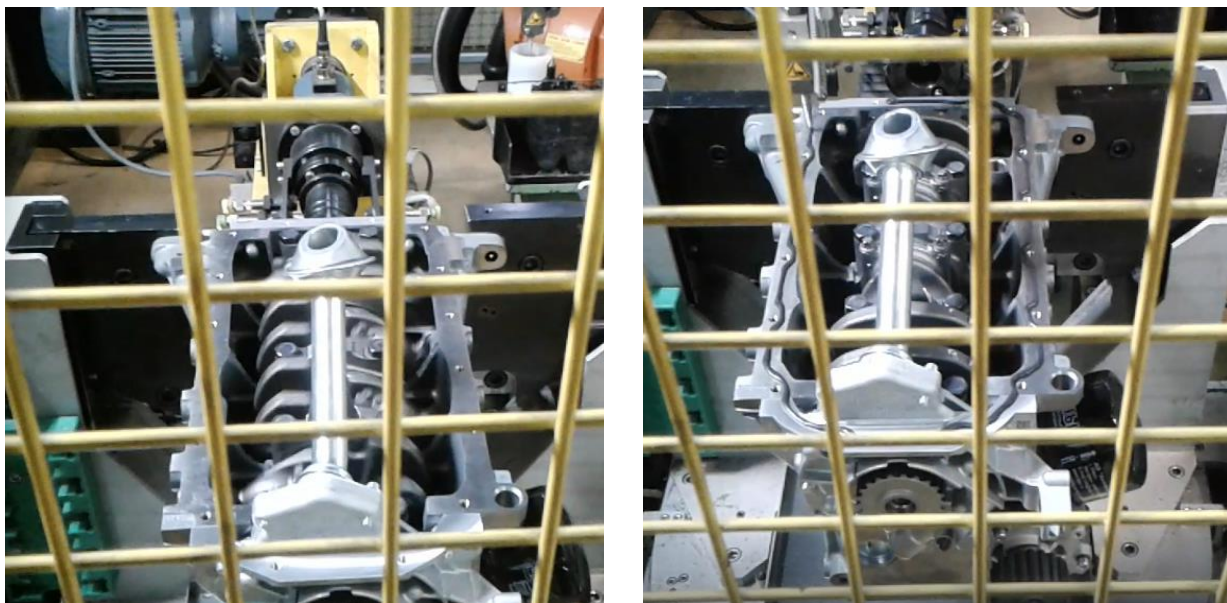


Рисунок 23 – Позиция на операции №90

Операция № 100

- Повернуть спутник на 90 градусов;
- Установить 2 центрирующих пальца на блок, установить масляный картер на блок цилиндров, закрутить с предварительным моментом 4 болта крепления картера, снять 2 центрирующих штифта, затянуть с окончательным моментом 16 болтов крепления картера;
- Установить масляный картер на приспособление, подобрать 16 болтов с 16 шайбами, установить подобранные болты в масляный картер;
- Перемещение паллеты.



Рисунок 24 – Позиция на операции №100

Операция № 110 (Автоматическая)

- Кантовать двигатель;
- Перемещение паллеты.

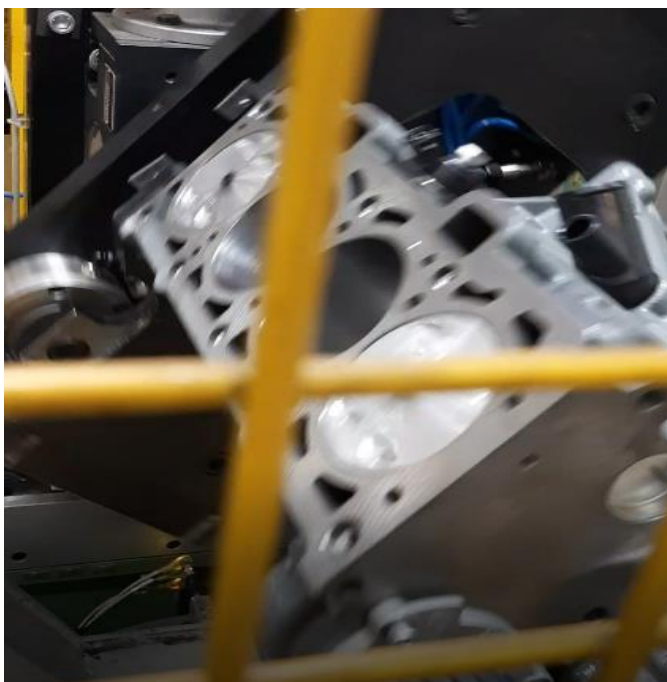


Рисунок 25 – Позиция на операции №110

Операция № 120

- Установить 2-е центрирующие втулки на блок, повернуть спутник на 180 градусов, установить в коленчатый вал центрирующий штифт;
- Установить маховик, наживить 5 болтов крепления маховика, снять центрирующий штифт, наживить 1 болт крепления маховика, зафиксировать маховик гребенкой, закрутить 6 болтов крепления маховика с окончательным моментом, расфиксировать маховик;
- Повернуть спутник на 90 градусов;
- Установить прокладку головки блока цилиндров, проверить лёгкость вращения распределительных валов головки цилиндров, установить головку цилиндров на блок;
- Повернуть спутник на 180 градусов;
- Установить технологические заглушки на впускные каналы головки цилиндров;
- Установить 2-е втулки на шпильки крепления рампы форсунок, смазать клапан и датчик фаз, установить датчик фаз и клапан с головку цилиндров, закрепить клапан и датчик фаз наживлением 2 болтов;
- Смазать рампу форсунок, установить рампу форсунок на головку цилиндров, установить 2-е шайбы крепления рампы форсунок, закрепить рампу форсунок наживлением 2-ух гаек;
- Соединить разъём жгута проводов рампы форсунок с разъёмом датчика фаз, соединить разъём жгута проводов рампы форсунок с разъёмом датчика детонации, соединить разъём жгута проводов рампы форсунок с разъёмом клапана;
- Перемещение паллеты.



Рисунок 26 – Позиция на операции №120

Операция № 130

- Затянуть 10 болтов крепления головки цилиндров с окончательным моментом.
- Перемещение паллеты.



Рисунок 27 – Позиция на операции №130

Операция № 140

1. Установить приспособления для фиксации распределительных валов, подобрать задающий диск с втулкой, установить задающий диск в отверстие распредвала и закрепить закручиваем с окончательным моментом болта;
2. Нанести герметик на 2 отверстия головки цилиндров и установить в эти отверстия 2 заглушки;
3. Повернуть спутник на 90 градусов;
4. Закрутить с окончательным моментом болт крепления клапана, болт крепления датчика фаз;
5. Повернуть спутник на 90 градусов;
6. Установить крышку заднюю с кольцами в сборе на двигатель, подобрать 4 болта с 4 шайбами, наживить подобранные болты в крышку переднюю нижнюю с кольцами в сборе и закрутить болты с окончательным моментом;
7. Установить кронштейн подвески на двигатель, наживить 4 подобранных болта с 4 шайбами в кронштейн и закрутить болты с окончательным моментом;
8. Установить шкив на выпускной распределительный вал, установить шкив на впускной распределительный вал, наживить 2 болта крепления шкивов;
9. Установить ролик опорный и ролик натяжной на блок цилиндров, закрепить ролики наживлением 2-ух болтов, подобранных с 2 шайбами, закрутить ролики с предварительным моментом;
10. Закрутить 2 болта крепления шкивов впускного и выпускного распределительных валов с предварительным моментом;
11. Перемещение паллеты.

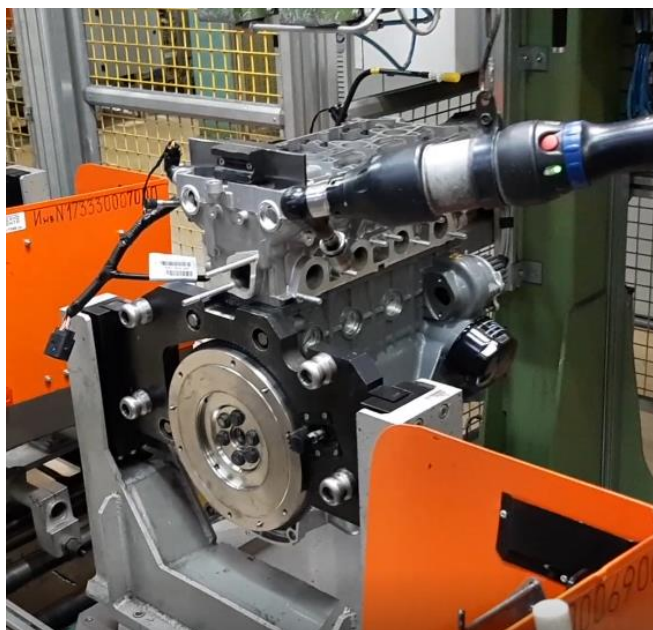


Рисунок 28 – Позиция на операции №140

Операция № 150

– Установить ремень ГРМ на блок цилиндров, затянуть болт крепления опорного ролика с окончательным моментом, натянуть ремень ГРМ роликом, затянуть болт крепления ролика натяжного с окончательным моментом, затянуть болты крепления шкивов впускного и выпускного распредвала с окончательным моментом, наживить и закрутить заглушку шкива впускного распредвала с окончательным моментом;

– Снять приспособление для ориентации распределительных валов, расфиксировать и снять приспособление для ориентации коленчатого вала, зафиксировать маховик гребенкой;

– Подсобрать 3 болта с 3 шайбами, установить на двигатель крышку ГРМ переднюю нижнюю со втулками в сборе, закрепить крышку затяжкой с окончательным моментом 3-ех болтов;

– Установить шайбу ремня ГРМ, установить на шайбу ремня ГРМ демпфер, подобрать болт с шайбой, установить демпфер на коленчатый и зафиксировать его затяжкой подсобранного болта до упора;

– Повернуть спутник на 180 градусов;

- Расфиксировать гребенку спутника;
- Повернуть спутник на 180 градусов;
- Провернуть коленчатый вал на 4 оборота;
- Установить на двигатель крышку ГРМ переднюю верхнюю в сборе, закрепить крышку наживлением 5-ти болтов с 5 шайбами, завернуть болты крепления крышки ГРМ передней верхней с окончательным моментом;
- Повернуть спутник на 90 градусов;
- Подсобрать болт крепления датчика коленвала с шайбой, наживить болт и затянуть его с окончательным моментом;
- Протереть поверхность блока цилиндров;
- Перемещение паллеты.



Рисунок 28 – Позиция на операции №150

Операция № 155 (Автоматическая)

- Нанести герметик на поверхность блока цилиндров;
- Провести контроль качества герметика;
- Перемещение паллеты.



Рисунок 30 – Позиция на операции №155

Операция № 160

- Установить на стол головку крышки цилиндров и протереть её, установить в головку цилиндров два центрирующих штифта, установить крышку головки цилиндров на двигатель, наживить 4-е свечи зажигания, установить в отверстия головки цилиндров 14 болтов и затянуть их с окончательным моментом, снять центрирующие штифты и уложить в ложемент, закрутить с окончательным моментом 4-е свечи зажигания;
- Затянуть с окончательным моментом масляный фильтр;
- Смазать крышку маслозаливной горловины и завернуть в крышку головки блока цилиндров;
- Подсобрать болт крепления кронштейна с шайбой, взять кронштейн и закрепить наживлением болта;
- Подсобрать 2 болта крепления кронштейна с 2 шайбами, взять кронштейн и закрепить его наживлением 2-ух подсобранных болтов;
- Перемещение паллеты.

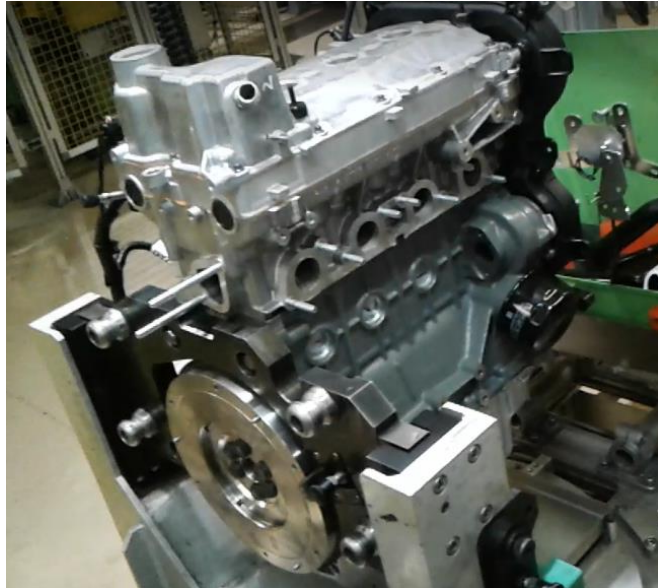


Рисунок 31 – Позиция на операции №160

Операция № 170

– Подсобрать трубу подводящую водяного насоса с шайбой и гайкой, подсобрать 2 болта с 2 шайбами, подсобрать трубу с прокладкой, установить трубу на блок цилиндров и закрепить наживлением и затяжкой 2 болтов с окончательным моментом;

– Установить прокладку катколлектора на блок, установить трубу приемную глушителя с нейтрализатором в сборе на двигатель;

– Наживить до упора датчик концентрации кислорода и заправить его за катколлектор;

– Подсобрать 8 шайб крепления катколлектора с 8 шайбами, затянуть гайки с окончательным моментом, подсобрать гайку крепления трубу подводящей водяного насоса с шайбой, затянуть гайку крепления трубы с окончательным моментом, затянуть с окончательным моментом 2 болта крепления трубы подводящей водяного насоса;

– Затянуть с окончательным моментом датчик концентрации кислорода;

– Затянуть с окончательным моментом болт крепления кронштейна;

- Затянуть с окончательным моментом 2 гайки крепления рампы форсунок;
- Затянуть с окончательным моментом болт крепления датчика детонации;
- Нанести герметик на патрубок крышки головки цилиндра, разжать хомут пневмоклецами, установить разжатый хомут на шланг вентиляции картера, установить шланг на патрубок крышки головки цилиндров, зажать хомут;
- Перемещение паллеты.



Рисунок 32 – Позиция на операции №170

Операция № 180

- Установить модуль впуска на двигатель, подобрать 2 болта крепления модуля впуска и наживить в модуль, наживить на шпильки модуля впуска 3 шайбы подобранные с 3 гайками, занять 2 болта и 3 гайки с окончательным моментом;
- Установить в двигатель 4 катушки зажигания, наживить и затянуть с окончательным моментом 4 болта крепления катушек зажигания;

- Установить щуп масляный подобранный с трубкой на двигатель, подобрать винт и шайбу, закрепить трубку уровня масла затяжкой винта с окончательным моментом;
- Установить датчик давления воздуха на двигатель, взять винт и подобрать с шайбой, затянуть датчик давления воздуха с окончательным моментом;
- Повернуть спутник на 180 градусов;
- Наживить на модуль впуска 2 гаек, подобранных с шайбами, затянуть 2 гайки с окончательным моментом;
- Установить на катушки зажигания жгут проводов катушек зажигания, подобрать болт крепления массы и затянуть с окончательным моментом
- разжать хомут клещами, установки шланг вентиляции на штуцер головки цилиндров, зажать хомут;
- Загрузить кит-коробку на спутник;
- Перемещение паллеты.

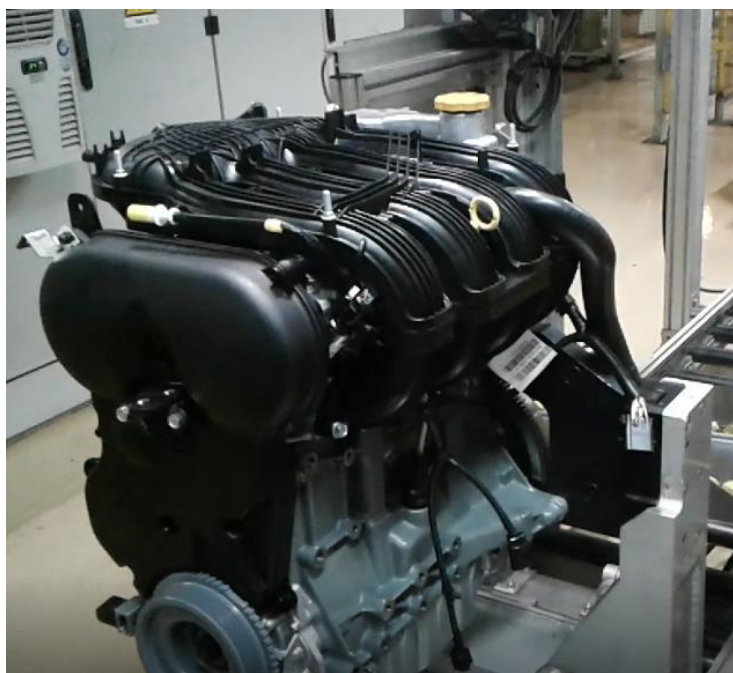


Рисунок 33 – Позиция на операции №180

Операция № 190

- Смазать трубку вентиляции картера, сжать хомут клещами и установить хомут с трубкой на штуцер модуля впуска, сжать хомут;
- Сжать хомут клещами, установить хомут с трубкой на штуцер крепления крышки головки цилиндров;
- Установить рым на головку цилиндров, подобрать 2 болта с шайбами, закрепить рым наживлением подобранных болтов;
- Установить на шпильки дроссельный патрубок, установить на шпильки дроссельного патрубка 3 шайба и 3 шайбы, затянуть гайки крепления дроссельного патрубка с окончательным моментом;
- Установить прокладку термостата, установить термостат, закрепить термостат затяжкой до упора 2 гаек с заданным моментом;
- Нанести на датчик температуры охлаждающей жидкости герметик, наживить датчика охлаждающей жидкости в термостат, затянуть датчика с окончательным моментом;
- Повернуть спутник на 90 градусов;
- Затянуть с окончательным моментом 2 болта крепления рыма;
- Повернуть спутник на 180 градусов;
- Подобрать кронштейн вспомогательных агрегатов с 3 болтами, установить кронштейн кронштейн на двигатель, затянуть с окончательным моментом 2 нижних болта, затянуть с окончательным моментом 3 верхних болта;
- Установить на модуль впуска фиксатор топливной трубкой и зафиксировать его на модуле впуска;
- Перемещение паллеты.



Рисунок 34 – Позиция на операции №190

Операция № 200

- Подсобрать 3 болта крепления фланца, установить подсобранный фланец на двигатель и закрепить его затяжкой с заданным моментом 3 болтов
- Визуально проконтролировать комплектность двигателя
- Опустить подвеску конвейера, снять с подвески фланец крепления двигателя
- Развернуть подвеску на 180 градусов, выполнить опуск подвески и подъем индекса на 10 градусов;
- Совместить отверстие вала подвески с отверстием фланца установленного на двигатель, установить болт крепления фланца в конвейерную подвеску;
- Отвести спутник вправо;
- Отвести подвеску влево, выполнить подъем подвески вверх;
- Отвести спутник вправо;
- Просканировать карту комплектации двигателя и уложить карту карты комплектации двигателя в ложемент;
- Выполнить подвеску конвейера и опустить индекс на 10 градусов

– Сместить спутник.

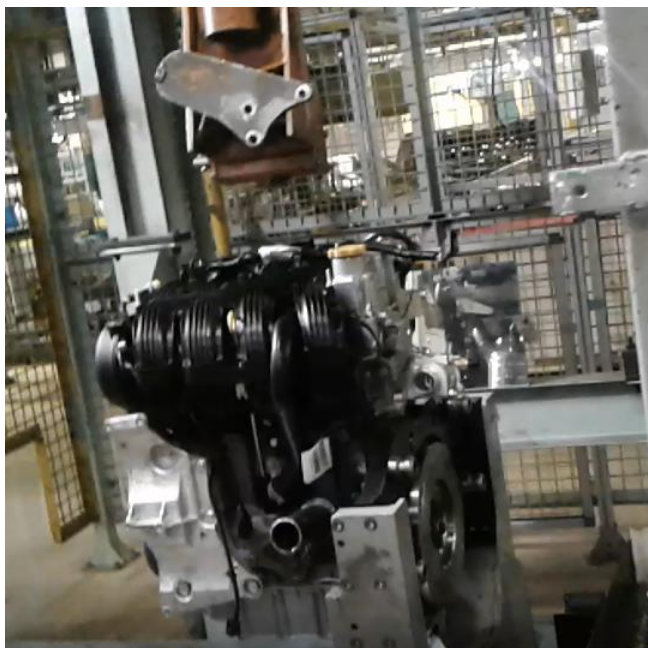


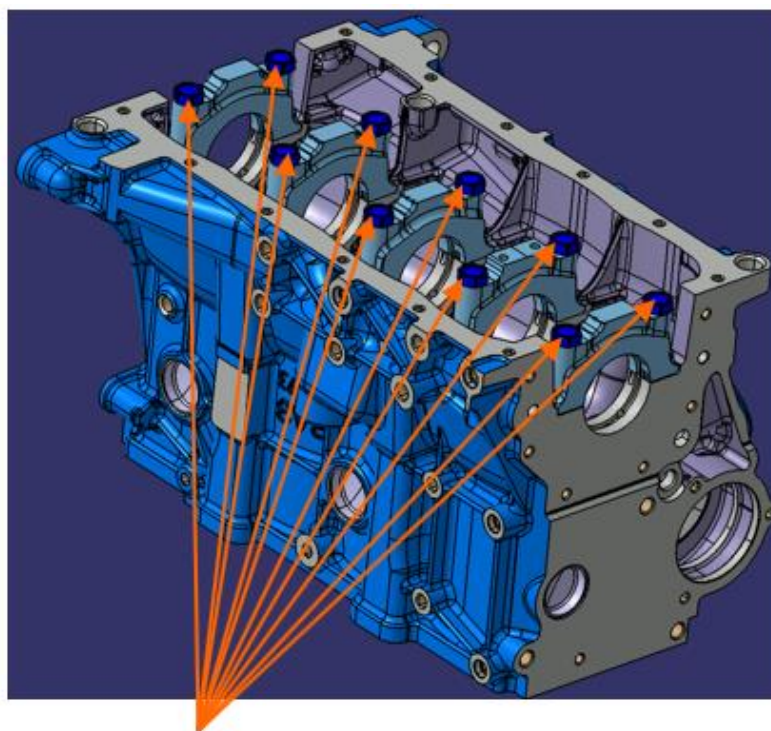
Рисунок 35 – Позиция на операции № 200

3 Анализ новых вводимых комплектующих и объём модернизации

Для сборки модернизированного двигателя вводятся оригинальные детали.

Операции 30 и 40

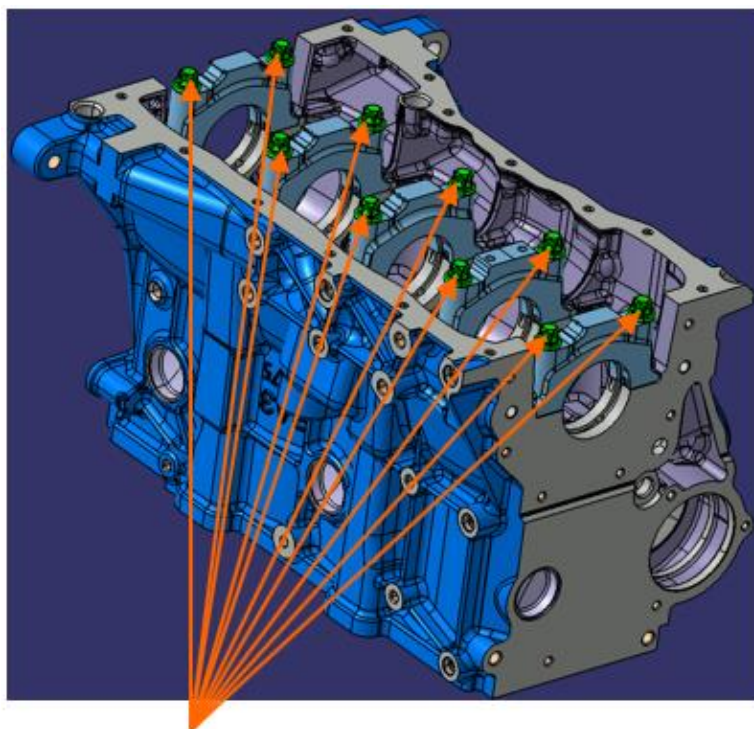
На старом блоке цилиндров для крепления крышек коренных опор применяются обычные болты с шестигранной головкой, представленные на рисунке 36.



**Болты 1 (10 шт.),
момент 1**

Рисунок 36 – Старый блок цилиндров

В целях экономии, на новом двигателе внедряются новые метизы, имеющие головку torx представленные на рисунке 37. Внедрение новых болтов позволит снизить стоимость готового продукта.



**Болт 2 (10 шт.),
момент 1 сохранен**

Рисунок 37 – Новый блок цилиндров

Пока нет решения об унификации этих метиз, поэтому для работы станций 30 и 40 необходимо закупить новые головки для болтов torx.



Рисунок 38 – Новые завинчивающие головки для станций 30 и 40

Операция 40

Сейчас на 40 операции устанавливается один коленчатый вал и нет никакого разнообразия.

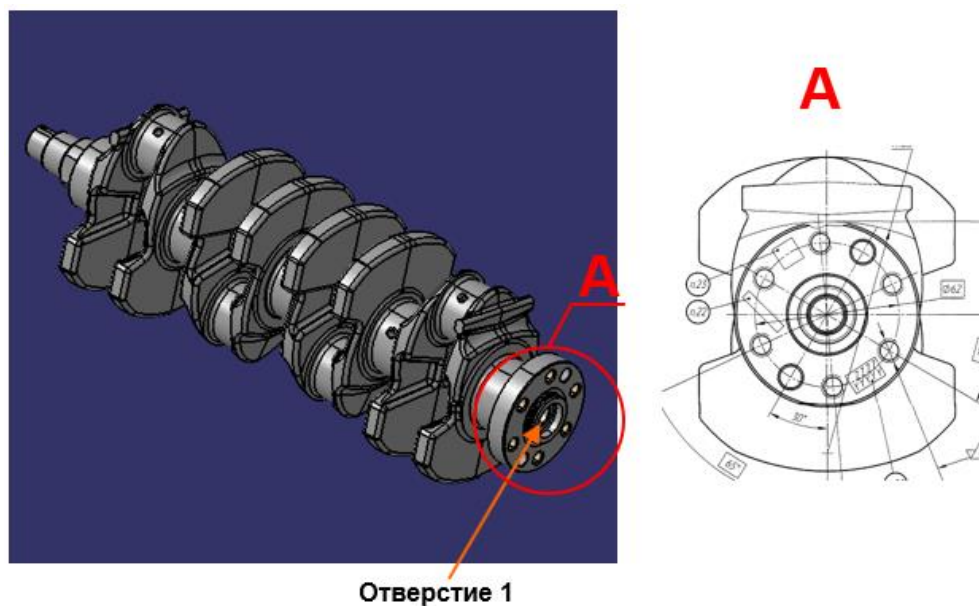


Рисунок 39 – Старый коленчатый вал

Но теперь появляется разнообразие и внедряется модернизированный коленчатый вал, который имеет большую длину, а также измененное отверстие на торце.

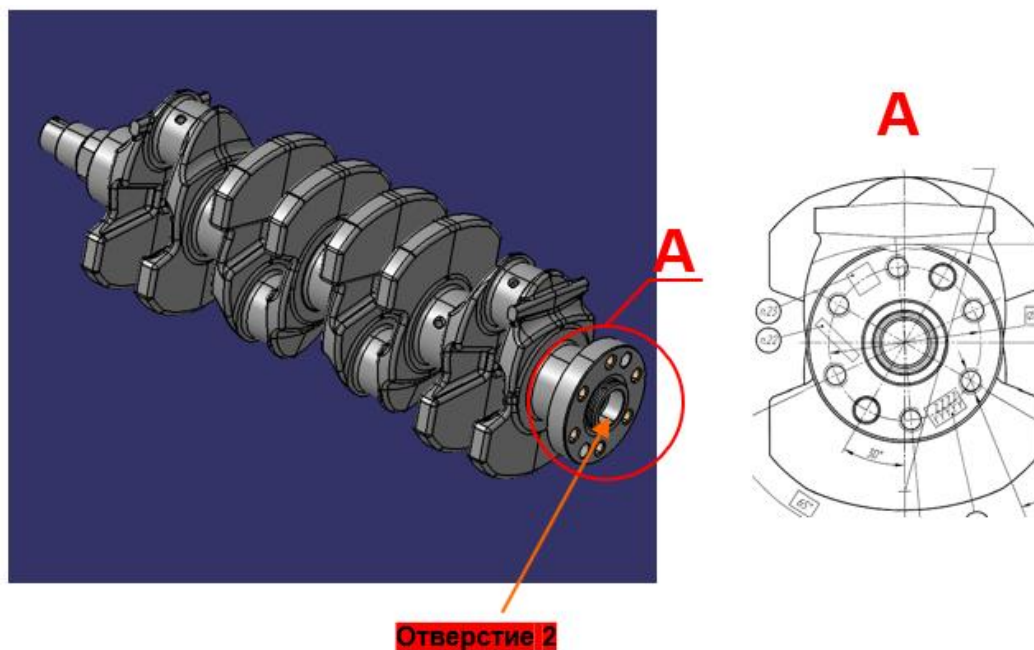


Рисунок 40 – Новый коленчатый вал

Для того, чтобы исключить перепутывание коленчатых валов на рабочем посту, необходимо установить датчик, который показан на рисунке 41. Датчик будет распознавать коленчатый вал и будет подсказывать оператору правильную ли он установил деталь.



Рисунок 41 – Датчик бесконтактного распознавания объектов

Так же на 40 операции устанавливается держатель заднего сальника, который является опорой для коленчатого вала и позволяет ему занимать правильное положение в блоке цилиндров.

Старый держатель заднего сальника крепится 6-ю болтами torx, которые представлены на рисунке 42.

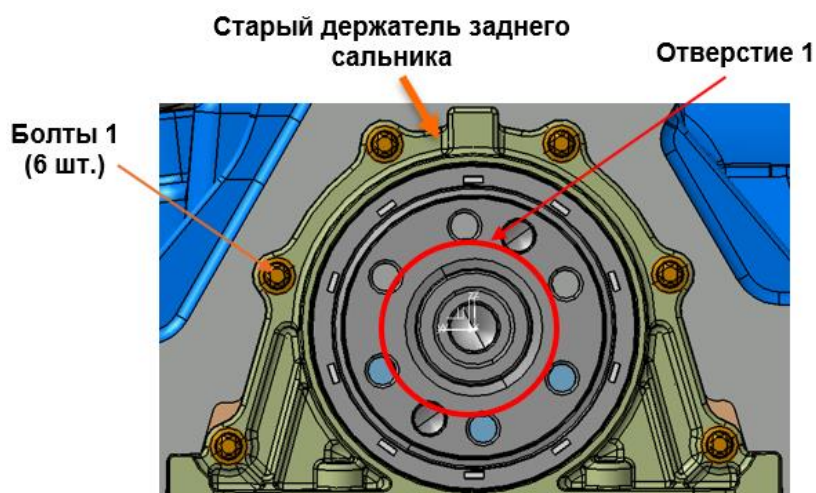


Рисунок 42 – Старый держатель заднего сальника

Новый держатель имеет модернизированную конструкцию. Так же на нем меняется крепеж. Теперь будут применяться не болты torx, а шестигранные болты с шайбой, представленные на рисунке 43. Новый крепеж позволит исключить засечку болтов с новым маховиком.

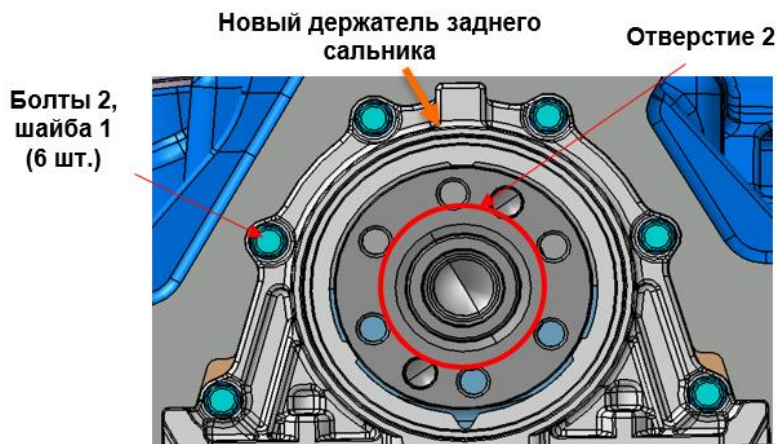


Рисунок 43 – Новый держатель заднего сальника

Для затяжки шестигранных болтов на новом держателе необходимо закупить новый сокет + новую головку, которые отображены на рисунке 44.

Для установки держателя заднего сальника применяется специальная оправка. Оправка вставляется в отверстие коленчатого вала и служит направляющей. Поскольку у нас появляется новый коленчатый вал, то необходимо изготовить дополнительную оправку, которая будет стыковаться с новым отверстием на коленчатом вале, которая представлена на рисунке 45.



Рисунок 44 – Новый сокет + головка под шестигранные болты



Рисунок 45 – Новая оправка для установки держателя заднего сальника

Так же для исключения перепутывания при установке держателей на посту, необходимо закупить датчик распознавания, который будет контролировать правильностью установки держателя заднего сальника и при неправильном выборе будет вводить сообщение об ошибке на НМІ панель.



Рисунок 46 – Датчик бесконтактного распознавания для держателей заднего сальника

Поскольку появляется разнообразие болтов необходимо ввести световую сигнализацию (подсветку) коробки с требуемым болтом (два типа болтов в зависимости от собираемого двигателя).



Рисунок 47– Разнообразие болтов для держателей заднего сальника

60 Операция.

На данной операции происходит установка ШПГ в блок цилиндров. Сейчас для смазки колец на поршне используется кисточка. Это является не технологичным решением, поскольку смазка, нанесенная таким способом, распределяется на кольцах неравномерно, что в свою очередь при эксплуатации приводит к тому, что на отверстиях блока цилиндра появляется задиры. В дальнейшем это вызывает повышенный расход моторного масла в автомобиле.

Для решения этой проблемы необходимо оснастить операцию пневмогидравлической установкой смазки поршневых колец с включением цикла от нажатия доньшком поршня, которая представлена на рисунке 48. Смазка будет осуществляться распылением воздушно-масляной смеси из 4-х форсунок.

Это позволит наносить смазку на кольца равномерное, а также разгрузит операцию.



Рисунок 48 – Полуавтоматическая установка для смазки поршневых колец

90 Операция (автоматическая).

В связи с появлением нового блока цилиндров и нового масляного картера появляется новая трасса нанесения герметика.

На этой операции необходимо произвести изменения в программе работы робота, а именно ввести 2-ю трассу нанесения герметика и автоматический выбор трасс нанесения герметика под 2 масляных картера.

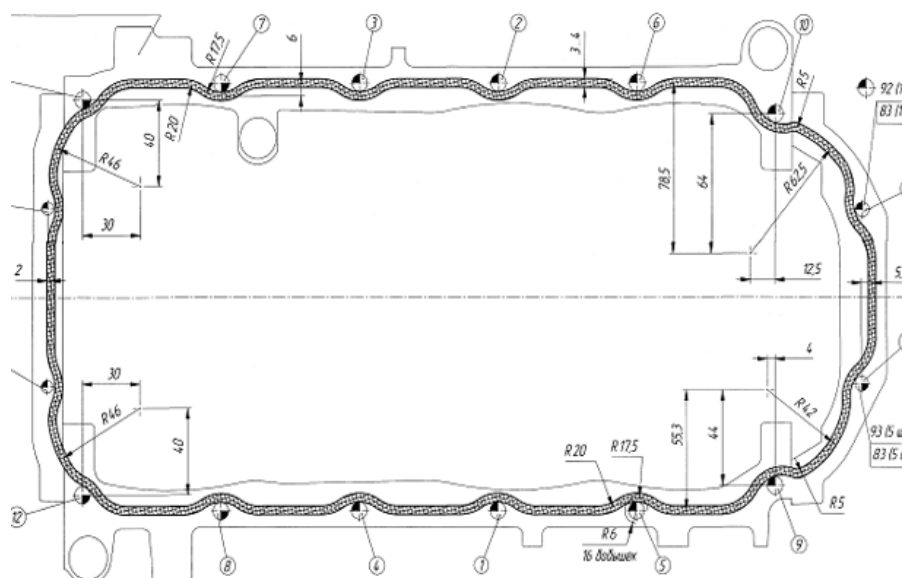


Рисунок 49 – Старая трасса нанесения герметика

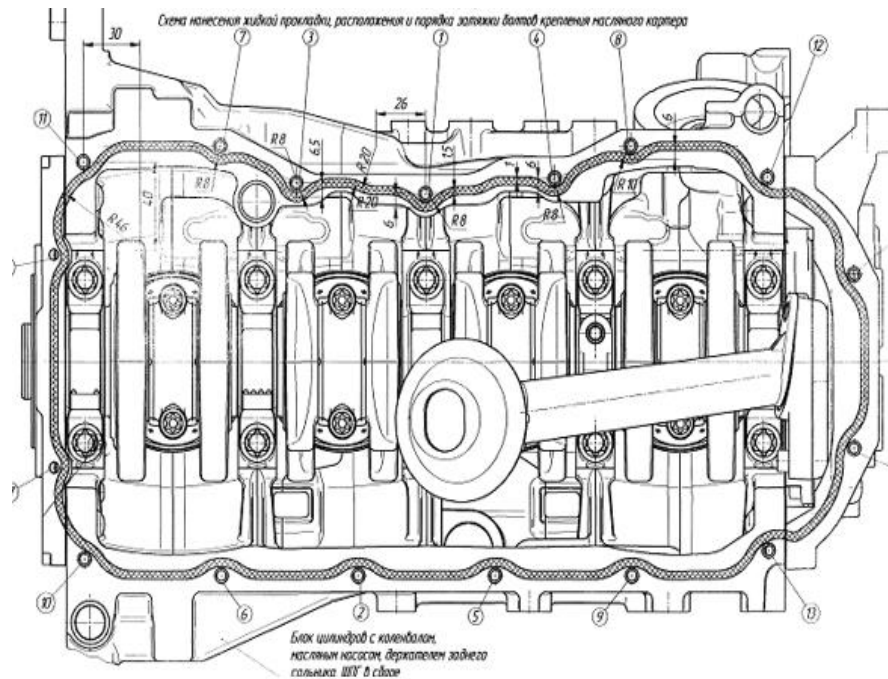


Рисунок 50 – Новая трасса нанесения герметика

100 операция.

Появляется обновленный масляный картер, у которого иная конструкция, так же он имеет другие болты для крепления держателя заднего сальника.

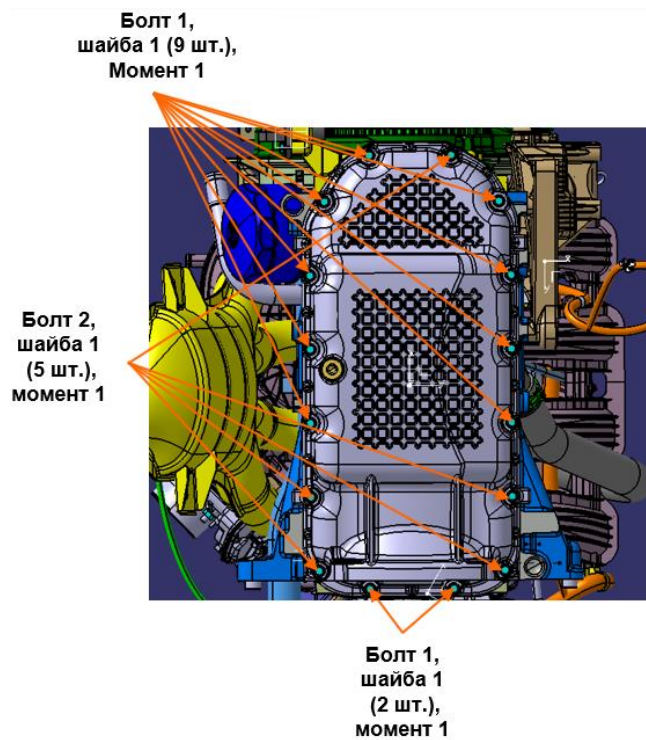


Рисунок 50 – Старый масляный картер

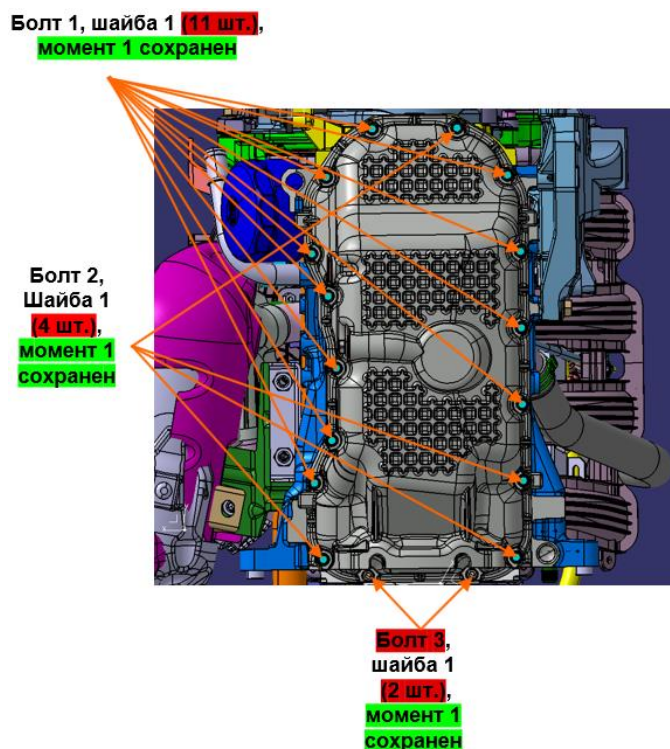


Рисунок 51 – Новый масляный картер

Для того, чтобы данная станция правильно функционировала в случае разнообразия масляных картеров необходимо выполнить следующую модернизацию:

Установить новый магазин выбора завинчивающих головок с переключателем программы работы гайковерта под 2 головки для 2-х моделей двигателя.

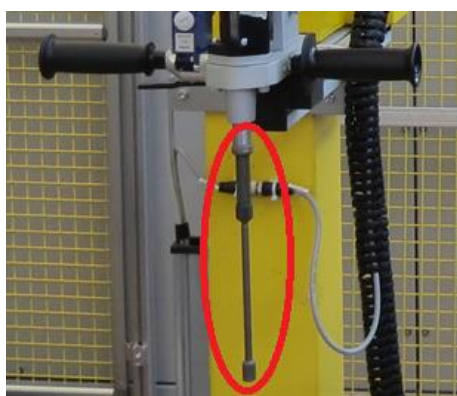


Рисунок 52 – Гайковерт для затяжки болтов крепления масляного картера

Так же необходимо установить датчик распознавания, который позволит определять правильность установки масляного картера.



Рисунок 53 – Датчик распознавания масляных картеров

120 операция

На этой операции появляется новый маховик, который по размерам больше, чем действующий (Рисунок 54).

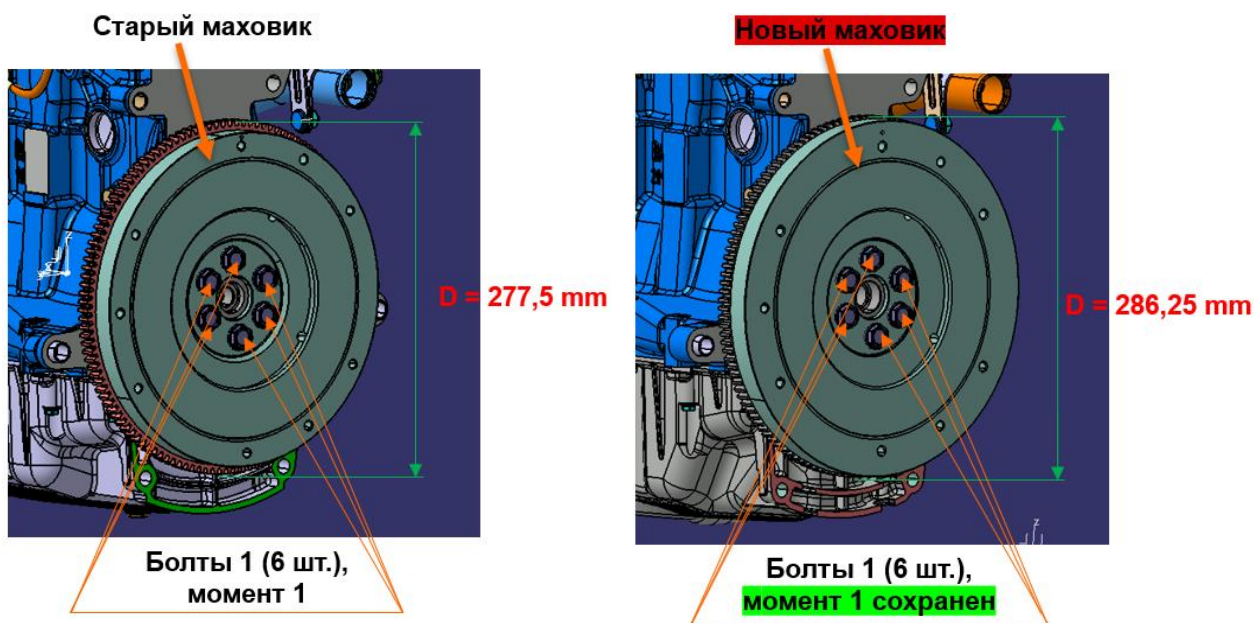


Рисунок 54 – Сравнение старого и нового маховика

Для осуществимости сборки двигателя с новым маховиком необходимо увеличить диаметр отверстия во всех адаптерах на 10 мм, это связано с размерностью нового маховика. (Рисунок 55).

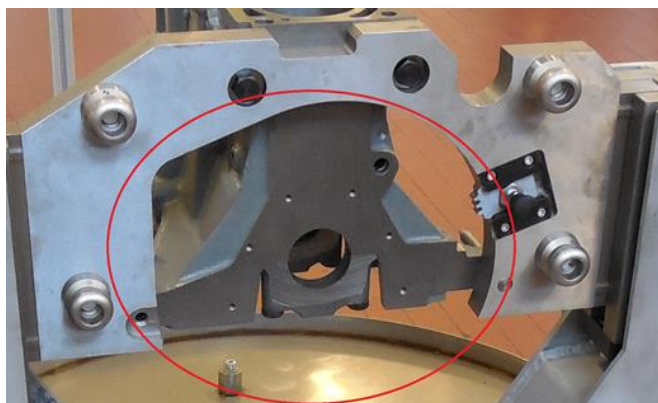


Рисунок 55 – Доработка адаптеров спутника

Так же необходимо доработать фиксатор маховика под два типоразмера зубчатого венца (модуль зуба одинаковый, наружные диаметры разные).



Рисунок 56– Доработка фиксатора

150 операция

На 150 операции планируется поставить специальную 2-ух шпиндельную автоматическую позицию.

Она позволит сориентировать распредвалы с фиксацией их для крепления шкива и регулятора фаз. В состав позиции так же будут входить шпиндели способные выставить распределительные валы на угол с допуском ± 5 минут, что позволит избежать дефекта смещения фазы газораспределительного механизма Шпиндели будут удерживать распредвалы в процессе затяжки болтов шкивов распредвалов с моментом затяжки до 90 Нм.

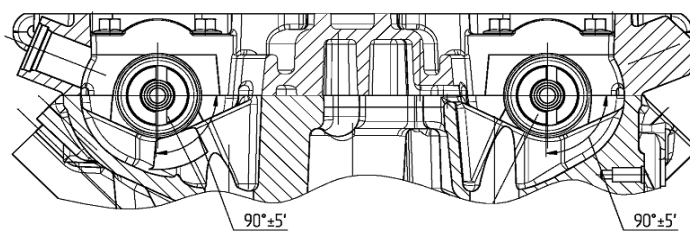


Рисунок 57 – Требования по установке распределительных валов

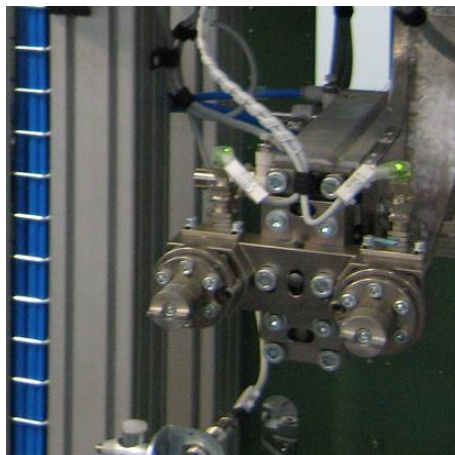


Рисунок 58 – Автоматическая позиция для фиксации

распределительных валов

190-200 операции.

Вводится новый катколлектор, который невозможно поставить на основной линии по причине того, что при установке на адаптер спутника он упирается в одну из его опор. Появление нового катколлектора позволит выйти на нормы токсичности, регламентируемые Евросоюзом, что в свою очередь повысит продажи автомобилей за рубежом.

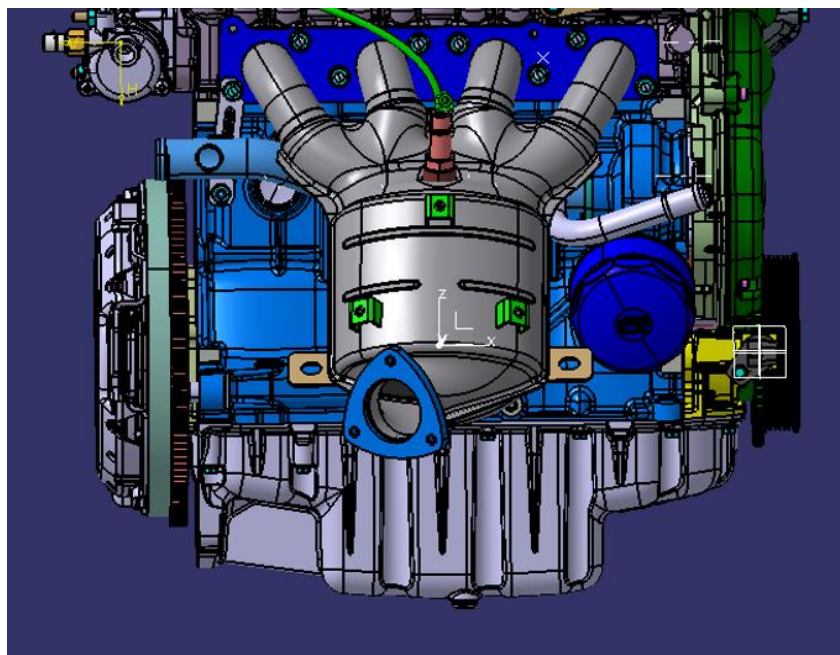


Рисунок 59 – Старый катколлектор

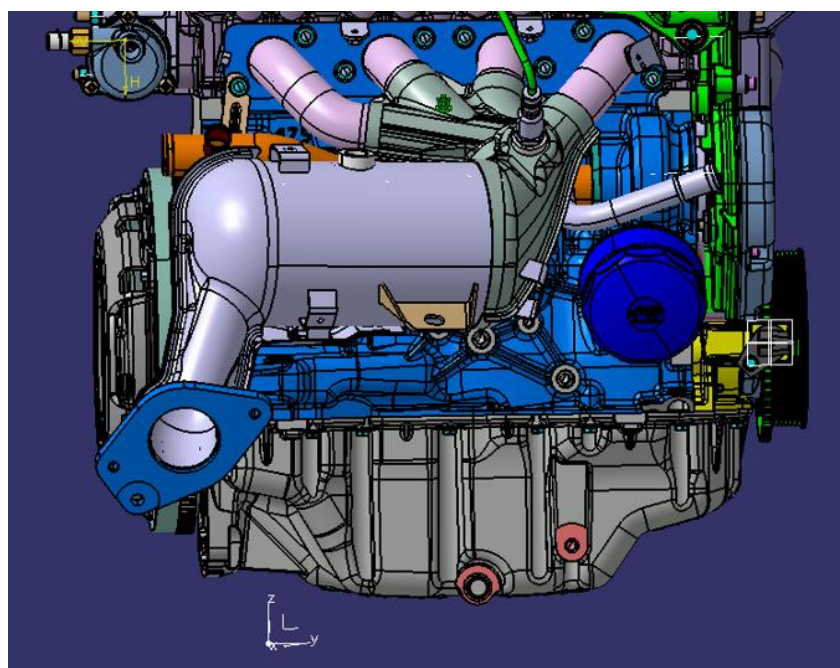


Рисунок 60 – Новый катколлектор

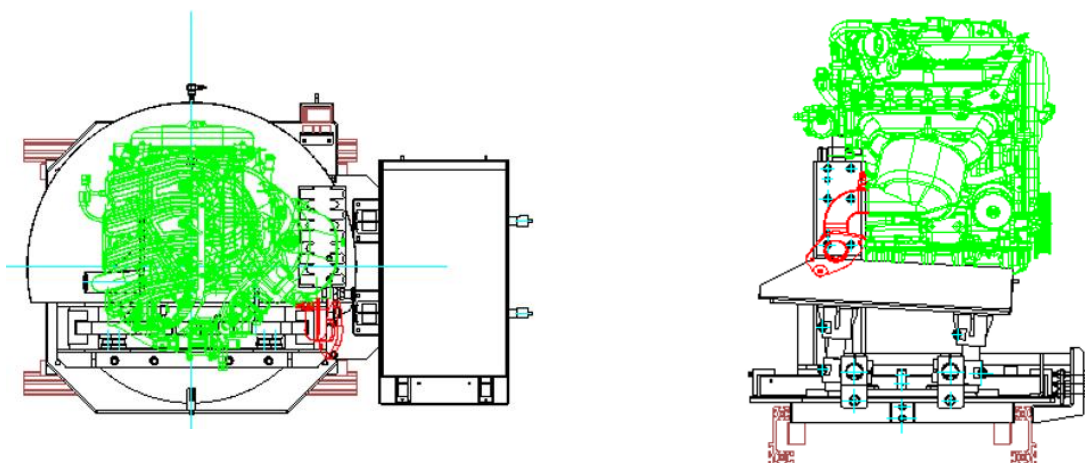


Рисунок 61 – Новый катколлектор при установке на действующий адаптер

Эту проблему можно решить если оборудовать пространство между 190 и 200 станциями следующим оборудованием:

1. Манипулятор с автоматом подсоединением к блоку цилиндров предназначенные для разгрузки двигателя со спутника линии и установке его на ложемент транспорта
2. Вертикально замкнутый транспорт с ложементами под установку двигателя (ложементы оснащены поворотным столом) для выполнения операций по установке деталей двигателя.
3. Второй манипулятор с автоматом подсоединением к блоку цилиндров предназначенные для перегрузки двигателя с ложемента транспорта на передвижную консоль завески двигателя.
4. Передвижная консоль завески двигателя оборудованная поворотным столом с наклонной платформой для подачи двигателя в зону действия лифта конвейера и завески двигателя на подвеску конвейера

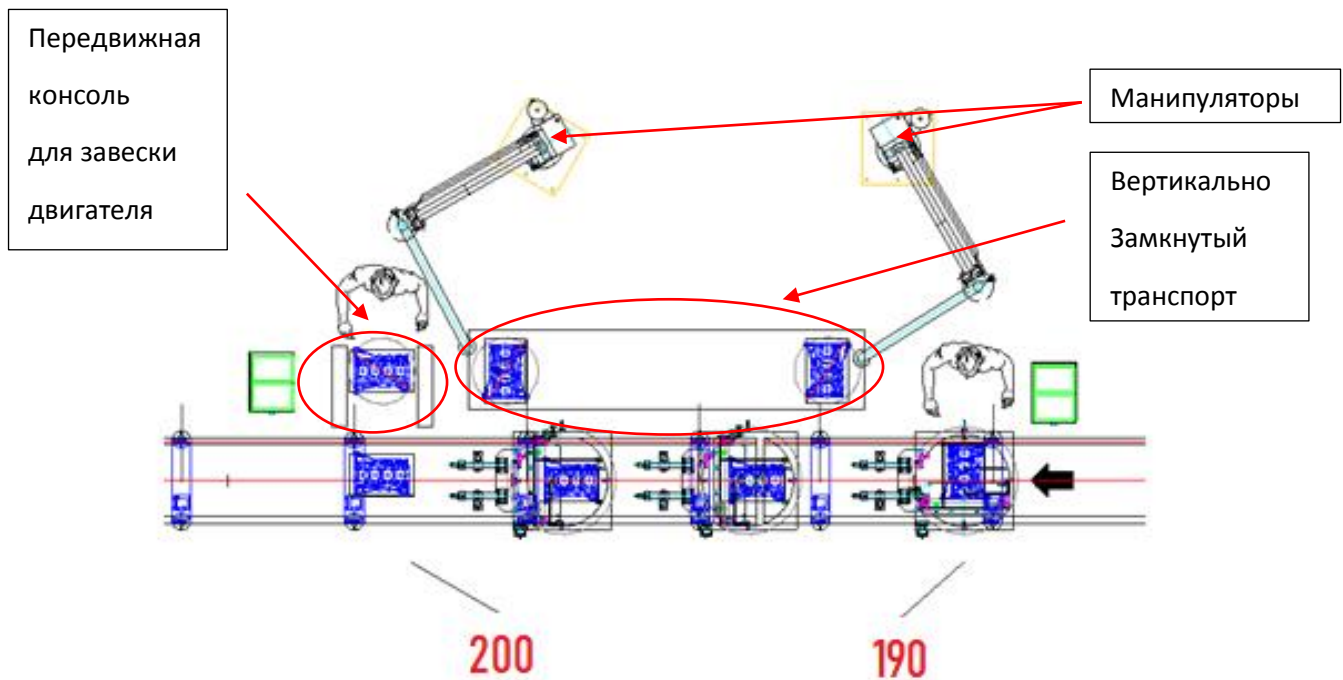


Рисунок 60 – Дополнительное оборудование на 190/200 операции на линии сборки

3.1 Описание технологического процесса сборки для обновленного двигателя после модернизации

Операция №30

- Станция по привязкам в памяти контроллера определяет номер коленчатого вала для загрузки и отображает его номер, цветовой фон на НМІ панели
- Перемещение спутника с предстопа на рабочий пост;
- Повернуть спутник на 90 градусов;
- Проверить качество нанесения маркировки (визуально) и выполнить подтверждение маркировки нажатием на клавишу «ОК» качества на панели НМІ;
- Открутить 10 болтов крепления крышек коренных опор и сдернуть крышки, снять и установить крышки коренных опор в ложементы станда;
- Установить четыре форсунки охлаждения поршня в двигатель;

- Выполнить считывание серийного номера и классов коренных опор, выполнить сопоставление литеры коленчатого вала с литерой согласно привязкам контроллера, ввести классы и серийный номер в PLC и записать их на спутник;
- Запрессовать 4 форсунки в блок цилиндров, взять кисточку и очистить пять коренных опор;
- Установить плитку с контрольными датчиками на блок, подобрать и установить пять коренных вкладышей (нижних) в опоры блока, снять плитку с контрольными датчиками;
- Смазать пять вкладышей коренных опор;
- Снять коленчатый вал с ложементов стенда для считывания классов коренных и шатунный шеек и установить его в блок цилиндров;
- Установить одно упорное алюминиевое полукольцо и одно упорное бронзовое кольцо на коленчатый вал;
- Взять коленчатый вал из тары, установить его в ложементы стенда для считывания маркировки.

Операция №40

- Перемещение спутника с предстопора на рабочий пост;
- Подобрать и установить пять коренных вкладышей в ложементы стенда, взять пять шатунных крышек со спутника и установить их в ложементы стенда, установить пять шатунных крышек подобранных с вкладышами в блок цилиндров, наживить десять болтов крепления коренных крышек;
- Выполнить завинчивание десяти болтов крепления крышек коренных опор;
- Проверить лёгкость вращения коленчатого вала
- Установить два центрирующих штифта для прокладки держателя заднего сальника и оправку в блок цилиндров;

- Установить прокладку держателя заднего сальника и держатель заднего сальника на блок цилиндров, снять центрирующую оправку;
 - Проверить датчиком правильность установки держателя заднего сальника;
 - Взять и подобрать 6 шестигранных болтов держателя заднего сальника с 6 шайбами. Взять и наживить четыре подобранных болта крепления держателя заднего сальника, снять центрирующие штифты и уложить их в ложементы, взять и наживить два подобранных болта крепления держателя заднего сальника;
 - Сменить завинчивающую головку на гайковёрте;
 - Выполнить завинчивание с окончательных моментом шести болтов крепления держателя заднего сальника;
 - Взять два центрирующих штифта для прокладки держателя заднего сальника и оправку для центрирования сальника;
 - Повернуть спутник на 180 градусов;
 - Установить два центрирующих штифта для прокладки масляного насоса и оправку для центрирования сальника;
 - Установить прокладку масляного насоса и масляный насос в блок цилиндров, снять центрирующую оправку с сальника и установка её в ложемент;
- Взять и наживить четыре болта крепления масляного насоса, снять два центрирующих штифта и уложить их в ложементы, взять и наживить 2 болта крепления масляного насоса;
- Сменить завинчивающую головку на гайковёрте, выполнить завинчивание шести болтов крепления масляного насоса;
 - Загрузить кит-коробку на спутник.

Операция №60

- Повернуть спутник на 90 градусов;

– Подсобрать и установить ШПГ в ложементы стенда, ввести в систему управления классы отверстия, подсобрать и установить на ложементы стенда верхний и нижний шатунные вкладыши, установить 2 вкладыша, один в шатун и один в шатунную крышку, развести кольца поместить шатун с поршнем в устройство для запрессовки и смазать кольца, повторить действие 4 раза;

– Установить 4-е подсобранные ШПГ в маску, переместить маску на блок цилиндров, запрессовать 4 ШПГ в блок цилиндров, снять маску и переместить на стол;

– Повернуть спутник на 90 градусов;

– Перемещение паллеты.

Операция №90 (автоматическая)

– Перемещение спутника с предстопора на рабочий пост;

– Вращение коленчатого вала на 1440 градусов;

– Нанесение герметика на блок цилиндров (2 трассы в зависимости от собираемого двигателя)

– Перемещение паллеты.

Операция №100

– Перемещение спутника с предстопора на рабочий пост;

– Повернуть спутник на 90 градусов;

– Установить масляный картер на блок цилиндров и зафиксировать его специальным приспособлением;

– Сделать предзатяг четырёх болтов крепления масляного картера и снять фиксирующее приспособление;

– Снять два центрирующих штифта и уложить их в ложементы

– Установить четыре подсобранных болта с шайбами в масляный картер;

- Затянуть с окончательным моментом 15 или 16 болтов крепления масляного картера (в зависимости от модификации двигателя) и сменить завинчивающую головку га гайковёрте;
- Затянуть с окончательным моментом 2 болта крепления маслоприемника (для двигателя 21179 не выполняется)
- Повернуть спутник на 90 градусов, нажать кнопку загрузки кит-коробки на спутник;
- Установить масляный картер на приспособления для подбора, подобрать 15 болтов с внешним шестигранником для крепления масляного картера и 2 болта с внутренним шестигранником с шайбами для крепления маслоприемника или подобрать 16 болтов с внутренним шестигранником с шайбами (в зависимости от модификации двигателя) и установить их в масляный картер.
- Перемещение паллеты

Операция №120

- Установить 2-е центрирующие втулки на блок, повернуть спутник на 180 градусов, установить в коленчатый вал центрирующий штифт;
- Станция по привязкам в памяти контроллера определяет номер маховика для загрузки и отображает его номер, цветовой фон на НМІ панели.
- Установить маховик;
- Проверить датчиком правильности установки маховика
(станция по привязкам в памяти контроллера определяет алгоритм срабатывания датчика проверки, в случае неправильной установки, станция блокирует работу ручного электрогайковёрта и выводит сообщение об отклонении на НМІ панель);
- Наживить 5 болтов крепления маховика, снять центрирующий штифт, наживить 1 болт крепления маховика, зафиксировать маховик

гребенкой, закрутить 6 болтов крепления маховика с окончательным моментом, расфиксировать маховик;

– Установить прокладку головки блока цилиндров, проверить лёгкость вращения распределительных валов головки цилиндров, установить головку цилиндров на блок;

– Повернуть спутник на 180 градусов;

– Установить технологические заглушки на впускные каналы головки цилиндров;

– Установить 2-е втулки на шпильки крепления рампы форсунок, смазать клапан и датчик фаз, установить датчик фаз и клапан с головку цилиндров, закрепить клапан и датчик фаз наживлением 2 болтов;

– Смазать рампу форсунок, установить рампу форсунок на головку цилиндров, установить 2-е шайбы крепления рампы форсунок, закрепить рампу форсунок наживлением 2-ух гаек;

– Соединить разъём жгута проводов рампы форсунок с разъёмом датчика фаз, соединить разъём жгута проводов рампы форсунок с разъёмом датчика детонации, соединить разъём жгута проводов рампы форсунок с разъёмом клапана;

– Перемещение паллеты.

Операция №150

– Перемещение спутника с предстопора на рабочий пост;

– Подвод шпинделей к прорезям в распредвалах и угловое ориентирование валов (Новая позиция, работающая для всех двигателей. Выполняет функции ориентации распредвалов и их удержание во время завинчивания болтов крепления шкивов);

– Установить на шкив приспособление для его ориентации и фиксации, затянуть болт крепления ролика опорного с окончательным моментом;

- Натянуть ремень ГРМ роликом, затянуть болт крепления ролика натяжного с окончательным моментом, сменить завинчивающую головку;
- Затянуть болт крепления шкива распредвала выпускного с окончательным моментом, сменить завинчивающую головку;
- Наживить заглушку распредвала впускного и затянуть заглушка с окончательным моментом;
- Произвести отвод шпинделей, выполняющих ориентирование распределительных валов;
- Зафиксировать маховик гребенкой спутника;
- Подсобрать 1 болт крепления нижней защитной крышки ремня ГРМ с шайбой и крышкой, установить нижнюю крышку ремня ГРМ на двигатель и зафиксировать её наживлением подобранный болта;
- Подсобрать 2 болта крепления крышки защитной ремня ГРМ и наживить подобранные болты в нижнюю крышку ГРМ на двигателе, затянуть с окончательным моментом 3 болта крепления крышки ГРМ;
- Установить шайбу ремня ГРМ и демпфер;
- Наживить до упора болт крепления демпфера, затянуть болт крепления демпфера с окончательным моментом;
- Повернуть спутник на 180 градусов, расфиксировать маховик, повернуть спутник на 180 градусов;
- Провернуть коленчатый вал на 1440 градусов, сменить завинчивающую головку;
- Установить верхнюю защитную крышку ГРМ на двигатель, подсобрать 4 болта крепления крышки с 4 шайбами, наживить подобранные болты в крышку ГРМ переднюю верхнюю;
- Подсобрать болт крепления верхней защитной крышки с шайбой и кронштейном; затянуть с окончательным моментом 5 болтов крепления крышки ГРМ передней верхней;
- Подсобрать болт крепления датчика коленчатого вала с шайбой, подсобрать подобранный болт с датчик коленчатого вала и установить

датчик в блок цилиндров, наживить болт крепления датчика коленчатого вала, затянуть болт крепления датчика коленчатого вала с окончательным моментом, сменить завинчивающую головку;

– Повернуть спутник на 180 градусов;

– Установить втулку на отвертку, установить втулку и диск задающий на впускном распредвале, установить болт крепления диска задающего в отверстие распредвала, затянуть болт крепления диска с окончательным моментом, сменить завинчивающую головку;

– Повернуть спутник на 90 градусов;

– Выполнить протирку поверхности головки цилиндров;

– Перемещение паллеты.

Операция №190

– Смазать трубку вентиляции картера, сжать хомут клещами и установить хомут с трубкой на штуцер модуля впуска, сжать хомут;

– Сжать хомут клещами, установить хомут с трубкой на штуцер крепления крышки головки цилиндров;

– Установить рым на головку цилиндров, подобрать 2 болта с шайбами, закрепить рым наживлением подобранных болтов;

– Установить на шпильки дроссельный патрубок, установить на шпильки дроссельного патрубка 3 шайба и 3 шайбы, затянуть гайки крепления дроссельного патрубка с окончательным моментом;

– Установить прокладку термостата, установить термостат, закрепить термостат затяжкой до упора 2 гаек с заданным моментом;

– Нанести на датчик температуры охлаждающей жидкости герметик, наживить датчика охлаждающей жидкости в термостат, затянуть датчика с окончательным моментом;

– Повернуть спутник на 90 градусов;

– Затянуть с окончательным моментом 2 болта крепления рыма;

- Повернуть спутник на 180 градусов;
- Установить на модуль впуска фиксатор топливной трубкой и зафиксировать его на модуле впуска;
- Подвести адаптер манипулятора к двигателю, наживить 3 болта крепления фланца двигателя в блок цилиндров, затянуть 3 болта;
- Отвернуть 3 болта крепления двигателя к фланцу двигателя и отвести двигатель влево, выполнить съём двигателя с фланца спутника;
- Переместить и установить двигатель на опоры транспорта, отвернуть 3 болта крепления двигателя к фланцу адаптера манипулятора, отвести манипулятор в зону парковки;
- Установить прокладку катколлектора, установить катколлектор на двигатель;
- Наживить до упора датчик концентрации кислорода, затянуть датчик концентрации кислорода с окончательным моментом, заправить датчик концентрации кислорода в катколлектор;
- Установить 8 шайб крепления катколлектора, наживить 8 гаек крепления катколлектора.

Операция №200

- Перемещение стола с предыдущего поста к рабочему посту;
- Развернуть стол на 180 градусов;
- Затянуть с окончательным моментом 8 гаек крепления катколлектора;
- Затянуть первую гайку катколлектора; установить кронштейн трубы подводящей водяного насоса на шпильку катколлектора;
- Установить шайбы на кронштейн крепления трубы подводящей водяного насоса, наживить гайку крепления трубы подводящей, сменить завинчивающую головку;
- Затянуть с окончательным моментом две гайки кронштейна трубы подводящей водяного насоса, сменить завинчивающую головку;

- Подсобрать фланец крепления двигателя к подвеске с 3 болтами, установить подсобранный фланец на двигатель, наживить 3 болта крепления фланца двигателя в блок цилиндров, затянуть 3 болта крепления фланца;
- Подвести адаптер манипулятора к двигателю, переставить двигатель с опор транспорта на передвижную консоль;
- Визуально проконтролировать комплектность двигателя;
- Опустить подвеску конвейера лифта, снять с подвески фланец крепления двигателя;
- Развернуть подвеску конвейера на 180 градусов, выполнить подъем индекса и его наклон на 10 градусов;
- Совместить отверстия вала редуктора конвейерной подвески с отверстием фланца установленного на двигатель, установить болта крепления фланца к конвейерной подвеске, отвинтить 3 болта крепления двигателя к фланцу спутника;
- Отвести подвеску конвейера влево, выполнить подъем индекса вверх, отвести спутник вправо;
- Сканировать ККД сканером для записи данных на конвейерную подвеску и уложить ККД в ложемент конвейерной подвести
- Выполнить подъем подвески конвейера, опустить индекс на 10 градусов; сместить спутник влево и выполнить опуск индекс;
- Перемещение паллеты.

3.2 Затраты на модернизацию

Для определения предварительных затрат, которые мы понесем при модернизации линии, необходимо составить перечень покупаемых элементов по каждой из модернизируемых операций.

Операция № 30

1. Новые головки под болты коренных крышек torx – 100 евро.
2. Сокеты под новые головки – 500 евро.

Операция № 40

1. Новые головки под болты коренных крышек torx – 100 евро.
2. Сокеты под новые головки – 500 евро.
3. Датчик распознавания для коленчатых валов 100 евро.
4. Датчик распознавания для держателей заднего сальника 100 евро.
5. Новая головка под шестигранные болты для оригинального держателя заднего сальника – 50 евро.
6. Новый сокет под шестигранные болты 500 евро.
7. Новая оправка для оригинального коленчатого вала – 500 евро.
8. Световая индикация для распознавания метиз держателей заднего сальников – 150 евро.

Операция № 60

1. Установка для равномерной смазки ШПГ – 5000 евро.

Операция № 90

1. Доработка программы робота под новую трассу нанесения герметика. На панели оператора HMI Siemens необходимо сделать окно, в котором будет осуществляться введение привязок референса двигателя к варианту нанесения трассы герметика в наладочном режиме с последующим сохранением в памяти контроллера – 2000 евро.

Операция № 100

1. Сокет под новую головку для внутренних болтов с шестигранником, которые будут крепить оригинальный масляный картер – 500 евро.

Операция № 120

1. Доработка 50-ти спутников под размерность нового маховика – 50000 евро.
2. Установка новых фиксаторов маховиков на доработанных 50-ти спутниках 25000 евро.

Операция № 150

1. Позиция для ориентации и фиксации распределительных валов – 150000 евро.

Операция № 190

1. Дополнительная секция мини-линии 7x1 м – 30000 евро.
2. Два манипулятора для завески двигателя – 60000 евро.
3. Передвижная консоль для перемещения к лифту завески двигателя – 8000 евро.

Суммируя все затраты по каждой из операций, получаем сумму, которая равна 333100 евро, в переводе на рубли 25,9 млн. руб.

Заключение

В процессе написания данной работы перед нами были поставлены и решены задачи, представленные во введении, а именно:

- Был произведён анализ действующего технологического процесса сборки двигателя на предмет возможности использования действующего оборудования.

- Проработан объём изменений, который позволит модернизировать двигатель, устранить ряд дефектов и сделает его более надёжным.

- Проведён анализ инвестиций, которые необходимо затратить для реализации проекта.

Исходя из представленной цели и выполняемых задач, мы получили следующие результаты:

- Произведён анализ действующего технологического процесса сборки, в котором мы выявили, что он не соответствует поставленной цели и не может быть применён для обновлённой конструкции двигателя.

- Проведена модернизация технологического процесса сборки с учётом вновь внедряемых комплектующих, которая включила в себя системы rock-уoke и alliance production way, что в конечном итоге позволит снизить ошибки оператора из-за человеческого фактора, которые могут привести к перепутыванию деталей, неправильной сборке комплектации двигателя, и может быть в конечном итоге обусловлено браком на рабочей линии.

- Оценены инвестиции в проект, направленные на выполнение поставленных задач.

Исходя из вышесказанного ориентировочная стоимость модернизации представленной линии сборки обойдётся нам в 25,9 млн рублей, что является приемлемым в реалиях современно рынка автомобильной промышленности.

СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Свистула А.Е. Двигатели внутреннего сгорания. М. : АлтГТУ, 2009. – 81 с.
2. Тарасик В.П. Теория автомобилей и двигателей. М. : Новое знание. Инфра-М, 2012. – 448 с. –
3. Шатров М.Г., К.А. Морозов, И.В. Алексеев и др. Автомобильные двигатели: учебник для студ. высш. учеб заведений. М. : Издательский центр «Академия», 2011. – 464 с.
4. Ховах М.С., Маслов Г.С. Автомобильные двигатели. М. : Машиностроение, 1971. – 456 с.
5. Богданов С.Н. и др. Автомобильные двигатели: учебник для автотранспортных техникумов. М. : Машиностроение, 1987. – 368 с.
6. Тамаркин М.А., Давыдова И.В., Тищенко Э.Э. Технология сборочного производства. М. : Феникс, 2007. – 270 с.
7. Гладов Г.И., Петренко А.М. Устройство автомобилей: учебник для студ. учреждений сред. проф. образования. М. : Издательский центр «Академия», 2017. – 352 с.
8. Бескаравайный М.И. Устройство автомобиля просто и понятно. М. : Эксмо, 2008. – 64 с.
9. Савич Е.Л. Устройство автомобилей. Двигатели: учеб. пособие. М. : Высшая школа, 2019. – 334 с.
10. Шароглазов Б. А., Фарафонов М. Ф., Клементьев В. В. Двигатели внутреннего сгорания: теория, моделирование и расчёт процессов: Учебник по курсу «Теория рабочих процессов и моделирование процессов в двигателях внутреннего сгорания». Челябинск, Изд-во: ЮУрГУ, 2005. – 403 с.
11. В. П. Алексеев, В.Ф. Воронин, Л.В. Грехов и др. Двигатели внутреннего сгорания. Устройство и работа поршневых и комбинированных двигателей. М. : Машиностроение, 1990, – 228 с.

12. Б.Н. Хватов, А.А. Родина Проектирование машиностроительного производства. Технологические решения. М. : Тамбов, изд-во ФГБОУ ВПО «ТГТУ», 2013. – 144 с.
13. Шатров М.Г. Автомобильные двигатели: Курсовое проектирование: учеб. пособие для студ. учреждений высш. проф. образования. М. : Издательский центр «Академия», 2012. – 256 с.
14. Волков Р.А., Гнутов А. Н., Дьячков В. К. Конвейеры: Справочник. М. : Машиностроение, Ленинградское отд-ние, 1984. – 367 с.
15. Покровский Б.С., Основы слесарных и сборочных работ: учебник для студ. учреждений сред. проф. Образования. М. : Издательский центр «Академия», 2017. – 208 с.
16. Морозов И.М., Шамин В.Ю. Основы технологии сборки в машиностроении. Челябинск, изд-во: ЮУрГУ, 2006. – 72 с.
17. Новиков М.П. Основы сборки машин и механизмов. М. : Машиностроение, 1980. – 592 с.
18. Ненишев А.С., Мельник В.П. и др. Технологии производства деталей двигателей внутреннего сгорания. Омск, изд-во: СибАДИ, 2009. – 92 с.
19. Чайнов Н.Д., Иващенко Н.А., Краснокутский А.Н. Конструирование двигателей внутреннего сгорания. М. : Машиностроение, 2008. – 496 с.
20. Орлина А.С., М.Г. Круглова. Двигатели внутреннего сгорания. Устройства и работа поршневых и комбинированных двигателей. М. : Машиностроение, 1990. – 280 с.
21. В.А. Немков. Конструкция двигателей автотранспортных средств: метод. указания к лабораторным работам. Владимир. Изд-во Владим. Гос. Ун-та, 2009. – 44 с.
22. Florian Lon T. Petrescu. Geometrical Synthesis of the Distribution Mechanisms. American Journal of Engineering and Applied Sciences, 2015. 8:63-81p.

23. Florian Lon, T. Petrescu. Machine Motion Equations at the Internal Combustion Heat Engines. American Journal of Engineering and Applied Sciences, 2015. 8:127-137 p.

24. В.Ю. Новиков и др. Технология машиностроения: в 2 ч. М. : Машиностроение, 2012. – 412 с.

25. Eid S. Mohamed, Essam M. Allam. Effect of Active Cooling Control on Internal Combustion Engine Exhaust Emissions and Instantaneous Performance Enhancement. British Journal of Applied Science & Technology, 2015. 12:1-16 p

26. Victor W.Wong, Simon C. Tung. Overview of automotive engine friction and reduction trends—Effects of surface, material, and lubricant-additive technologies. Massachusetts Institute of Technology, Cambridge, 2016. 4:1-28 p.

27. Edris Cesur, Vezir Ayhan, Adnan Parlak, Omer SavaG, Zafer Aydin. The Effects of Different Fuels on Wear between Piston Ring and Cylinder. Hindawi Publishing Corporation Advances in Mechanical Engineering, 2014. 10:8-16 p.

28. А.С. Ненишев, С.В. Мельник, Расщупкин В.П., М.С Корытов, Ю.К. Корзунин. Технология производства деталей двигателей внутреннего сгорания: учебное пособие. – Омск: СибАДИ, 2009. – 92 с.

29. М.П. Новиков. Основы технологии сборки машин и механизмов. М. : Машиностроение, 1980. – 592 с.

30. А.И. Колчин. Расчёт автомобильных и тракторных двигателей: Учебное пособие для вузов. М. : Высшая школа, 2002. – 496 с.

ПРИЛОЖЕНИЕ А

Технология сборки до модернизации

Таблица 1 – Технология сборки до модернизации

№ Оп.	№ Эл-та	Содержание элемента	Время эл-та (мин)	Время эл-та (сан.мин)	Вид элемента (Руч-й, Авт-й, ПолуАвт-й)
30	1.	Перемещение спутника с предстопора на рабочий пост	0,10	10	А
	2.	Поворот спутника на 90 градусов	0,07	7	П/А
	3.	Проверка качества маркировки (визуальная) и подтверждение качества на панели НМІ	0,05	5	Р
	4.	Откручивание болтов крепления крышек коренных опор и сдергивание крышек	0,83	83	П/А
	5.	Съём и установка крышек коренных опор с блока в ложементы	0,13	13	Р
	6.	Установка четырёх форсунок охлаждения поршня в блок	0,15	15	Р
	7.	Запрессовка четырёх форсунок в блок	0,33	33	Р
	8.	Очистка пяти коренных опор блока	0,10	10	Р
	9.	Установка плитки с контрольными датчиками на блок	0,05	5	Р
	10.	Подбор и установка пяти коренных вкладышей в опоры блока	0,32	32	Р
	11.	Снятие плитки с контрольными датчками	0,05	5	Р
	12.	Смазка вкладышей коренных опор в блоке цилиндров	0,07	7	П/А
	13.	Снятие коленчатого вала с ложементов стенда для считывания классов коренных и шатунных шеек и установка его в блок	0,23	23	Р
	14.	Установка алюминиевого упорного полукольца	0,10	10	Р
	15.	Установка бронзового упорного полукольца	0,10	10	Р
	16.	Смазка коренных шеек коленчатого вала	0,08	8	П/А
	17.	Нанесение маркером отметки о выполнении операции	0,08	8	Р

Продолжение таблицы 1

	18.	Взятие коленчатого вала из тары и установка его на ложементы станда для считывания маркировки	0,28	28	Р
		Итого	<u>3,12</u>	<u>312</u>	
№ Оп.	№ Эл-та	Содержание элемента	Время эл-та (мин)	Время эл-та (сан.мин)	Вид элемента (Руч-й, Авт-й, ПолуАвт-й)
40	1.	Перемещение спутника с предстопора на рабочий пост	0,10	10	А
	2.	Подбор и установка пяти коренных вкладышей на ложементы стола	0,22	22	П/А
	3.	Взятие пяти коренных крышек со спутника, установка в крышки пяти коренных вкладышей с ложементов, установка пяти коренных крышек в блок, наживление десяти болтов крепления коренных крышек	0,40	40	Р
	4.	Завинчивание десяти болтов крепления крышек коренных опор блока	0,78	78	П/А
	5.	Проверка лёгкости вращения коленчатого вала	0,05	5	Р
	6.	Установка двух центрирующих штифтов для прокладки держателя заднего сальника и оправки центрирующей сальника	0,12	12	Р
	7.	Установка прокладки держателя заднего сальника на центрирующие штифты и блок	0,05	5	Р
	8.	Установка держателя заднего сальника на блок	0,12	12	Р
	9.	Снятие оправки центрирующей заднего сальника и установка её в ложемент	0,02	2	Р
	10.	Взятие и наживление четырёх болтов крепления держателя заднего сальника	0,20	20	Р
	11.	Снятие двух центрирующих штифтов и установка их в ложементы	0,03	3	Р
	12.	Взятие и наживление двух болтов крепления держателя заднего сальника	0,07	7	Р
	13.	Завинчивание шести болтов крепления держателя заднего сальника	0,30	30	Р
	14.	Взятие двух центрирующих штифтов для прокладки масляного насоса и оправки центрирующей сальника	0,03	3	Р
	15.	Поворот спутника на 180 градусов	0,05	5	П/А

Продолжение таблицы 1

	16.	Установка двух центрирующих штифтов для прокладки масляного насоса и оправки центрирующей сальника на двигатель	0,05	5	Р
	17.	Установка прокладки масляного насоса на центрирующие штифты и блок	0,33	33	Р
	18.	Снятие центрирующей оправки сальника и установка её в ложемент	0,02	2	Р
	19.	Нанесение маркером отметки о выполнении операции	0,07	7	Р
	20.	Взятие и наживление четырёх болтов крепления держателя заднего сальника	0,20	20	Р
	21.	Снятие двух центрирующих штифтов и установка их в ложементы	0,30	30	Р
	22.	Взятие и наживление двух болтов крепления держателя заднего сальника	0,07	7	Р
	23.	Завинчивание шести болтов крепления масляного насоса	0,37	37	П/А
	24.	Заменить завинчивающую головку на гайковёрте	0,07	7	Р
	25.	Нажать кнопку загрузки кит-коробки на спутники	0,02	2	Р
	26.	Завернуть три болта крепления водяного насоса	0,18	18	П/А
		Итого	4,22	422	
№ Оп .	№ Эл -та	Содержание элемента	Время эл-та (мин)	Время эл-та (сан.мин)	Вид элемента (Руч-й, Авт-й, ПолуАвт-й)
60	1.	Перемещение спутника с предстопора на рабочий пост	0,12	12	А
	2.	Подбор и установка ШПГ в ложемент сборочного стенда	0,17	17	П/А
	3.	Ввод в систему управления станции класса шатунного отверстия через панель НМІ	0,05	5	Р
	4.	Подбор и установка на ложементы стенда верхнего и нижнего шатунного вкладыша	0,15	15	П/А
	5.	Поворот спутника на 90 градусов	0,07	7	П/А
	6.	Установка двух вкладышей в шатун и шатунную крышку с ложементов	0,15	15	Р
	7.	Разведение поршневых колец на ШПГ	0,08	8	Р
	8.	Смазка колец и поршня ШПГ	0,07	7	Р

Продолжение таблицы 1

9.	Подбор и установка ШПГ в ложемент сборочного стенда	0,12	12	П/А
10.	Ввод в систему управления станции класса шатунного отверстия через панель НМІ	0,03	3	Р
11.	Подбор и установка на ложементы стенда верхнего и нижнего шатунного вкладыша	0,13	13	П/А
12.	Установка подсобранного вкладышами ШПГ в маску	0,12	12	Р
13.	Установка двух вкладышей в шатун и шатунную крышку с ложементов	0,10	10	П/А
14.	Разведение поршневых колец на ШПГ	0,08	8	Р
15.	Смазка колец и поршня ШПГ	0,08	8	Р
16.	Подбор и установка ШПГ в ложемент сборочного стенда	0,13	13	П/А
17.	Ввод в систему управления станции класса шатунного отверстия через панель НМІ	0,03	3	Р
18.	Подбор и установка на ложементы стенда верхнего и нижнего шатунного вкладыша	0,13	13	П/А
19.	Установка подсобранного вкладышами ШПГ в маску	0,12	12	Р
20.	Установка двух вкладышей в шатун и шатунную крышку с ложементов	0,13	13	Р
21.	Разведение поршневых колец на ШПГ	0,07	7	Р
22.	Подбор и установка ШПГ в ложемент сборочного стенда	0,10	10	П/А
23.	Ввод в систему управления станции класса шатунного отверстия через панель НМІ	0,05	5	Р
24.	Подбор и установка на ложементы стенда верхнего и нижнего шатунного вкладыша	0,10	10	Р
25.	Установка подсобранного вкладышами ШПГ в маску	0,13	13	Р
26.	Установка двух вкладышей в шатун и шатунную крышку с ложементов	0,13	13	Р
27.	Разведение поршневых колец на ШПГ	0,07	7	Р
28.	Смазка колец и поршня ШПГ	0,07	7	Р
29.	Установка подсобранного вкладышами ШПГ в маску	0,12	12	Р
30.	Установка маски с ШПГ на блок цилиндров	0,12	12	Р
31.	Установка ШПГ в блок цилиндров	0,18	18	А

Продолжение таблицы 1

	30.	Установка маски с ШПГ на блок цилиндров	0,12	12	Р
	31.	Установка ШПГ в блок цилиндров	0,18	18	А
	32.	Установить две шатунных крышки на спутник	0,03	3	Р
	33.	Снять маску с двс и установить на стол	0,07	7	Р
	34.	Установить две шатунных крышки на спутник	0,05	5	Р
	35.	Поворот спутника на 90 градусов	0,10	10	П/А
	Итого		<u>3,45</u>	<u>345</u>	
№ Оп .	№ Эл-та	Содержание элемента	Время эл-та (мин)	Время эл-та (сан.мин)	Вид элемента (Руч-й, Авт-й, ПолуАвт-й)
90	1.	Перемещение спутника с предстопора на рабочий пост	0,12	12	А
	2.	Вращение к.в.	0,35	35	А
	3.	Нанесение герметика на блок цилиндров	0,40	40	А
	Итого		<u>0,87</u>	<u>47</u>	
№ Оп .	№ Эл-та	Содержание элемента	Время эл-та (мин)	Время эл-та (сан.мин)	Вид элемента (Руч-й, Авт-й, ПолуАвт-й)
100	1.	Перемещение спутника с предстопора на рабочий пост	0,10	10	А
	2.	Поворот спутника на 90 градусов	0,05	5	П/А
	3.	Установка двух центрирующих пальцев на блок	0,03	3	Р
	4.	Установка масляного картера на блок цилиндров	0,10	10	Р
	5.	Установка фиксирующего приспособления на блок	0,08	8	Р
	6.	Предзавинчивание четырёх болтов крепления масляного картера	0,18	18	П/А
	7.	Снятие фиксирующего приспособления	0,08	8	Р
	8.	Снятие двух центрирующих штифтов и установка их в ложементы	0,05	5	Р
	9.	Установка четырёх подсобранных с шайбами болтов в масляный картер	0,05	5	Р
	10.	Завинчивание шестнадцати болтов крепления масляного картера	1,23	123	П/А
	11.	Поворот спутника на 90 градусов	0,03	3	П/А

Продолжение таблицы 1

	12.	Нажатие кнопки загрузки кит-коробки на спутник	0,02	2	Р
	13.	Установка масляного картера на приспособления для подбора с болтами	0,17	17	Р
	14.	Подбор шестнадцати болтов крепления масляного картера с шайбами и установка их в масляный картер	0,73	73	Р
	Итого		<u>2,90</u>	<u>290</u>	
№ Оп .	№ Эл-та	Содержание элемента	Время эл-та (мин)	Время эл-та (сан.мин)	Вид элемента (Руч-й, Авт-й, ПолуАвт-й)
120	1.	Перемещение спутника с предстопора на рабочий пост	0,12	12	А
	2.	Установка двух центрирующих втулок на блок	0,05	5	Р
	3.	Поворот спутника на 180 градусов	0,05	5	Р
	4.	Установка в коленчатый вал штифта центрирующего	0,02	2	Р
	5.	Установка маховика	0,13	13	Р
	6.	Наживление пяти болтов крепления маховика	0,32	32	Р
	7.	Снятие центрирующего штифта с коленвала	0,03	3	Р
	8.	Наживление болта крепления маховика	0,08	8	Р
	9.	Фиксация маховика гребёнкой спутника	0,03	3	Р
	10.	Завинчивание шести болтов крепления маховика	0,55	55	П/А
	11.	Расфиксация маховика	0,02	2	Р
	12.	Поворот спутника на 90 градусов	0,05	5	П/А
	13.	Установка прокладки головки цилиндров	0,07	7	Р
	14.	Проверка лёгкости вращения распредвалов г.ц.	0,20	20	Р
	15.	Установка головки цилиндров	0,15	15	Р
	16.	Поворот спутника на 180 градусов	0,03	3	П/А
	17.	Установка технологической заглушки на впускные каналы головки цилиндров	0,12	12	Р
	18.	Установка двух втулок на шпильки крепления рампы форсунок	0,05	5	Р

Продолжение таблицы 1

	19.	Смазка уплотнительных колец клапана и датчика фаз	0,13	13	Р
	20.	Установка клапана в головку цилиндров	0,05	5	Р
	21.	Установка датчика фаз в головку цилиндров	0,05	5	Р
	22.	Наживление болта крепления датчика фаз	0,15	15	Р
	23.	Наживление болта крепления клапана	0,08	8	Р
	24.	Смазка рампы форсунок	0,08	8	Р
	25.	Установка рампы форсунок на головку цилиндров	0,08	8	Р
	26.	Установка двух шайб крепления рампы форсунок на шпильки	0,10	10	Р
	27.	Наживление двух гаек крепления рампы форсунок	0,10	10	Р
	28.	Соединение разъёма жгута проводов рампы форсунок с разъёмом датчика фаз	0,03	3	Р
	29.	Соединение разъёма жгута проводов рампы форсунок с разъёмом датчика детонации	0,07	7	Р
	30.	Соединение разъёма жгута проводов рампы форсунок с разъёмом клапана	0,08	8	Р
		Итого	3,07	307	
№ Оп.	№ Эл-та	Содержание элемента	Время эл-та (мин)	Время эл-та (сан.мин)	Вид элемента (Руч-й, Авт-й, ПолуАвт-й)
150	1.	Перемещение спутника с предстопора на рабочий пост	0,12	12	А
	2.	Установка ремня привода ГРМ	0,10	10	Р
	3.	Установка на шкив зубчатый приспособления для его ориентации и фиксации	0,10	10	Р
	4.	Затяжка болта крепления ролика опорного	0,05	5	П/А
	5.	Натяжение ремня ГРМ роликом	0,07	7	Р
	6.	Затяжка болта крепления ролика натяжного	0,03	3	П/А
	7.	Смена головки завинчивающей	0,07	7	Р
	8.	Затяжка болта крепления шкива распредвала впускного	0,08	8	П/А
	9.	Смена головки завинчивающей	0,05	5	Р

Продолжение таблицы 1

10.	Затяжка болта крепления шкива распределителя выпускного	0,07	7	П/А
11.	Смена головки заворачивающей	0,05	5	Р
12.	Наживление заглушки шкива распределителя впускного	0,05	5	Р
13.	Завинчивание заглушки шкива распределителя	0,05	5	П/А
14.	Смена головки заворачивающей	0,08	8	Р
15.	Снятие приспособления для фиксации распределителей и укладка на рольганг	0,03	3	Р
16.	Расфиксация приспособления для ориентации к.в.	0,03	3	Р
17.	Фиксация маховика гребёнкой спутника	0,05	5	Р
18.	Снятие приспособления для фиксации и ориентации к.в. и установка на ложемент	0,05	5	Р
19.	Подбор одного болта крепления нижней защитной крышки ремня ГРМ с шайбой и крышкой	0,12	12	Р
20.	Установка нижней крышки защитной ремня ГРМ на ДВС и фиксация её наживлением болта	0,03	3	Р
21.	Подбор двух болтов крепления нижней крышки ремня ГРМ с двумя шайбами	0,08	8	Р
22.	Наживление двух подобранных болтов крепления крышки ремня ГРМ нижней	0,13	13	Р
23.	Завинчивание трёх болтов крепления нижней крышки ремня ГРМ	0,17	17	П/А
24.	Установка шайбы ремня ГРМ	0,05	5	Р
25.	Установка демпфера к.в. на к.в.	0,07	7	Р
26.	Наживление до упора болта крепления демпфера подбранного с шайбой	0,17	17	Р
27.	Затяжка болта крепления демпфера к.в.	0,10	10	П/А
28.	Поворот спутника на 180 градусов	0,05	5	П/А
29.	Расфиксация маховика гребёнкой спутника	0,03	3	Р
30.	Поворот спутника на 180 градусов	0,05	5	П/А
31.	Проворот коленчатого вала на 1440 градусов (четыре оборота)	0,10	10	П/А
32.	Смена головки заворачивающей	0,05	5	Р

Продолжение таблицы 1

	33.	Установка верхней защитной крышки ремня ГРМ	0,08	8	Р
	34.	Подсбор четырёх болтов крепления крышки защитной верхней с четырьмя шайбами	0,23	23	Р
	35.	Наживление четырёх подсобранных болтов крепления верхней защитной крышки ремня ГРМ	0,20	20	Р
	36.	Подсбор болта крепления верхней защитной крышки с кронштейном	0,15	15	Р
	37.	Наживление подсобранного болта крепления верхней защитной крышки ремня ГРМ	0,05	5	Р
	38.	Завинчивание пяти болтов крепления верхней защитной крышки	0,27	27	Р
	39.	Поворот спутника на 90 градусов	0,03	3	П/А
	40.	Смена головки завинчивающей	0,03	3	Р
	41.	Подсбор болта крепления датчика коленчатого вала с шайбой	0,03	3	Р
	42.	Подсбор подсобранного болта с датчиком коленчатого вала	0,03	3	Р
	43.	Установка подсобранного датчика коленчатого вала на двигатель	0,03	3	Р
	44.	Наживление болта крепления датчика коленчатого вала	0,03	3	Р
	45.	Завинчивание болта крепления датчика коленчатого вала	0,07	7	П/А
	46.	Протирка поверхности головки цилиндров	0,10	10	Р
	Итого		3,66	366	
№ Эл-та	Содержание элемента		Время эл-та (мин)	Время эл-та (сан.мин)	Вид элемента (Руч-й, Авт-й, ПолуАвт-й)
190	1.	Перемещение спутника с предстопора на рабочий пост	0,15	15	А
	2.	Смазка трубки вентиляции картера, сжатие хомута клещами, установка хомута с трубкой на штуцер модуля впуска, сжатие хомута	0,18	18	Р
	3.	Сжать хомут клещами, установить хомут с трубкой на штуцер крышки г.ц.	0,12	12	Р

Продолжение таблицы 1

4.	Установка рыма на головку цилиндров и закрепление наживлением двух болтов подобранных с шайбами	0,23	23	Р
5.	Установка на шпильки дроссельного патрубка	0,05	5	Р
6.	Установка на шпильки крепления дроссельного патрубка трёх шайб	0,12	12	Р
7.	Наживление трёх гаек крепления дроссельного патрубка	0,15	15	Р
8.	Установка прокладки термостата	0,10	10	Р
9.	Установка термостата	0,05	5	Р
10.	Установка и наживление двух шайб и гаек на шпильки крепления термостата	0,13	13	Р
11.	Нанесение герметика на датчик ОЖ	0,08	8	Р
12.	Наживление датчика ОЖ в термостат	0,03	3	Р
13.	Завинчивание трёх гаек крепления дроссельного патрубка	0,22	22	П/А
14.	Завинчивание двух гаек крепления термостата	0,12	12	П/А
15.	Затяжка первой гайки крепления термостата	0,03	3	П/А
16.	Смена головки завинчивающей	0,08	8	Р
17.	Завинчивание датчика ОЖ	0,07	7	Р
18.	Смена головки завинчивающей	0,10	10	Р
19.	Поворот спутника на 90 градусов	0,07	7	Р
20.	Завинчивание болтов крепления рыма	0,10	10	П/А
21.	Смена головки завинчивающей	0,07	7	Р
22.	Поворот спутника на 180 градусов	0,08	8	П/А
23.	Подсбор кронштейна вспомогательных агрегатов с пятью болтами крепления	0,15	15	Р
24.	Установка кронштейна вспомогательных агрегатов на двигатель	0,05	5	Р
25.	Наживление трёх болтов крепления кронштейна вспомогательных агрегатов	0,12	12	Р
26.	Завинчивание двух нижних болтов крепления кронштейна вспомогательных агрегатов	0,13	13	П/А

Продолжение таблицы 1

	27.	Завинчивание трёх верхних болтов крепления вспомогательных агрегатов	0,18	18	П/А
	27.	Установка на модуль впуска фиксатора топливной трубки	0,13	13	Р
	28.	Фиксация топливной трубки в фиксаторе	0,07	7	Р
	Итого		3,13	313	
№ Оп.	№ Эл-та	Содержание элемента	Время эл-та (мин)	Время эл-та (сан.мин)	Вид элемента (Руч-й, Авт-й, ПолуАвт-й)
200	1.	Перемещение спутника с предстопора на рабочий пост	0,15	15	А
	2.	Подбор фланца крепления двигателя к подвеске конвейера с тремя болтами	0,12	12	Р
	3.	Установка подсобранного фланца на двигатель	0,05	5	Р
	4.	Наживление трёх болтов крепления фланца двигателя в блок цилиндров	0,12	12	Р
	5.	Завинчивание трёх болтов крепления фланца	0,12	12	
	6.	Визуальный контроль качества и комплектности двигателя	0,45	45	Р
	7.	Опуск подвески конвейера лифтом	0,45	45	П/А
	8.	Съём с подвески конвейера фланца крепления двигателя	0,05	5	Р
	9.	Разворот подвески конвейера на 180 градусов	0,10	10	Р
	10.	Подъём индекса и его наклон на 10 градусов	0,15	15	П/А
	11.	Опуск подвески конвейера лифтом	0,23	23	П/А
	12.	Совмещение отверстия вала редуктора конвейерной подвески с отверстием фланца установленного на двигатель, установка болта крепления фланца к конвейерной подвеске	0,12	12	Р
	13.	Отвинчивание трёх болтов крепления двигателя к фланцу спутника	0,12	12	П/А
	14.	Отвод спутника вправо	0,05	5	П/А
	15.	Отвод подвески конвейера влево, подъём подвески вверх	0,05	5	П/А
	16.	Отвод спутника вправо	0,03	3	П/А

Продолжение таблицы 1

17.	Сканирование ККД сканером для записи данных на конвейерную подвеску	0,13	13	П/А
18.	Укладка ККД в ложемент конвейерной подвески	0,07	7	Р
19.	Подъём подвески конвейера	0,80	80	П/А
20.	Опуск индекса на 10 градусов	0,05	5	П/А
21.	Смещение спутника влево, опуск индекса	0,05	5	П/А
22.	Опуск индекса	0,03	3	П/А
Итого		<u>3,49</u>	<u>349</u>	

ПРИЛОЖЕНИЕ Б

Технология сборки двигателя после модернизации

Таблица 2 – Технология сборки после модернизации для обновленного двигателя

№ Оп.	№ Эл-та	Содержание элемента	Время эл-та (мин)	Время эл-та (сан.мин)	Вид элемента (Руч-й, Авт-й, ПолуАвт-й)
30	1.	Станция по привязкам в памяти контроллера определяет номер коленчатого вала для загрузки и отображает его номер, цветовой фон на НМІ панели.	0,01	1	А
	2.	Перемещение спутника с предстопора на рабочий пост	0,10	10	А
	3.	Поворот спутника на 90 градусов	0,07	7	П/А
	4.	Проверка качества маркировки (визуальная) и подтверждение качества на панели НМІ	0,05	5	Р
	5.	Откручивание болтов крепления крышек коренных опор и сдергивание крышек	0,83	83	П/А
	6.	Съём и установка крышек коренных опор с блока в ложементы	0,13	13	Р
	7.	Установка четырёх форсунок охлаждения поршня в блок	0,15	15	Р
	8.	Считывание серийного номера и классов коренных и шатунных шеек с коленчатого вала. Сопоставление считанной литеры коленчатого вала с литерой согласно привязок контроллера. Ввод классов и серийного номера в PLC и запись их на спутник.	0,03	3	А
	9.	Запрессовка четырёх форсунок в блок	0,33	33	Р
	10.	Очистка пяти коренных опор блока	0,10	10	Р
	11.	Установка плитки с контрольными датчиками на блок	0,05	5	Р
	12.	Подбор и установка пяти коренных вкладышей в опоры блока	0,32	32	Р
	13.	Снятие плитки с контрольными датчиками	0,05	5	Р

Продолжение таблицы 2

	14.	Смазка вкладышей коренных опор в блоке цилиндров	0,07	7	П/А
	15.	Снятие коленчатого вала с ложементов стенда для считывания классов коренных и шатунных шеек и установка его в блок	0,23	23	Р
	16.	Установка алюминиевого упорного полукольца	0,10	10	Р
	17.	Установка бронзового упорного полукольца	0,10	10	Р
	18.	Смазка коренных шеек коленчатого вала	0,08	8	П/А
	19.	Нанесение маркером отметки о выполнении операции	0,08	8	Р
	20.	Взятие коленчатого вала из тары и установка его на ложементы стенда для считывания маркировки	0,28	28	Р
	Итого		<u>3,16</u>	<u>316</u>	
№ Оп.	№ Эл-та	Содержание элемента	Время эл-та (мин)	Время эл-та (сан.мин)	Вид элемента (Руч-й, Авт-й, ПолуАвт-й)
40	1.	Перемещение спутника с предстопора на рабочий пост	0,10	10	А
	2.	Подбор и установка пяти коренных вкладышей на ложементы стола	0,22	22	П/А
	3.	Взятие пяти коренных крышек со спутника, установка в крышки пяти коренных вкладышей с ложементов, установка пяти коренных крышек в блок, наживление десяти болтов крепления коренных крышек	0,40	40	Р
	4.	Завинчивание десяти болтов крепления крышек коренных опор блока	0,78	78	П/А
	5.	Проверка лёгкости вращения коленчатого вала	0,05	5	Р
	6.	Поворот спутника на 90 градусов	0,05	5	П/А
	7.	Установка двух центрирующих штифтов для прокладки держателя заднего сальника и оправки центрирующей сальника	0,12	12	Р

Продолжение таблицы 2

8.	Установка прокладки держателя заднего сальника на центрирующие штифты и блок	0,05	5	Р
9.	Установка держателя заднего сальника на блок	0,12	12	Р
10.	Снятие оправки центрирующей заднего сальника и установка её в ложемент	0,02	2	Р
11.	Подсбор 6 шестигранных болтов держателя заднего сальника с 6 шайбами	0,12	12	Р
12.	Взятие и наживление 4 подсобранных шестигранных болтов крепления держателя заднего сальника	0,20	20	Р
13.	Снятие двух центрирующих штифтов и установка их в ложементы	0,03	3	Р
14.	Взятие и наживление и 2 шестигранных болтов крепления держателя заднего сальника	0,07	7	Р
15.	Завинчивание 6 болтов крепления держателя заднего сальника			
16	Взятие двух центрирующих штифтов для прокладки масляного насоса и оправки центрирующей сальника	0,03	3	Р
17.	Поворот спутника на 180 градусов	0,05	5	П/А
18.	Установка двух центрирующих штифтов для прокладки масляного насоса и оправки центрирующей сальника на двигатель	0,05	5	Р
19.	Установка прокладки масляного насоса на центрирующие штифты и блок	0,33	33	Р
20.	Снятие центрирующей оправки сальника и установка её в ложемент	0,02	2	Р
21.	Нанесение маркером отметки о выполнении операции	0,07	7	Р
22.	Взятие и наживление четырёх болтов крепления масляного насоса	0,20	20	Р
23.	Снятие двух центрирующих штифтов и установка их в ложементы	0,30	30	Р
24.	Взятие и наживление двух болтов крепления масляного насоса	0,07	7	Р

Продолжение таблицы 2

	25	Заменить завинчивающую головку на гайковёрте	0,07	7	Р
	26	Завинчивание шести болтов крепления масляного насоса	0,37	37	П/А
	27	Загрузить киткоробку на спутник	0,02	2	А
	Итого		4,09	409	
№ Оп.	№ Эл-та	Содержание элемента	Время эл-та (мин)	Время эл-та (сан.мин)	Вид элемента (Руч-й, Авт-й, ПолуАвт-й)
60	1.	Перемещение спутника с предстопора на рабочий пост	0,12	12	А
	2.	Подбор и установка ШПГ в ложемент сборочного стенда	0,08	8	П/А
	3.	Ввод в систему управления станции класса шатунного отверстия через панель НМІ	0,05	5	Р
	4.	Подбор и установка на ложементы стенда верхнего и нижнего шатунного вкладыша	0,15	15	П/А
	5.	Поворот спутника на 90 градусов	0,07	7	П/А
	6.	Установка двух вкладышей в шатун и шатунную крышку с ложементов	0,15	15	Р
	7.	Разведение поршневых колец на ШПГ	Перекрываемое с элементом развинчивания		Р
	8.	Смазка колец и поршня ШПГ	0,07	7	П/А
	9.	Подбор и установка ШПГ в ложемент сборочного стенда	0,08	8	П/А
	10.	Ввод в систему управления станции класса шатунного отверстия через панель НМІ	0,03	3	Р
	11.	Подбор и установка на ложементы стенда верхнего и нижнего шатунного вкладыша	0,13	13	П/А
	12.	Установка подсобранного с вкладышами ШПГ в маску	0,12	12	Р
	13.	Установка двух вкладышей в шатун и шатунную крышку с ложементов	0,10	10	П/А
	14.	Разведение поршневых колец на ШПГ	Перекрываемое с элементом развинчивания		Р

Продолжение таблицы 2

15.	Смазка колец и поршня ШПГ	0,08	8	П/А
16.	Подбор и установка ШПГ в ложемент сборочного стенда	0,08	8	П/А
17.	Ввод в систему управления станции класса шатунного отверстия через панель НМІ	0,03	3	Р
18.	Подбор и установка на ложементы стенда верхнего и нижнего шатунного вкладыша	0,13	13	П/А
19.	Установка подсобранного с вкладышами ШПГ в маску	0,12	12	Р
20.	Установка двух вкладышей в шатун и шатунную крышку с ложементов	0,13	13	Р
21.	Разведение поршневых колец на ШПГ	Перекрываемое с элементом развинчивания		Р
22.	Смазка колец и поршня ШПГ	0,08	8	П/А
23.	Подбор и установка ШПГ в ложемент сборочного стенда	0,08	8	П/А
24.	Ввод в систему управления станции класса шатунного отверстия через панель НМІ	0,05	5	Р
25.	Подбор и установка на ложементы стенда верхнего и нижнего шатунного вкладыша	0,10	10	Р
26.	Установка подсобранного с вкладышами ШПГ в маску	0,13	13	Р
27.	Установка двух вкладышей в шатун и шатунную крышку с ложементов	0,13	13	Р
28.	Разведение поршневых колец на ШПГ	Перекрываемое с элементом развинчивания		Р
29.	Смазка колец и поршня ШПГ	0,07	7	П/А
30.	Установка подсобранного с вкладышами ШПГ в маску	0,12	12	Р
31.	Установка маски с ШПГ на блок цилиндров	0,12	12	Р
32.	Установка ШПГ в блок цилиндров	0,18	18	А
33.	Установить две шатунных крышки на спутник	0,03	3	Р
34.	Снять маску с двс и установить на стол	0,07	7	Р
35.	Установить две шатунных крышки на спутник	0,05	5	Р
36.	Поворот спутника на 90 градусов	0,10	10	П/А

Продолжение таблицы 2

		Итого	3,03		
№ Оп	№ Эл-та	Содержание элемента	Время эл-та (мин)	Время эл-та (сан.мин)	Вид элемента (Руч-й, Авт-й, ПолуАвт-й)
90	1.	Перемещение спутника с предстопора на рабочий пост	0,12	12	А
	2.	Вращение к.в.	0,35	35	А
	3.	Нанесение герметика на блок цилиндров	0,40	40	А
	Итого		0,87	0,87	
№ Оп	№ Эл-та	Содержание элемента	Время эл-та (мин)	Время эл-та (сан.мин)	Вид элемента (Руч-й, Авт-й, ПолуАвт-й)
100	1.	Перемещение спутника с предстопора на рабочий пост	0,10	10	А
	2.	Поворот спутника на 90 градусов	0,05	5	П/А
	3.	Установка двух центрирующих пальцев на блок	0,03	3	Р
	4.	Установка масляного картера на блок цилиндров	0,10	10	Р
	5.	Установка фиксирующего приспособления на блок	0,08	8	Р
	6.	Предзавинчивание четырёх болтов крепления масляного картера	0,18	18	П/А
	7.	Снятие фиксирующего приспособления	0,08	8	Р
	8.	Снятие двух центрирующих штифтов и установка их в ложементы	0,05	5	Р
	9.	Установка четырёх подсобранных с шайбами болтов в масляный картер	0,05	5	Р
	10.	Завинчивание 15-ти болтов шестигранных крепления масляного картера	1,23	123	П/А
	11.	Заменить завинчивающую головку на гайковёрте	0,07	7	Р
	12.	Завинчивание 2-ух болтов с внутренним шестигранником крепления масляного картера к держателю заднего сальника	0,16	16	П/А

Продолжение таблицы 2

	13.	Заменить завинчивающую головку на гайковёрте	0,07	7	Р
	14.	Поворот спутника на 90 градусов	0,03	3	П/А
	15.	Нажатие кнопки загрузки кит-коробки на спутник	0,02	2	Р
	16.	Установка масляного картера на приспособления для подбора с болтами	0,17	17	Р
	17.	Подбор 15-ти пятнадцати болтов крепления масляного картера с наружным шестигранником и 2-ух болтов с внутренним шестигранником с шайбами. Установка их в масляный картер	0,82	82	Р
	Итого		<u>3,21</u>	<u>321</u>	
№ Оп	№ Эл-та	Содержание элемента	Время эл-та (мин)	Время эл-та (сан.мин)	Вид элемента (Руч-й, Авт-й, ПолуАвт-й)
120	1.	Перемещение спутника с предстопора на рабочий пост	0,12	12	А
	2.	Установка двух центрирующих втулок на блок	0,05	5	Р
	3.	Поворот спутника на 180 градусов	0,05	5	Р
	4.	Установка в коленчатый вал штифта центрирующего	0,02	2	Р
	5.	Станция по привязкам в памяти контроллера определяет номер маховика для загрузки и отображает его номер, цветовой фон на НМІ панели.	0,01	1	А
	6.	Установка маховика	0,13	13	Р
	7.	Проверка датчиком правильности установки маховика (станция по привязкам в памяти контроллера определяет алгоритм срабатывания датчика проверки)	0,01	1	А
	8.	Наживление пяти болтов крепления маховика	0,32	32	Р
	9.	Снятие центрирующего штифта с коленвала	0,03	3	Р
	10.	Наживление болта крепления	0,08	8	Р

	маховика			
11.	Фиксация маховика гребёнкой спутника	0,03	3	Р
12.	Завинчивание шести болтов крепления маховика	0,55	55	П/А
13.	Расфиксация маховика	0,02	2	Р
14.	Поворот спутника на 90 градусов	0,05	5	П/А
15.	Установка прокладки головки цилиндров	0,07	7	Р
16.	Проверка лёгкости вращения распредвалов г.ц.	0,20	20	Р
17.	Установка головки цилиндров	0,15	15	Р
18.	Поворот спутника на 180 градусов	0,03	3	П/А
19.	Установка технологической заглушки на впускные каналы головки цилиндров	0,12	12	Р
20.	Установка двух втулок на шпильки крепления рампы форсунок	0,05	5	Р
21.	Смазка уплотнительных колец клапана и датчика фаз	0,13	13	Р
22.	Установка клапана в головку цилиндров	0,05	5	Р
23.	Установка датчика фаз в головку цилиндров	0,05	5	Р
24.	Наживление болта крепления датчика фаз	0,15	15	Р
25.	Наживление болта крепления клапана	0,08	8	Р
26.	Смазка рампы форсунок	0,08	8	Р
27.	Установка рампы форсунок на головку цилиндров	0,08	8	Р
28.	Установка двух шайб крепления рампы форсунок на шпильки	0,10	10	Р
29.	Наживление двух гаек крепления рампы форсунок	0,10	10	Р
30.	Соединение разъёма жгута проводов рампы форсунок с разъёмом датчика фаз	0,03	3	Р
31.	Соединение разъёма жгута проводов рампы форсунок с разъёмом датчика детонации	0,07	7	Р
32.	Соединение разъёма жгута проводов рампы форсунок с разъёмом клапана	0,08	8	Р

Продолжение таблицы 2

		Итого	3,09	308	
№ Оп.	№ Эл-та	Содержание элемента	Время эл-та (мин)	Время эл-та (сан.мин)	Вид элемента (Руч-й, Авт-й, ПолуАвт-й)
150	1.	Перемещение спутника с предстопора на рабочий пост	0,12	12	А
	2.	Активация подвода шпинделей для ориентации (нажатие кнопки)	0,02	2	Р
	3.	Подвод шпинделей к прорезям в распредвалах и угловое ориентирование валов	0,10	10	А
	4.	Установка на шкив зубчатый коленчатого вала приспособления для его ориентации и фиксации	0,10	10	Р
	5.	Затяжка болта крепления ролика опорного	0,05	5	П/А
	6.	Натяжение ремня ГРМ роликом	0,07	7	Р
	7.	Затяжка болта крепления ролика натяжного	0,03	3	П/А
	8.	Смена головки завинчивающей	0,07	7	Р
	9.	Затяжка болта крепления шкива распредвала впускного	0,08	8	П/А
	10.	Смена головки завинчивающей	0,05	5	Р
	11.	Затяжка болта крепления шкива распредвала выпускного	0,07	7	П/А
	12.	Смена головки завинчивающей	0,05	5	Р
	13.	Наживление заглушки шкива распредвала впускного	0,05	5	Р
	14.	Завинчивание заглушки шкива распредвала	0,05	5	П/А
	15.	Смена головки завинчивающей	0,08	8	Р
	15.1	Активация отвода шпинделей для ориентации	0,02	2	Р
	16.	Отвод шпинделей ориентации рапредвалов	0,07	7	А
	17.	Фиксация маховика гребёнкой спутника	0,05	5	Р
18.	Подсбор одного болта крепления нижней защитной грышки ремня ГРМ с шайбой и крышкой	0,12	12	Р	

Продолжение таблицы 2

19.	Установка нижней крышки защитной ремня ГРМ на ДВС и фиксация её наживлением болта	0,03	3	Р
20.	Подбор двух болтов крепления нижней крышки ремня ГРМ с двумя шайбами	0,08	8	Р
21.	Наживление двух подобранных болтов крепления крышки ремня ГРМ нижней	0,13	13	Р
22.	Завинчивание трёх болтов крепления нижней крышки ремня ГРМ	0,17	17	П/А
23.	Установка шайбы ремня ГРМ	0,05	5	Р
24.	Установка демпфера к.в. на к.в.	0,07	7	Р
25.	Наживление до упора болта крепления демпфера собранного с шайбой	0,17	17	Р
26.	Затяжка болта крепления демпфера к.в.	0,10	10	П/А
27.	Поворот спутника на 90 градусов	0,05	5	П/А
28.	Расфиксация маховика гребёнкой спутника	0,03	3	Р
29.	Поворот спутника на 90 градусов	0,05	5	П/А
30.	Провод коленчатого вала на 1440 градусов (четыре оборота)	0,10	10	П/А
31.	Смена головки завинчивающей	0,05	5	Р
32.	Установка верхней защитной крышки ремня ГРМ	0,08	8	Р
33.	Подбор четырёх болтов М6 крепления крышки защитной верхней с четырьмя шайбами	0,23	23	Р
34.	Наживление четырёх подобранных болтов крепления верхней защитной крышки ремня ГРМ	0,20	20	Р
35.	Подбор болта крепления верхней защитной крышки с кронштейном	0,15	15	Р
36.	Наживление собранного болта крепления верхней защитной крышки ремня ГРМ	0,05	5	Р
37.	Завинчивание 5 болтов М6 крепления верхней защитной крышки	0,27	27	П/А

Продолжение таблицы 2

	41.	Смена головки завинчивающей	0,03	3	Р
	42.	Повернуть спутник на 90 градусов	0,05	5	П/А
	43.	Подбор болта крепления датчика коленчатого вала с шайбой	0,03	3	Р
	44.	Подбор подсобранного болта с датчиком коленчатого вала	0,03	3	Р
	45.	Установка подсобранного датчика коленчатого вала на двигатель	0,03	3	Р
	46.	Наживление болта крепления датчика коленчатого вала	0,03	3	Р
	47.	Завинчивание болта крепления датчика коленчатого вала	0,07	7	П/А
	48.	Смена головки завинчивающей головки	0,03	3	Р
	49.	Поворот спутника на 90 градусов	0,05	5	П/А
	50.	Установить втулку диска задающего на отвёртку	0,05	5	Р
	51.	Установка диска задающего и втулки на распредвал	0,10	10	Р
	52.	Установка болта крепления диска задающего в отверстие распредвала	0,07	7	Р
	53.	Завинчивание болта крепления диска задающего	0,05	5	П/А
	54.	Смена головки завинчивающей	0,07	7	Р
	55.	Поворот спутника на 90 градусов	0,05	5	П/А
	56.	Протирка поверхности головки цилиндров	0,10	10	Р
	Итого		4,15	415	
№ Оп .	№ Эл-та	Содержание элемента	Время эл-та (мин)	Время эл-та (сан.мин)	Вид элемента (Руч-й, Авт-й, ПолуАвт-й)
190	1.	Перемещение спутника с предстопора на рабочий пост	0,12	12	А
	2.	Смазка трубки вентиляции картера, сжатие хомута клещами, установка хомута с трубкой на штуцер модуля впуска, сжатие хомута	0,18	18	Р
	3.	Сжать хомут клещами, установить хомут с трубкой на штуцер крышки г.ц.	0,12	12	Р

Продолжение таблицы 2

4.	Установка на шпильки дроссельного патрубка	0,05	5	Р
5.	Установка на шпильки крепления дроссельного патрубка трёх шайб	0,12	12	Р
6.	Наживление трёх гаек крепления дроссельного патрубка	0,15	15	Р
7.	Установка прокладки термостата	0,10	10	Р
8.	Установка термостата	0,05	5	Р
9.	Установка и наживление двух шайб и гаек на шпильки крепления термостата	0,13	13	Р
10.	Нанесение герметика на датчик ОЖ	0,08	8	Р
11.	Наживление датчика ОЖ в термостат	0,03	3	Р
12.	Завинчивание трёх гаек крепления дроссельного патрубка	0,22	22	П/А
13.	Завинчивание двух гаек крепления термостата	0,12	12	П/А
14.	Затяжка первой гайки крепления термостата	0,03	3	П/А
15.	Смена головки завинчивающей	0,03	3	Р
16.	Завинчивание датчика ОЖ	0,07	7	П/А
17.	Смена головки завинчивающей	0,03	3	Р
18.	Поворот спутника на 90 градусов	0,05	5	П/А
19.	Установка рыма на головку цилиндров и закрепление наживлением 2-ух болтов	0,12	12	Р
20.	Завинчивание 2 -ух болта крепления рыма	0,05	5	П/А
21.	Смена головки завинчивающей	0,03	3	Р
22.	Поворот спутника на 180 градусов	0,08	8	П/А
23.	Установка на модуль впуска фиксатора топливной трубки	0,13	13	Р
24.	Фиксация топливной трубки в фиксаторе	0,07	7	Р
25.	Подвести адаптер манипулятора к двигателю	0,05	5	Р
26.	Наживление трёх болтов крепления фланца двигателя в блок цилиндров	0,12	12	Р

Продолжение таблицы 2

	27.	Завинчивание трёх болтов крепления фланца	0,12	12	
	28.	Отвинчивание трёх болтов крепления двигателя к фланцу спутника	0,12	12	П/А
	29.	Отвод двигателя влево, съём двигателя с фланца спутника	0,05	5	П/А
	30.	Перемещение и установка двигателя на опоры транспорта	0,10	10	Р
	31.	Отвинчивание трёх болтов крепления двигателя к фланцу адаптора манипулятора	0,12	12	П/А
	32.	Отвод манипулятора в зону парковки	0,05	5	Р
	33.	Установка прокладки катколлектора	0,05	5	Р
	34.	Установка катколлектора на двигатель	0,12	12	Р
	35.	Наживление до упора датчика концентрации кислорода	0,07	7	Р
	36.	Затяжка датчика концентрации кислорода	0,07	7	П/А
	37.	Заправка провода датчика кислорода в катколлектор	0,05	5	Р
	38.	Установка восьми шайб крепления катколлектора	0,28	28	Р
	39.	Наживление магнитной оправкой восьми гаек крепления катколлектора	0,45	45	Р
	40.	Предзатяг 8 гаек крепления катколлектора (момент 10 Н*м)	0,10	10	П/А
	Итого		4,08	408	
№ Оп.	№ Эл-та	Содержание элемента	Время эл-та (мин)	Время эл-та (сан.мин)	Вид элемента (Руч-й, Авт-й, ПолуАвт-й)
200	1.	Перемещение стола с предыдущего поста к рабочему посту	0,12		А
	2.	Разворот стола на 180 градусов	0,08		П/А
	3.	Завинчивание восьми гаек крепления катколлектора	0,45	45	П/А
	4.	Затяжка первой гайки крепления катколлектора	0,05	5	П/А
	5.	Установка кронштейна водяной трубы на шпильку крепления катколлектора	0,03	3	Р

Продолжение таблицы 2

6.	Установка шайбы на кронштейн трубы и шпильку крепления катколлектора	0,05	5	Р
7.	Наживление гайки крепления кронштейна трубы водяной	0,07	7	Р
8.	Смена головки завинчивающей	0,05	5	Р
9.	Завинчивание двух гаек крепления кронштейна трубы отводящей водяного насоса	0,10	10	П/А
10.	Смена головки завинчивающей	0,08	8	Р
11.	Подсбор фланца крепления двигателя к подвеске конвейера с тремя болтами	0,12	12	Р
12.	Установка подсобранного фланца на двигатель	0,05	5	Р
13.	Наживление трёх болтов крепления фланца двигателя в блок цилиндров	0,12	12	Р
14.	Завинчивание трёх болтов крепления фланца	0,12	12	
15.	Подвести адаптер манипулятора к двигателю	0,05	5	Р
16.	Переставить двигатель с опор транспорта на передвижную консоль	0,15	15	Р
17.	Визуальный контроль качества и комплектности двигателя	0,45	45	Р
18.	Опуск подвески конвейера лифтом	0,45	45	П/А
19.	Съём с подвески конвейера фланца крепления двигателя	0,05	5	Р
20.	Разворот подвески конвейера на 180 градусов	0,10	10	Р
21.	Подъём индекса и его наклон на 10 градусов	0,15	15	П/А
22.	Опуск подвески конвейера лифтом	0,23	23	П/А
23.	Совмещение отверстия вала редуктора конвейерной подвески с отверстием фланца установленного на двигатель, установка болта крепления фланца к конвейерной подвеске	0,12	12	Р
24.	Отвинчивание трёх болтов крепления двигателя к фланцу спутника	0,18	18	П/А
25.	Отвод спутника вправо	0,07	7	П/А

Продолжение таблицы 2

	26.	Отвод подвески конвейера влево, подъём подвески вверх	0,05	5	П/А
	27.	Отвод спутника вправо	0,07	7	П/А
	28.	Сканирование ККД сканером для записи данных на конвейерную подвеску	0,13	13	П/А
	29.	Укладка ККД в ложемент конвейерной подвески	0,07	7	Р
	30.	Подъём подвески конвейера	0,80	80	П/А
	31.	Опуск индекса на 10 градусов	0,05	5	П/А
	32.	Смещение спутника влево, опуск индекса	0,1	10	П/А
	33.	Опуск индекса	0,03	3	П/А
	34.	Выгрузить кит-коробку	0,05	5	П/А
		Итого	4,22	422	