

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ
РЕСПУБЛИКИ УЗБЕКИСТАН

ТАШКЕНТСКИЙ ИНСТИТУТ ПО ПРОЕКТИРОВАНИЮ, СТРОИТЕЛЬСТВУ И
ЭКСПЛУАТАЦИИ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ

ФАКУЛЬТЕТ ЭКСПЛУАТАЦИИ АВТОМОБИЛЬНОГО ТРАНСПОРТА И ТРАНСПОРТНЫХ СИСТЕМ

КАФЕДРА ЭКСПЛУАТАЦИЯ АВТОМОБИЛЬНОГО ТРАНСПОРТА

Председатель Государственной
Аттестационной Комиссии (ГАК)

Заведующий кафедрой
доц. Р.М. Хакимов

_____ " ____ " _____ 2017 г.

_____ " ____ " _____ 2017 г.

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

к выпускной квалификационной работе
на тему: «Перевод автомобилей типа MAN с дизелями на питание природным газом»

Выполнил: Абдукамалов А. А. 173-13

Руководитель: Базаров Б.

Консультант по БЖД: _____

Рецензент: _____

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ КОМИТЕТ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ
РЕСПУБЛИКИ УЗБЕКИСТАН

ТАШКЕНТСКИЙ ИНСТИТУТ ПО ПРОЕКТИРОВАНИЮ, СТРОИТЕЛЬСТВУ И
ЭКСПЛУАТАЦИИ АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ

ФАКУЛЬТЕТ ЭКСПЛУАТАЦИИ АВТОМОБИЛЬНОГО ТРАНСПОРТА И ТРАНСПОРТНЫХ СИСТЕМ

КАФЕДРА ЭКСПЛУАТАЦИЯ АВТОМОБИЛЬНОГО ТРАНСПОРТА

Утверждаю _____
Зав. каф., доц. Р.М.Хакимов
" ___ " _____ 2017 г.

ЗАДАНИЕ

на выпускную квалификационную работу

Студент Абдукамалов Абдурашид Абдужалалович группа 173-13
(Ф.И.О)

1. Тема работы: «Перевод автомобиля типа MAN с дизелями на питание природным газом»

Тема ВКР утверждена Приказом института № 82-т от " 17 " мая 2017 г.

2. Дата сдачи законченной работы - 25.06.17 г.

3. Необходимые материалы для выполнения ВКР выбирается по конкретным предприятием за текущий год.

4. Содержание расчетно-пояснительной записки ВКР:

4.1. Введение;

4.2. Анализ состояния вопроса и обоснование темы ВКР;

4.3. Основная часть;

4.4. Охрана труда и охрана окружающей среды;

4.5. Экономическое обоснование предлагаемых решений;

4.6. Выводы и рекомендации;

4.7. Список используемой литературы.

5. Перечень графического материала:

5.1. _____ - ___ ЛИСТ

5.2. _____ - ___ ЛИСТ

5.3. _____ - ___ ЛИСТ

5.4. _____ - ___ ЛИСТ

5.5. _____ - ___ ЛИСТ

6. Задание по БЖД: _____

Дата выдачи задание _____

Консультант по БЖД _____

Руководитель _____

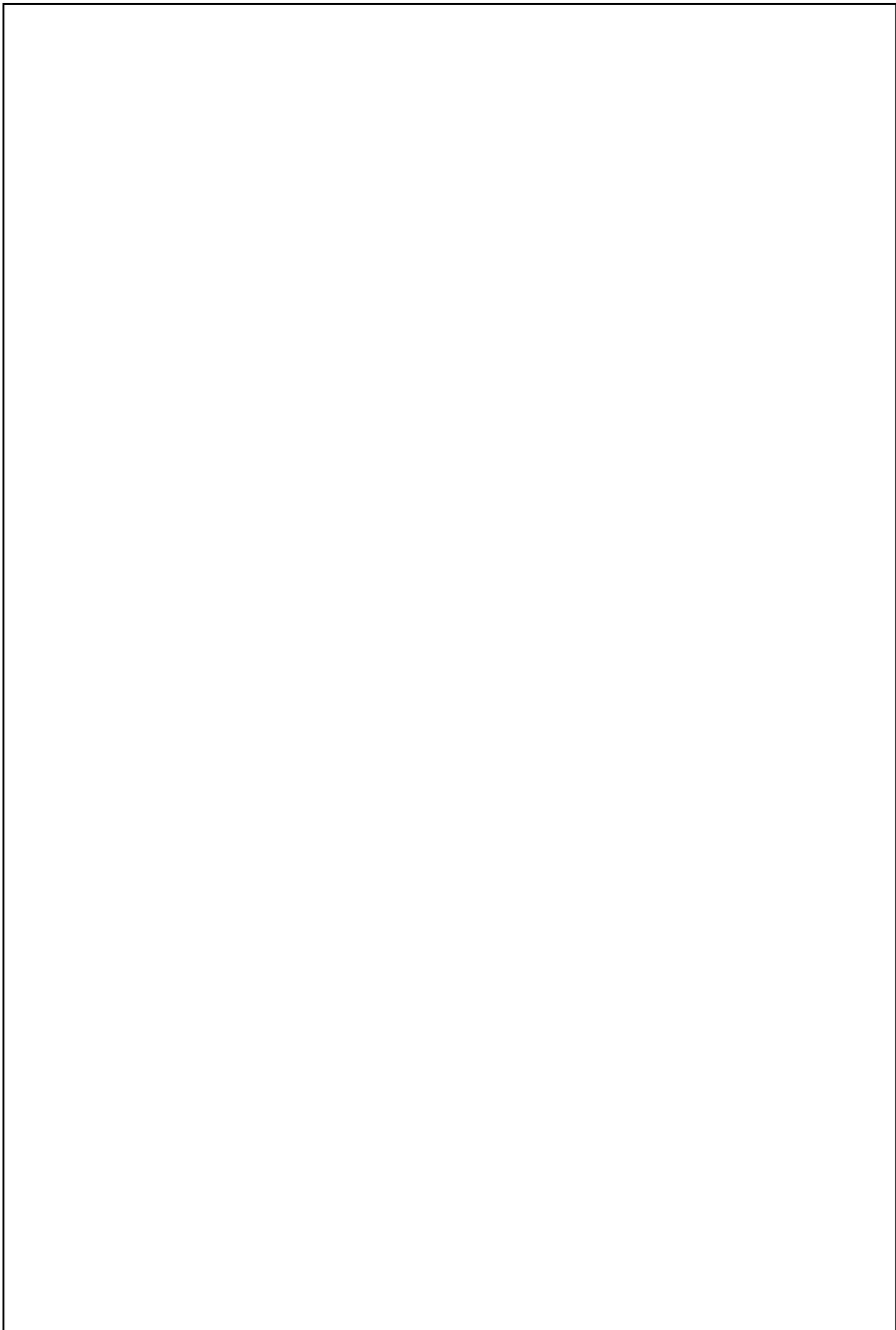
Дата принятия задания к исполнению (подпись студента, дата) _____

График выполнения выпускной работы

| № | Наименование разделов ВКР | Сроки выполнения | Примечание |
|-----|---|------------------|------------|
| 1. | Введение | 16.05.17 г. | |
| 2. | Анализ состояния вопроса и обоснование темы ВКР | 16.05.17 г. | |
| 3. | Основная часть | 20.05.17 г. | |
| 4. | Задание по БЖД | 03.06.17 г. | |
| 5. | Перечень графического материала | | |
| 5.1 | | 21.05.17 г. | |
| 5.2 | | 25.05.17 г. | |
| 5.3 | | 30.05.17 г. | |
| 5.4 | | 31.05.17 г. | |
| 6. | | 02.06.17 г. | |
| 7. | Выводы и рекомендации | 05.06.17 г. | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |
| | | | |

Студент Абдукамалов А. _____ (подпись)

Руководитель Базаров Б. _____ (подпись)



Содержание

| | |
|---|----|
| Введение | 3 |
| 1. Исследование состояния вопроса | 5 |
| 1.1 Перспективы применения газообразного топлива на автомобильном транспорте | 5 |
| 1.2 Особенности применения сжатого природного газа в дизелях | 9 |
| 1.3 Современное состояние применения дизельного топлива в различных отраслях экономики Узбекистана | 31 |
| 2. Расчётно – теоретическая часть | 36 |
| 2.1 Тепловой расчет двигателя. Дизельный и газодизельный процессы | 36 |
| 2.2 Построение индикаторных диаграмм | 50 |
| 3. Экологическая безопасность автотранспорта | 53 |
| 3.1 Расчет выбросов загрязняющих веществ от стоянки 20 автомобилей MAN CLA 18.280..... | 53 |
| 4. Безопасность жизнедеятельности | 63 |
| 4.1 Требования техника безопасности к техническому состоянию оборудования автомобиля работающий на природном газе | 63 |
| 4.2 Анализ производственного травматизма | 63 |
| 4.3 Организационно – технические мероприятия по снижению травматизма | 65 |
| 4.4 Расчёт вентиляции участка ТО газобаллонного оборудования | 67 |
| 4.5 Инструкция по эксплуатации автомобиля MAN CLA 18.280 при работе на компримированном природном газе | 67 |
| 5. Экономическая часть. Расчёт экономического эффекта от снижения стоимости топлива | 70 |
| Выводы | 74 |
| Список литературы | 75 |

| | | | | | | |
|------|------|----------|-------|------|---------------------------------|------|
| | | | | | 08.ЭАТ.ВКР.ПАТМАНДППГ.00.000.ПЗ | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подп. | Дата | | |

Введение

В настоящее время основные потребители моторных топлив нефтяного происхождения (автомобили, строительно-дорожные и сельскохозяйственные машины и др.) являются одновременно важнейшими составляющими отраслей экономики и основными источниками загрязнителей окружающей среды. Энергетическим агрегатом указанных выше транспортно-технологических средств являются поршневые двигатели внутреннего сгорания, которые, скорее всего, в ближайшем сохранят ведущее место в качестве источника энергии.

Современное направление науки и техники в области автомобильного транспорта являются перевод эксплуатируемых потребителей моторных топлив на питание сжатым природным газом, который одновременно является наиболее доступным решением экологических проблем.

В настоящее время перевод дизелей автотракторного типа, как наиболее весомого потребителя остродефицитного дизельного топлива, на питание только природным газом (сжатого или сжиженного) выгодно и экономически. Причем природный имеет наиболее достаточный ресурс, особенно для Республики Узбекистан.

Однако перевод дизеля на питание только природным газом или другими газами связан с рядом научно-технических и организационно-технологических вопросов. К ним относятся: рациональные изменения в конструкции базового дизеля (степень сжатия, форма камеры сгорания, метод установки свечи зажигания, системы смазки и охлаждения, седла клапанов, выпускные клапаны и др.); место установки, количество и тип (устанавливаемых) газовых баллонов; выбор типа подкапотного оборудования (система питания, система зажигания, система управления и др.); руководящие нормативные и эксплуатационные материалы.

За период выполнения данной работы выявлено, что перевод эксплуатируемых/производимых транспортных дизелей, включая сельскохозяйственную и строительно-дорожную технику, на полное питание

| | | | | | | |
|------|------|----------|-------|------|---------------------------------|------|
| | | | | | 08.ЭАТ.ВКР.ПАТМАНДППГ.00.000.ПЗ | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подп. | Дата | | |

углеводородными газообразными топливами (природный газ, сжиженный нефтяной газ) имеет ряд технических вопросов, требующих детального изучения.

Горючие газы, применяемые в качестве моторного топлива для автомобилей, можно условно разделить на две основных вида по условиям специфики содержания, влияющей на возможность использования на разных классах автомобилей (легковых, грузовых, автобусов):

1. Сжиженные нефтяные газы (СНГ).

2. Сжатые природные газы (СПГ).

Наиболее перспективные из них – это природный газ (метан) и углеводородные газы (пропан-бутановые смеси), т.к. на территории нашей страны сосредоточена без малого треть мировых запасов углеводородного сырья. В настоящий момент сжатый природный газ (СПГ) и сжиженный углеводородный газ (СУГ) являются наиболее подготовленными видами топлива для использования в двигателях внутреннего сгорания в отечественных реалиях.

Косвенным подтверждением целесообразности использования природного газа в качестве топлива для ДВС служит широкое использование его в Италии, США, Японии, ФРГ, Канаде, Нидерландах и т. д.

Применение газового топлива заметно снижает суммарную токсичность отработавших газов (выхлопа) – окиси углерода CO, двуокиси азота NO₂, углеводородов СН. Вредных соединений свинца в отработанном газовом топливе вовсе не существует. Дымность выхлопа в режиме свободного ускорения при работе на газовом топливе в 3 раза ниже, чем при работе на бензине. При правильно выбранном режиме работы двигателя снижается и уровень шума, что особенно важно в условиях города. И, наконец, стоимость требуемого газового топлива ниже стоимости бензина на величину, позволяющую окупить затраты на приобретение и установку газового оборудования за 25–30 тыс. км пробега с учетом его большего расхода на единицу пути на легковых и 40-60 тыс. км на грузовых автомобилях.

| | | | | | | |
|------|------|----------|-------|------|---------------------------------|------|
| | | | | | 08.ЭАТ.ВКР.ПАТМАНДППГ.00.000.ПЗ | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подп. | Дата | | |

1 Исследование состояния вопроса

1.1 Перспективы применения газообразного топлива на автомобильном транспорте

Автомобильный парк стран мира активно растет и развивается. Внедряются новейшие системы безопасности водителей, пассажиров, пешеходов, в том числе и окружающей среды. Автопроизводители и правительства стран в целях защиты окружающей среды и экономии нефти начинают активно переводить автотранспорт на альтернативные виды топлива, одним из которых является метан. Доля природного газа в общемировом балансе потребления энергоносителей неуклонно возрастает.

Среди основных факторов, позволяющих говорить о природном газе как перспективном топливе, следует назвать следующие:

- доказанные мировые запасы природного газа существенно превышают запасы нефти;
- необходимость замещения нефти другими видами сырья для ее высвобождения в интересах тех отраслей хозяйства, где она не может быть заменена;
- более высокая степень экологической безопасности при добыче, транспортировке, переработке, реализации и использовании; более высокие потребительские качества при применении в качестве энергоносителя или сырья;
- более высокая ценовая стабильность и экономическая привлекательность для конечных потребителей.

Рынок газомоторного топлива активно развивается с 1998 года. За эти годы количество АГЗС выросло более чем в 10 раз. Сейчас в стране более 3 000 АГЗС и более 1 млн. газобаллонных автомобилей. Интерес к использованию КПГ и СУГ в качестве альтернативного топлива обусловлен следующими его преимуществами:

| | | | | | | |
|------|------|----------|-------|------|---------------------------------|------|
| | | | | | 08.ЭАТ.ВКР.ПАТМАНДППГ.00.000.ПЗ | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подп. | Дата | | |

- Уменьшение вредных выбросов в выхлопных газах. Отработавшие газы двигателей внутреннего сгорания на автомобилях, использующих газомоторное топливо, в несколько раз менее вредны, чем выхлопы двигателей, работающих на нефтяном топливе. При использовании СУГ оксид углерода ниже в 2-3 раза, окись азота – в 1,2 раза, углеводородов меньше в 1,9 раза, они ниже по температуре и не содержат соединений серы. КПГ и СПГ в настоящий момент являются наиболее экологически чистыми видами моторного топлива.

- Сокращение затрат на моторное топливо. В сравнении с бензином и дизельным топливом стоимость СУГ ниже на 30-50 %, КПГ – на 60-70%.

- Безопасность. Газ легче воздуха, и в случае утечки он тут же улетучивается, что значительно снижает риск возгорания.

- Доступное переоборудование двигателя. Активно развиваются и модернизируются сервисные центры по установке газобаллонного оборудования. Кроме того, автомобиль становится двухтопливным, т.е. сохраняет возможность работы, как на газе, так и на бензине.

- Развитие инфраструктуры. По всей России активно расширяются сети газозаправочных станций и многотопливных автозаправочных станций.

Наработан многолетний положительный опыт применения газомоторного топлива во многих транспортных отраслях. За рубежом использование газотурбовозов, работающих на сжиженном природном газе, существенно снижает потребление энергии на железных дорогах. Передвижные автогазозаправщики позволяют решить проблему заправки большого количества сельскохозяйственной техники в удаленной от магистралей местности. Газомоторное топливо широко применяется на общественном транспорте, как в населенных пунктах, так и в междугороднем сообщении. Также газомоторное топливо интересно коммерческим и государственным предприятиям, в ведении которых находятся собственные автопарки.

| | | | | | | |
|------|------|----------|-------|------|---------------------------------|------|
| | | | | | 08.ЭАТ.ВКР.ПАТМАНДППГ.00.000.ПЗ | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подп. | Дата | | |

Многие автопроизводители, такие как BMW, Volvo, Daimler-Benz, Iveco, MAN, Opel, Peugeot, Renault, Citroen, Skania, Fiat, Volkswagen, Ford, Honda, Toyota предлагают газобаллонные автомобили заводского изготовления. Российский автопром пока еще слабо реагирует на новые тенденции, исключение составляет только КамАЗ, который создал-таки газовый двигатель.

На мировом автомобильном рынке сегодня можно приобрести около 120 моделей газовых автомобилей различного назначения, 20 из них выпускаются в России. Из этих двадцати 18 предлагают КамАЗ, Рари-ТЭК и НефАЗ, ЛиАЗ и ПАЗ также предлагают газовые автобусы, однако такого разнообразия как газовых автомобилей как на КамАЗе нет больше ни у кого в мире.

Установка газовой аппаратуры повышает затраты на изготовление автомобилей на 20...26 %, также газ предъявляет очень высокие требования к обеспечению пожаро - и взрывобезопасности.

Использование автомобильного транспорта на газообразном топливе требует создания в стране разветвленной сети газозаправочных станций, что выявляет некоторые трудности. Это связано, в первую очередь, со сложностью создания резервов топлива. Система хранения необходимых для бесперебойной работы транспорта запасов газа оказывается чрезвычайно громоздкой и требует значительных капитальных вложений.

Для полного использования преимуществ газового топлива перед бензинами необходимо конструировать двигатели специально под газовое топливо, что требует серьезной перестройки автомобильной промышленности.

Необходимо создать легкие, высокопрочные и дешевые баллоны для содержания газового топлива в количестве, которое обеспечивает межзаправочный пробег для автомобиля не менее 400 км при минимальных размере и весе.

| | | | | | | |
|------|------|----------|-------|------|---------------------------------|------|
| | | | | | 08.ЭАТ.ВКР.ПАТМАНДППГ.00.000.ПЗ | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подп. | Дата | | |

Сейчас в России насчитывается более 41 млн. единиц транспортных средств, из которых метан используют всего лишь около 100 тыс. автомобилистов, сжиженный углеводородный газ (СУГ) - около 1,4 млн. В целом, по российским дорогам ездит 1,5 млн газобаллонных автомобилей. Заправочных станций, которые реализуют СУГ в России более 3 тысяч, количество метановых заправок около 250.

Вредность выбросов, приведенная к эквивалентному количеству CO, при переводе транспортных средств на газ снижается:

-для грузовых автомобилей с карбюраторным двигателем на - 69%, с дизельным --двигателем при переводе в газодизельный режим на - 53%;

-для автобусов с карбюраторным двигателем на 76%,

-с дизельным двигателем при переводе в газодизельный режим на 44%.

В связи с изложенным можно сделать следующий вывод. Единственным быстрым, эффективным и относительно дешевым способом сокращения объемов выбросов загрязняющих веществ с отработавшими газами двигателей внутреннего сгорания автотранспортных средств является массовый переход на использование в качестве моторного топлива природного газа.

Кроме того, использование газа в качестве моторного топлива является одним из немногих экологических мероприятий, затраты на которое окупаются прямым экономическим эффектом в виде сокращения расходов на горюче-смазочные материалы. Подавляющее большинство других экологических мероприятий является исключительно затратными.

| | | | | | | |
|------|------|----------|-------|------|---------------------------------|------|
| | | | | | 08.ЭАТ.ВКР.ПАТМАНДППГ.00.000.ПЗ | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подп. | Дата | | |

1.2 Особенности применения природного сжатого газа в дизелях

Как известно, автомобильные и тракторные двигатели внутреннего сгорания загрязняют атмосферу вредными веществами, выбрасываемыми с отработавшими газами (ОГ). Необходимо отметить, что в настоящее время основным источником загрязнения воздуха являются бензиновые двигатели. Тем не менее снижение токсичности дизелей также является актуальной задачей. Состав ОГ этих двух типов существенно различается прежде всего по концентрации продуктов неполного сгорания (оксид углерода CO, углеводороды C_nH_m, сажа).

Основные преимущества использования СПГ перед дизельным топливом заключаются в следующем:

- СПГ не содержит вредных примесей (свинец, сера), которые на химическом уровне разрушают детали камеры сгорания;
- стабильность агрегатного состояния. Газ поступает в двигатель в газообразной фазе, не смывает масляную плёнку со стенок цилиндров и не разжижает масло в картере;
- газ легко смешивается с воздухом и равномерно наполняет цилиндры однородной гомогенной смесью;
- СПГ почти втрое дешевле дизельного топлива. Не смотря на то, что расход газа несколько выше традиционного топлива (в городских условиях примерно на 15%, за городом на 10%), экономия всё же значительна. Особенно это ощутимо при больших пробегах автомобиля. Расходы на горюче-смазочные материалы в целом могут снижаться на 40%;
- содержание вредных веществ в отработавших газах снижается на 53%;
- штатная система подвергается минимальным переделкам абсолютно не теряя прежней мощности;
- использование СПГ обеспечивает увеличение срока службы двигателя на 30...40% и в последствии снижает ремонтные затраты;

Агрегатное состояние газа зависит от физико-химических свойств его компонентов, температуры и давления в баллоне. Основные физико –химические

| | | | | | | |
|------|------|----------|-------|------|---------------------------------|------|
| | | | | | 08.ЭАТ.ВКР.ПАТМАНДППГ.00.000.ПЗ | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подп. | Дата | | |

свойства компонентов газовых углеводородных топлив, влияющих на конструкцию и эксплуатацию газобаллонных автомобилей представлены в таблице 1.1.

Таблица 1.1. – Физико-химические свойства компонентов газовых топлив и дизельного топлива, влияющих на конструкцию и эксплуатацию газобаллонного автомобиля

| Параметр | Компоненты | | | | ДТ |
|---|-----------------|-------------------------------|-------------------------------|--------------------------------|---------------------------------|
| | Метан | Этан | Пропан | Бутан | |
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| Химическая формула | CH ₄ | C ₂ H ₆ | C ₃ H ₈ | C ₄ H ₁₀ | C ₁₄ H ₃₀ |
| Молекулярная масса, кг/моль | 16 | 30 | 44 | 58 | 198 |
| Октановое число | 110 | 108 | 105 | 94 | - |
| Цетановое число | 8...10 | н.д. | 15...16 | 20...25 | 47 |
| Плотность топлива: газовой фазы, кг/м ³ жидкой фазы, кг/м ³ | 0,675 | 1,356 | 1,96 | 2,59 | - |
| | - | н.д. | 509 | 582 | 828 |
| Стехиометрический коэффициент, L ₀ : массовый, кг/кг объёмный, м ³ / м ³ | 17,2 | 16,8 | 15,7 | 15,4 | 14,4 |
| | 9,8 | н.д. | 24,4 | 32,2 | 58,6 |
| Температура кипения, К | 111,4 | н.д. | 230,9 | 272,4 | 553 |
| Теплота сгорания: массовая, МДж/кг объёмная, МДж/м ³ | 48,7 | 47,1 | 45,7 | 45,4 | 42,5 |
| | 33,7 | 59,9 | 85,5 | 111,5 | 36,55 |
| Температура воспламенения, °С | 580...680 | 508...605 | 510...580 | 480...540 | 240 |

| | | | | | | |
|------|------|----------|-------|------|---------------------------------|------|
| | | | | | 08.ЭАТ.ВКР.ПАТМАНДППГ.00.000.ПЗ | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подп. | Дата | | |

Из таблицы 1.1 следует, что все компоненты газообразных топлив при атмосферном давлении имеют температуру кипения ниже 0 °С. Однако, если в ёмкости с газом повысить давление, то температура газа существенно увеличится. Эти давления и температуры имеют пределы, называемыми критическими. Очень низкие температуры кипения при атмосферном давлении (-161,5 °С) и критическая температура (-82 °С) метана делают технически сложным заправку и хранение метана в сжиженном состоянии, для чего используются изотермические баллоны с комплексной термоизоляцией. Поэтому в настоящее время большое распространение получил способ заправки и хранения метана на автомобилях в сжиженном состоянии под высоким давлением.

Если перевод автомобилей с бензиновыми двигателями на газовое топливо уже приобрел массовый характер, то к автомобильному газодизелю проявляется повышенная настороженность.

Существует два способа перевода дизелей на газообразное топливо:

- конвертирование дизеля в двигатель с искровым зажиганием;
- переход на газодизельный процесс.

Первый способ связан со значительными изменениями конструкции дизеля. При этом двигатель становится однопаливным (только газовым) и на дизельном топливе работать не может. Газодизели относятся к двигателям, работающим одновременно на газовом и жидком топливе. Газодизельная модификация - это тот же дизель, дополненный газовой топливной системой и несколькими согласующими агрегатами. При этом в цилиндры двигателя поступает газоздушная смесь, которая в конце такта сжатия поджигается небольшой запальной дозой дизельного топлива, впрыскиваемой через форсунки основной системы топливоподачи дизеля. По существу - это принудительная система воспламенения, как и в двигателях с искровым зажиганием. Однако, в газодизеле мощность источника воспламенения значительно больше электрической искры и рабочая смесь поджигается во многих очагах одновременно. Благодаря этому,

| | | | | | | |
|------|------|----------|-------|------|---------------------------------|------|
| | | | | | 08.ЭАТ.ВКР.ПАТМАНДППГ.00.000.ПЗ | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подп. | Дата | | |

значительно расширяются границы возможного обеднения рабочей газовой смеси.

Такое решение не требует конструктивных или технологических изменений базовой модели дизеля, сохраняет возможность быстрого переключения с газодизельного на обычный дизельный цикл. Поэтому, газодизель можно использовать гибко - при значительной отдаленности АГНКС.

Основными преимуществами газодизелей являются:

- охранение энергетических параметров на уровне базового двигателя;
- возможность увеличения максимума крутящего момента и смещение его в зону более низких частот вращения коленчатого вала;
- снижение в 20-25 раза дымности отработавших газов;
- экономия до 80% дизельного топлива за счет замещения его газом;
- более низкий уровень шума;
- относительная простота переоборудования дизеля в газодизель;
- возможность переоборудования автомобилей, находящихся в эксплуатации;
- увеличение срока службы моторного масла и уменьшение износа цилиндропоршневой группы.

Сравнительные показатели дымности ОГ дизельного и конвертированного газового двигателей, полученные в режиме свободного ускорения и максимальной частоты КВ двигателя, приведены в таблице 1.2.

Таблица 1.2 – Показатели дымности и токсичности отработавших газов

| Показатель | Предельные нормы по ГОСТ 21393 - 85 | Режим работы | |
|--|-------------------------------------|--------------|---------|
| | | дизельный | газовый |
| Режим свободного ускорения | 40 | 35 | 5 |
| Режим максимальной частоты вращения к.в. | 15 | 14 | 0 |

| | | | | | | |
|------|------|----------|-------|------|---------------------------------|------|
| | | | | | 08.ЭАТ.ВКР.ПАТМАНДППГ.00.000.ПЗ | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подп. | Дата | | |

Из таблицы 1.2 видно, что дымность отработавших газов в режиме свободного ускорения на конвертированном газовом двигателе в семь раз ниже, чем при работе на дизельном топливе, а на режиме максимальной частоты вращения коленчатого вала двигателя равна нулю, что свидетельствует об отсутствии сажи в продуктах сгорания.

Большое значение с точки зрения климатических изменений (глобальное потепление) имеет наличие и объемы в продуктах сгорания так называемых "парниковых газов" и в первую очередь двуокиси углерода. Чем выше отношение Н/С в топливе, тем меньше образуется в продуктах сгорания CO_2 . С этой точки зрения природный газ предпочтительнее других видов топлива.

Двигатели газобаллонных автомобилей работают на газообразном топливе, запас которого находится в баллонах, установленных на автомобилях.

Применение газобаллонных автомобилей дает возможность использовать имеющиеся в нашей стране значительные ресурсы дешевых горючих газов. Мощность двигателя и грузоподъемность газобаллонных автомобилей такие же, как у базовых автомобилей с карбюраторными двигателями. Поэтому эксплуатация газобаллонных автомобилей технически и экономически целесообразна.

Топливо для газобаллонных автомобилей. В качестве топлива для их двигателей используют смеси сжиженных (точнее, легкосжижаемых) газов, получаемых из попутного нефтяного и природного газов.

Для газобаллонных автомобилей промышленность выпускает смеси пропана и бутана технических (СПБТ) двух составов: СПБТЗ — зимнюю, содержащую не менее 75% пропана и не более 20% бутана; СПБТЛ — летнюю, содержащую не менее 34% пропана и не более 60% бутана.

Помимо пропана и бутана, в состав топлива входят также метан, этан, этилен, пропилен, бутилен, пентан и другие, общее содержание которых в смеси составляет 5...6%.

| | | | | | | |
|------|------|----------|-------|------|---------------------------------|------|
| | | | | | 08.ЭАТ.ВКР.ПАТМАНДППГ.00.000.ПЗ | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подп. | Дата | | |

Пропановые фракции (пропан и пропилен) обеспечивают необходимое давление в газовом баллоне автомобиля. Бутановая составляющая (нормальный бутан, изобутан, бутилен, изобутилен) — наиболее калорийный и легкосжижаемый компонент сжиженных газов.

Важнейшими свойствами сжиженных газов, определяющими их пригодность для использования в качестве топлива для газобаллонных автомобилей, являются: теплота сгорания пропана — 45,7 (10972), бутана — 45,2 (10845), бензина — 43,8 (10500) МДж/кг (ккал/кг); плотность жидкого пропана — 0,509, а бутана — 0,582 кг/м³; октановое число у пропана — 120, у бутана — 93.

Газ не должен содержать механических примесей, водорастворимых кислот, щелочей, смол и других вредных примесей.

Давление насыщенных паров для смеси сжиженных газов колеблется в пределах от 0,27 МПа (2,7 кгс/см²) при температуре — 20 °С до 1,6 МПа (16 кгс/см²) при температуре +45 °С.

Сжиженные газы обладают большим коэффициентом объемного расширения. Поэтому баллоны следует заполнять газом не более чем на 90% их объема. Остальные 10% составляет объем паровой подушки, без которой даже незначительное повышение температуры газа приводит к резкому увеличению давления в баллоне (примерно 0,7 МПа, или 7 кгс/см² на ГС повышения температуры сжиженного газа).

Для обеспечения возможности передвижения автомобиля при неисправности газобаллонной установки или отсутствии газа в системе питания имеется карбюратор, на котором двигатель может развивать мощность, достаточную для движения автомобиля с полной нагрузкой со скоростью 30...40 км/ч, и бензиновый бак. Длительно работать на бензине не разрешается.

Схема газобаллонной установки автомобиля ЗИЛ-138 показана на рис. 32. В нее входят: газовый баллон с арматурой, магистральный вентиль, испаритель газа, газовый фильтр, редуктор, манометр, смеситель, воздушный фильтр, газопроводы. Для работы на бензине имеются карбюратор и бак.

| | | | | | | |
|------|------|----------|-------|------|---------------------------------|------|
| | | | | | 08.ЭАТ.ВКР.ПАТМАНДППГ.00.000.ПЗ | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подп. | Дата | | |

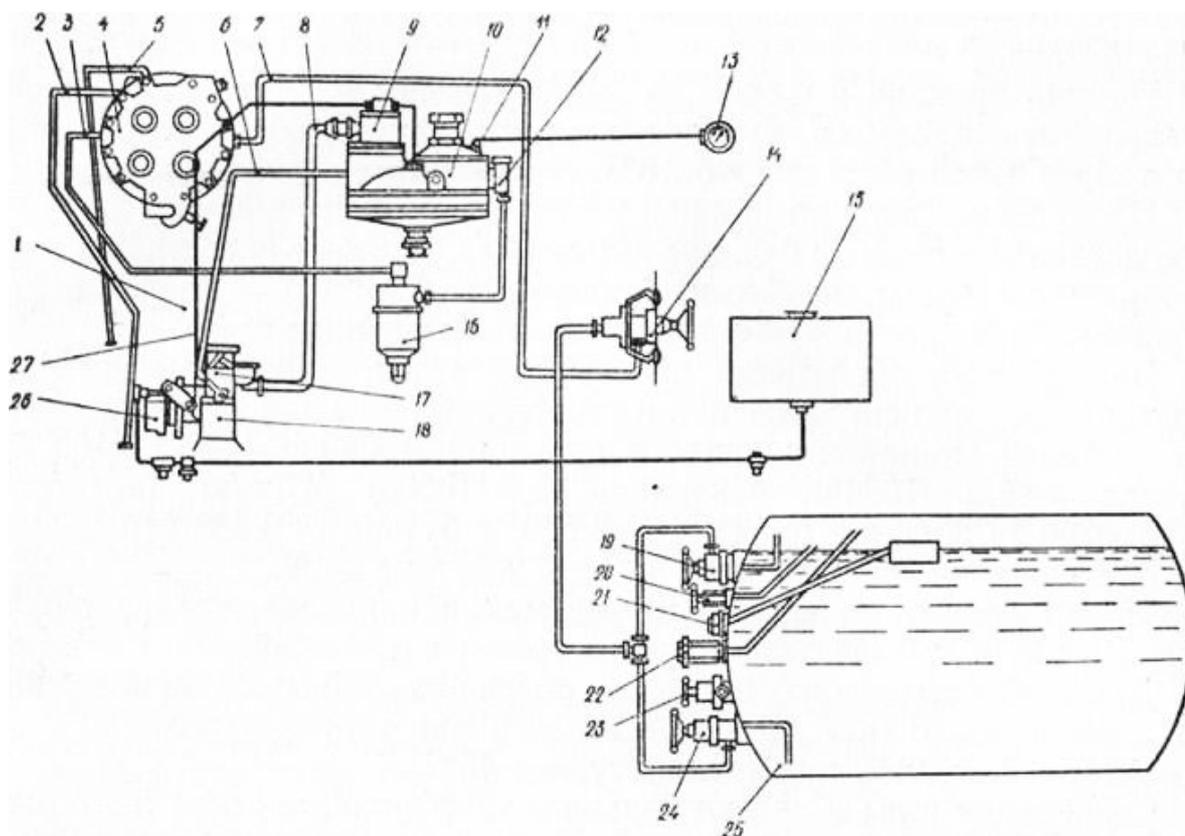


Рис. 1.1. Схема газобаллонной установки

1 — воздушный фильтр; 2 — трубка подвода воды к испарителю; 3 — шланг высокого давления от испарителя к фильтру газа; 4 — испаритель газа; 5 — шланг подвода воды от испарителя к компрессору; 6 — газопровод системы холостого хода; 7 — шланг высокого давления от магистрального вентиля к испарителю газа; 8 — труба подвода газа к смесителю; 9 — дозирующе-экономайзерное устройство редуктора; 10 — газовый редуктор; 11 — измерительный преобразователь давления газа; 12 — фильтр редуктора; 13 — манометр газового редуктора; 14 — магистральный вентиль; 15 — бензиновый бак; 16 — фильтр; 17 — смеситель газа; 18 — проставка под смеситель; 19 — расходный вентиль паровой фазы; 20 — контрольный вентиль максимального наполнения баллона; 21 — измерительный преобразователь указателя уровня жидкости в баллоне; 22 — предохранительный клапан; 23 — наполнительный вентиль; 24 — расходный вентиль жидкостной фазы; 25 — баллон; 26 — карбюратор; 27 — шланг, соединяющий вакуумные пространства экономайзера и разгрузочного устройства редуктора с впускным трубопроводом двигателя.

| | | | | | | |
|------|------|----------|-------|------|---------------------------------|------|
| | | | | | 08.ЭАТ.ВКР.ПАТМАНДППГ.00.000.ПЗ | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подп. | Дата | | |

Магистральный вентиль предназначен для перекрытия с места водителя подачи газа из баллона к испарителю, газовому редуктору и смесителю.

Испаритель газа преобразует жидкую фазу топлива в газообразную. Газ проходит по каналу в алюминиевом корпусе смесителя, подогревается циркулирующей через полость корпуса водой из системы охлаждения двигателя и испаряется.

Газовый фильтр, оснащенный фильтрующим элементом, состоящим из металлической сетки и пакета войлочных пластин, очищает газ, поступающий к редуктору, от механических примесей — окалины и ржавчины. Фильтр установлен на входном штуцере редуктора.

Редуктор служит для снижения давления, поступающего к смесителю газа до близкого к атмосферному. При остановке двигателя редуктор автоматически прекращает подачу газа к смесителю.

Устройство и действие редуктора показаны на рис. 1.2.

В цилиндрическом корпусе редуктора размещены камера А первой ступени, камера Б второй ступени и кольцеобразная камера В вакуумного разгрузителя.

Одна из стенок камеры первой ступени образована резиновой диафрагмой, края которой зажаты между корпусом редуктора и крышкой. Со стороны крышки на диафрагму постоянно давит сжатая пружина, стремящаяся прогнуть диафрагму внутрь корпуса редуктора (вверх). Центральная часть диафрагмы связана коленчатым рычагом с клапаном, благодаря чему при прогибании диафрагмы внутрь рычаг открывает клапан, а при прогибании ее наружу закрывает его.

В камере второй ступени находится зажата по окружности между верхней частью корпуса и крышкой диафрагма. Ее центральная часть соединена рычагом с клапаном второй ступени. Прогибание диафрагмы вниз вызывает открытие клапана второй ступени, прогибание ее вверх — закрытие клапана. Действующая на шток диафрагмы пружина стремится выгнуть диафрагму вверх.

| | | | | | | |
|------|------|----------|-------|------|---------------------------------|------|
| | | | | | 08.ЭАТ.ВКР.ПАТМАНДППГ.00.000.ПЗ | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подп. | Дата | | |

Полости под крышками диафрагм камер первой и второй ступеней сообщены с атмосферой, а следовательно, снаружи на обе диафрагмы постоянно действует атмосферное давление.

В камере В разгрузателя установлена кольцевая диафрагма, на которую действует пружина, выгибающая диафрагму вверх.

Снизу к корпусу редуктора прикреплен корпус дозирующе-экономайзерного устройства, в котором размещены основное дозирующее устройство редуктора и экономайзер с пневматическим приводом.

В дозирующее устройство входят дозирующие отверстия постоянного и переменного сечения, клапан-регулятор экономической регулировки газовой смеси и регулировочный винт мощностной регулировки. Клапан с пружиной и диафрагма с пружиной являются деталями экономайзера.

Корпус дозирующе-экономайзерного устройства имеет патрубок для выхода газа; штуцеры на крышке корпуса служат для соединения камеры В разгрузателя с полостью под диафрагмой экономайзера и с впускным трубопроводом двигателя.

Редуктор крепят под капотом двигателя к передней стенке кабины на специальном кронштейне. Газ к редуктору подводится через газовый фильтр, укрепленный на штуцере. К штуцере присоединяют трубку манометра, позволяющего контролировать давление в камере первой ступени. Патрубок соединяют газопроводом низкого давления со смесителем, а штуцер при помощи резиновой трубки с впускным трубопроводом двигателя.

| | | | | | | |
|------|------|----------|-------|------|---------------------------------|------|
| | | | | | 08.ЭАТ.ВКР.ПАТМАНДППГ.00.000.ПЗ | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подп. | Дата | | |

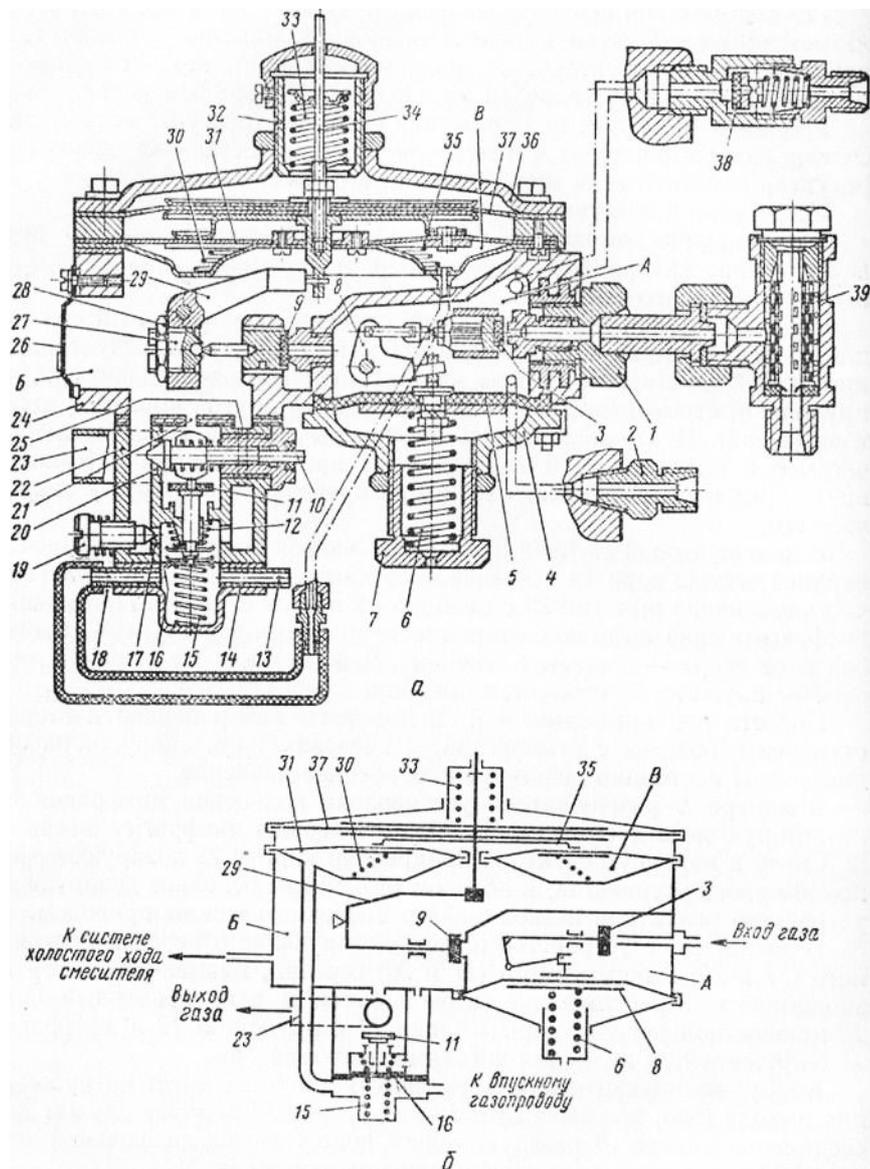


Рис. 1.2. Газовый редуктор:

а — устройство; б — схема действия; А — камера первой ступени; Б — камера второй ступени; В — камера вакуумного разгрузителя; 1 — штуцер подвода газа; 2 — штуцер для присоединения манометра; 3 — клапан первой ступени; 4 и 5 — крышка диафрагмы и диафрагма камеры первой ступени; 6 — пружина диафрагмы первой ступени; 7 — регулировочная гайка; 8 — рычаг привода клапана первой ступени; 9 — клапан второй ступени; 10 — клапан-регулятор; 11 — клапан экономайзера; 12 — пружина клапана; 13 я 18 — штуцеры; 14 — крышка корпуса

При открывании магистрального вентиля газ из баллона начинает поступать через испаритель, фильтр, газовый фильтр редуктора (рис. 33), входной штуцер и

| | | | | | | |
|------|------|----------|-------|------|---------------------------------|------|
| | | | | | 08.ЭАТ.ВКР.ПАТМАНДППГ.00.000.ПЗ | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подп. | Дата | | |

открытый клапан в камеру А первой ступени редуктора. По мере поступления газа давление в камере повышается, и, когда оно достигает требуемой величины (избыточное или манометрическое давление должно быть 0,17...0,18 МПа или 1,7... 1,8 кгс/см²), диафрагма 5 выгибается вниз и рычажный привод закрывает клапан, прекращая доступ газа в редуктор. Если давление в камере первой ступени падает, пружина прогибает диафрагму вверх, клапан открывается и в камеру снова начинает поступать газ. Таким образом, в камере первой ступени автоматически устанавливается постоянное давление, величина которого зависит от силы натяжения пружины.

Предохранительный клапан предотвращает повреждение диафрагмы камеры первой ступени редуктора, которое может произойти вследствие нарушения герметичности закрытия ее клапана. Если клапан камеры первой ступени закрывается неплотно, газ из баллона все время поступает в эту камеру и давление в ней может превысить допустимую величину. Пружина предохранительного клапана отрегулирована на давление до 0,45 МПа (4,5 кгс/см²). При большем давлении предохранительный клапан открывается и выпускает часть газа из камеры первой ступени наружу.

Пока двигатель не работает, клапан камеры второй ступени закрыт и газ в нее из камеры первой ступени не поступает. При пуске двигателя в камере второй ступени, соединенной газопроводом со смесителем, образуется разрежение, и диафрагма, прогибаясь внутрь, через рычажный привод откроет клапан. Газ из камеры первой ступени начнет перетекать в камеру второй ступени, давление в которой по мере поступления в нее газа повышается. Когда давление поднимется до близкого к атмосферному, клапан закроется и поступление газа из камеры первой ступени прекратится.

Действует разгрузатель следующим образом. Когда двигатель не работает, давление пружины разгрузателя передается через упор на тарелку диафрагмы, увеличивая силу закрытия клапана второй ступени.

| | | | | | | |
|------|------|----------|-------|------|---------------------------------|------|
| | | | | | 08.ЭАТ.ВКР.ПАТМАНДППГ.00.000.ПЗ | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подп. | Дата | | |

Во время работы двигателя на малых частотах холостого хода и при малых нагрузках (дроссель смесителя прикрыт) в камере В разгрузателя, соединенной трубкой с впускным трубопроводом двигателя, создается сильное разрежение и диафрагма прогибается вниз. Упор прекращает давление на диафрагму камеры второй ступени, вследствие чего на клапан второй ступени действует только одна пружина, позволяющая ему открываться даже при отсутствии разрежения в камере второй ступени.

Благодаря этому при малых частотах холостого хода и малых нагрузках газ из камеры второй ступени поступает к смесителю под избыточным давлением 100...200 Па (10...20 мм вод. ст.). По мере возрастания нагрузки двигателя давление газа на выходе из редуктора и в камере второй ступени понижается, и в ней создается небольшое разрежение.

Дозирующе-экономайзерное устройство регулирует количество газа, поступающего к смесителю, а следовательно, и поддерживает необходимый состав газовой смеси.

При малых и средних нагрузках двигателя, когда дроссель смесителя открыт не полностью, в задроссельном пространстве смесителя поддерживается значительное разрежение. Поскольку полость под диафрагмой экономайзера сообщена с задроссельным пространством, в ней также образуется разрежение, под действием которого диафрагма прогибается вниз и клапан экономайзера закрывается. На этом режиме газ из камеры второй ступени редуктора проходит к выходному патрубку через отверстие постоянного сечения и отверстие, сечение которого можно изменять вращением клапана-регулятора; положение последнего подбирают с расчетом получения экономичной работы двигателя.

При больших нагрузках, когда открытие дросселя смесителя приближается к полному, разрежение в задроссельном пространстве и в полости под диафрагмой экономайзера уменьшается. Под действием пружины диафрагма выгибается вверх и открывает клапан, после чего к выходному патрубку редуктора начинает поступать дополнительное количество газа через отверстие

| | | | | | | |
|------|------|----------|-------|------|---------------------------------|------|
| | | | | | 08.ЭАТ.ВКР.ПАТМАНДППГ.00.000.ПЗ | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подп. | Дата | | |

постоянного сечения и отверстие переменного сечения. Количество дополнительно поступающего газа регулируют вращением винта, добиваясь получения от двигателя максимальной мощности.

Смеситель и карбюратор. Смеситель служит для приготовления смеси газа и воздуха. Смеситель двухкамерный, обе камеры работают одновременно и параллельно на всех режимах.

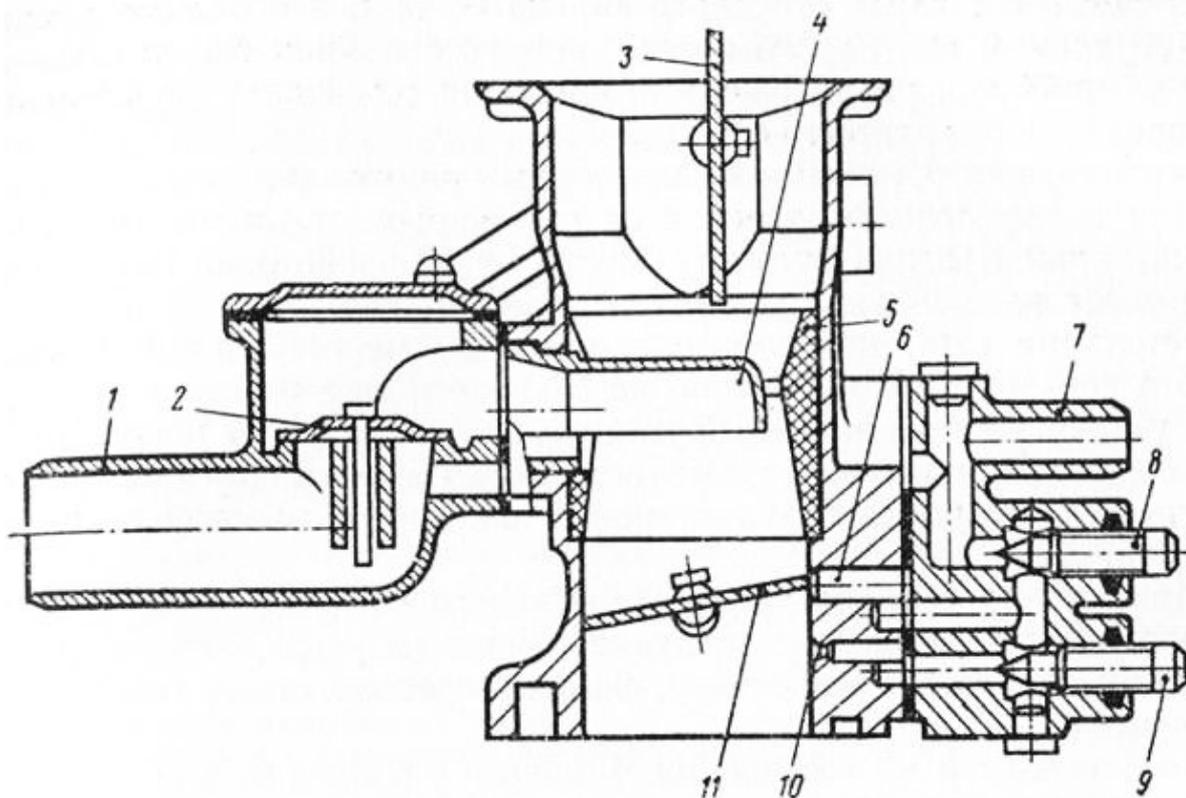


Рис.1.3. Смеситель:

1 — газоподводящий патрубок; 2 — обратный клапан; 3 — воздушная заслонка; 4 — газовая форсунка; 5 — диффузор; 6 и 10 — распыливающие отверстия системы холостого хода; 7 — штуцер подвода газа из камеры второй ступени редуктора; 8 и 9 — регулировочные винты системы холостого хода; 11 — дроссель.

В газ поступает к форсунке от редуктора через патрубок и обратный клапан. В нижней части смесительной камеры расположены распыливающие отверстия системы холостого хода, сечение которых можно изменять при помощи регулировочных винтов.

| | | | | | | |
|------|------|----------|-------|------|---------------------------------|------|
| | | | | | 08.ЭАТ.ВКР.ПАТМАНДППГ.00.000.ПЗ | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подп. | Дата | | |

Смеситель присоединен к впускному трубопроводу двигателя через проставку, к которой прикреплен карбюратор. Работает смеситель следующим образом.

При пуске кратковременно закрывают воздушную заслонку (рис. 34), чтобы усилить разрежение в диффузоре и вызвать усиленный приток газа через форсунку.

На малых частотах холостого хода газ поступает из редуктора через штуцер к распыливающим отверстиям под действием сильного разрежения, образующегося в зоне за закрытым дросселем.

Во время работы двигателя под нагрузкой газ поступает в смесительную камеру через форсунку. Состав смеси при этом регулируется дозирующе-экономайзерным устройством газового редуктора.

Когда двигатель работает на газе, воздушная заслонка, дроссель карбюратора и топливный (бензиновый) кран должны быть закрыты.

Если требуется перевести двигатель на бензин, необходимо закрыть магистральный вентиль газобаллонной установки и выработать весь газ из приборов, расположенных после этого вентиля, до остановки двигателя. Затем закрыть обе заслонки смесителя и пустить двигатель на бензине, как обычный карбюраторный двигатель.

Для последующего перехода на газ закрывают топливный (бензиновый) кран и вырабатывают бензин из карбюратора. После этого закрывают воздушную заслонку и дроссель карбюратора и пускают двигатель на газе, предварительно открыв магистральный вентиль. Работа двигателя одновременно на бензине и газе не допускается.

Пускают на газе холодный двигатель при открытом паровом и закрытом жидкостном расходных вентилях баллона. Когда двигатель прогреется, открывают жидкостной и закрывают паровой расходные вентили.

| | | | | | | |
|------|------|----------|-------|------|---------------------------------|------|
| | | | | | 08.ЭАТ.ВКР.ПАТМАНДППГ.00.000.ПЗ | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подп. | Дата | | |

При низких температурах окружающего воздуха, когда пуск холодного двигателя на газе затруднен, рекомендуется сначала пустить и прогреть двигатель на бензине, а затем перевести его на газ, как сказано выше.

Газопроводы и их соединения. Газопроводы высокого давления (от баллона до редуктора) изготавливают из стальных или медных трубок с толщиной стенок около 1 мм и наружным диаметром 10... 12 мм. Газопроводы соединяют с приборами газобаллонной установки при помощи ниппельных соединений.

Газопроводы низкого давления (от редуктора до смесителя) выполняют из тонкостенных стальных труб и газостойких резиновых шлангов большого сечения. Соединяют их стяжными хомутами.

Основные неисправности газобаллонной установки: утечка газа через неплотности соединения; неплотное закрытие вентиля и клапанов; засорение газового фильтра; нарушение регулировки редуктора, вызывающее чрезмерное обогащение или обеднение газовой смеси; нарушение регулировки системы холостого хода смесителя.

Правила безопасного труда на газобаллонных автомобилях. При утечке газ образует с воздухом взрывчатые смеси. В случае попадания на кожу сжиженный газ интенсивно испаряется и может вызвать термические ожоги (обмороживание).

Вдыхание испаренного газа вызывает отравление. Поэтому необходимо внимательно следить за герметичностью всех соединений газобаллонной установки. Значительная утечка обнаруживается на слух (по шипению газа), чтобы обнаружить незначительную утечку, смачивают места соединений мыльной водой. При утечке нельзя ставить автомобиль в закрытое помещение.

Возле автомобиля нельзя пользоваться открытым огнем.

При необходимости подтягивания соединений трубопроводов установки следует предварительно закрыть расходные вентили баллонов и выработать газ до остановки двигателя.

| | | | | | | |
|------|------|----------|-------|------|---------------------------------|------|
| | | | | | 08.ЭАТ.ВКР.ПАТМАНДППГ.00.000.ПЗ | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подп. | Дата | | |

1.3. Современное состояние применения дизельного топлива в различных отраслях экономики Узбекистана

Известно, что затраты на топлива и смазочные материалы составляют значительную часть всех затрат, связанных с производством (получением) определенной продукции.

В 2012 году доля затрат на дизельное топливо в себестоимости выпускаемой продукции составила для Навоийского горно-металлургического комбината 8,3 %, для Алмалыкского горно-металлургического комбината 6,2 %, в сфере сельского и водного хозяйства Республики Узбекистан – 17,2 %.

В настоящее время для обработки хлопковых полей на каждый гектар земли затрачивается около 203,3 кг дизельного топлива, а ежегодно для нужд сельского хозяйства (для выращивания хлопка, зерна и др. продукции) расходуется 381 тыс. тонн (в 2013 г.) дизельного топлива.

Согласно Правительственных решений в Узбекистане за 2011-2015 гг. должны быть построены 345 ед. АГНКС и должно быть переоборудовано более 531 тыс. автомобилей (73 тыс. из которых – дизельные), и тем самым должны быть заменены 1600 тыс. тонн бензина и 250 тыс. тонн дизельного топлива.

Однако в настоящее время наблюдается нехватка дизельного топлива, и оно реализуется через биржу по стоимости 5,0...6,0 млн. сумов за тонну.

В целях нормативного обеспечения вопросов перевода дизелей на полное питание СПГ совместно с другими организациями разработаны TSh 63-195:2011 (для автомобилей КамАЗ) и TSh 64-20537593-2011 (для автобусов ISUZU), в настоящее время подобные нормативные документы разрабатываются и для питания указанных дизелей СПБГ.

Учитывая важность разработки нормативных документаций при переводе автотракторной техники и их эксплуатации на СПГ/СПБГ совместно с ООО КТБ «Автосозлаш» и «Далварзин таъмирлаш заводи» разработаны необходимые основополагающие нормативной документации (см. список литературы и приложения)

| | | | | | | |
|------|------|----------|-------|------|---------------------------------|------|
| | | | | | 08.ЭАТ.ВКР.ПАТМАНДППГ.00.000.ПЗ | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подп. | Дата | | |

В таблице 1.2. приводится численный состав автотранспорта Республики без учета других потребителей (сельскохозяйственные машины, строительно-дорожная техника и железнодорожный транспорт), работающий на различных топливах, включая дизельное топливо.

В таблице 6 приводятся технические показатели, выпускаемых в Узбекистане автомобилей MAN, которые находят в последнее время наибольшее распространение и являются потребителями дизельного топлива.

Опытные образцы газобаллонных вариантов данных автомобилей созданы совместно с ООО «Далварзин таъмирлаш заводи».

Европейская газомоторная ассоциация (ENGVA) считает, что основными альтернативными топливами являются биотопливо, природный газ и водород, и по планам ЕЭК ООН к 2020 году почти четверть (23 %) автомобилей (легковые – 64,7 %, микроавтобусы и пикапы – 32,3 %, такси – 1,9 %, грузовые автомобили – 0,6 %, междугородные автобусы – 0,3 %, городские автобусы – 0,1 %) в Европе должны работать почти 23,5 млн. автомобилей, т.е. 10 % от общего количества.

В Узбекистане используется около 3 млн. тонн светлых нефтяных моторных топлив. Если использовать всего 2,28 % добываемого природного газа, то можно заменить одну треть используемых нефтяных моторных топлив. Если вопрос замены бензина на природный газ в Узбекистане решается более или менее успешно, то замена дизельного топлива только начинает развиваться.

Известно, что дизеля переводятся на питание альтернативными топливами, например газообразными топливами по двум способам: переводом на газодизельную и газовую систему питания.

Газодизельный способ питания дизелей является более простым, требующим минимальных конструктивных изменений и позволяющим заменить примерно 50...60 % дизельного топлива для транспортных средств. Однако, учитывая сложности в управлении двигателем с газодизельной системой питания, ухудшение экологических показателей двигателя при этом и необходимости полной замены дефицитного дизельного топлива актуальным становится вопрос

| | | | | | | |
|------|------|----------|-------|------|---------------------------------|------|
| | | | | | 08.ЭАТ.ВКР.ПАТМАНДППГ.00.000.ПЗ | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подп. | Дата | | |

дизельного топлива. Этого подтверждает и опыт Кореи, Китая, Италии, Японии, Таиланда.

В целом дальнейшее развитие использования СПГ в качестве моторного топлива связано со многими факторами, отмеченными на II Узбекско-Корейском форуме (2012 г., 22 ноябрь).

Однако в настоящее время существует ряд проблем, которые связаны с переводом эксплуатируемых/производимых дизелей автотракторного типа на питание природным газом в настоящее время и в перспективе.

Их можно разделить на следующие условные группы:

1. Нормативно-правовые:

- принятие Закона «Об использовании природного газа в качестве моторного топлива»;
- всемерная гармонизация международных стандартов;
- разработка и внедрение государственных и других нормативных документов.

Несколько слов о Законах по альтернативным топливам. Проект модельного закона «Об использовании альтернативных видов моторного топлива», принятого 15 ноября 2003 г. на заседании Межпарламентской Ассамблеи стран Содружеств был представлен в парламенты, также закон с таким же названием был внесен Государственной Думой РФ еще 1998 г., но до сих пор не был принят. Основная причина – лоббирование нефтяной группы.

Такой же Закон в США был принят еще 1988 г., где наряду с другими льготами установлены налоговые скидки при покупке транспортного средства с газовыми двигателями от 2 до 4 тысяч долларов США. Такой же закон принят Украиной в 2000 г., и он постоянно обновляется, особенно по части использования биокomпонентов для бензинов.

Конечно, в странах эти законы всегда взаимодействуют с Законами «О транспортной стратегии», «Об энергосбережении и энергоэффективности», «О чистом воздухе» и др.

| | | | | | | |
|------|------|----------|-------|------|---------------------------------|------|
| | | | | | 08.ЭАТ.ВКР.ПАТМАНДППГ.00.000.ПЗ | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подп. | Дата | | |

2. Организационно-административные:

- обоснованное планирование выполняемых работ;
- учет и регистрация эксплуатируемой газобаллонной техники;
- осуществление контроля выполняемых работ;
- таможенный контроль за импортируемыми изделиями;
- установление нетрадиционных видов организации эксплуатации (выбор маршрутов перевозки в экологически неблагоприятных зонах и др.);
- подготовка и переподготовка необходимых кадров.

Здесь очень уместно будет говорить о тех положительных результатах в распространении передового опыта эксплуатации газовых автобусов «DAEWOO» (СП ООО «SUNJIN-TVT EXPRESS) с 2010 г и «HYUNDAI» (Автобусный парк №18) с 2008 г.

3. Производственно-технологические:

- организация производства необходимых составляющих элементов газобаллонного оборудования и АГНКС в Узбекистане с учетом вопросов взаимозаменяемости и унификации;
- выпуск средних технологических, диагностических оборудований для станций (центров) технического обслуживания ГБА и другой техники;
- ускорить внедрение технологии использования сжиженного природного газа.

4. Эксплуатационное:

- диверсификация по сферам услуг, грузоподъемности (эксплуатация грузовых ГБА с прицепом);
- совершенствование систем ТО и Р;
- расширение инфраструктуры (многофункциональные, передвижные и мини АГНКС, центры по переоборудованию и технологическому обслуживанию ГБА).

5. Экономические:

| | | | | | | |
|------|------|----------|-------|------|---------------------------------|------|
| | | | | | 08.ЭАТ.ВКР.ПАТМАНДППГ.00.000.ПЗ | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подп. | Дата | | |

- пересмотр размера платежей природопользования и загрязнение окружающей среды;
- налоговые и кредитные льготы;
- финансирование отдельных мероприятий из государственного бюджета, экологических и страховых фондов;
- широкое привлечение инвестиций.

В перспективе указанные проблемы найдут свое отражение в соответствующих решениях данного весьма значимого для Узбекистана Форума.

| | | | | | | |
|------|------|----------|-------|------|---------------------------------|------|
| | | | | | 08.ЭАТ.ВКР.ПАТМАНДППГ.00.000.ПЗ | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подп. | Дата | | |

2 Расчётно – теоретическая часть

2.1 Тепловой расчет двигателя. Дизельный и газодизельный процессы

2.1.1 Исходные данные

- дизельный двигатель, модель – 740.61-320 восьмицилиндровый, V-образный, четырехтактный дизель, жидкостного охлаждения, с газотурбинным наддувом и промежуточным охлаждением наддувочного воздуха;
- частота вращения коленчатого вала $n = 2200 \text{ мин}^{-1}$;
- степень сжатия $\varepsilon = 16,5$;
- эффективная мощность $N_e = 265 \text{ кВт}$;
- коэффициент избытка воздуха $\alpha = 1,5$;
- вид топлива для дизельного процесса – дизельное топливо «Л» ГОСТ 305-82, средний элементарный состав топлива: $C = 85,7\%$, $H = 13,3\%$, $O = 1\%$; низшая расчетная теплота сгорания топлива $Q_H = 42500 \text{ кДж/кг}$;
- вид топлива для газодизельного процесса – смесь 20% дизельного топлива «Л» ГОСТ 305-82 и 80% компримированного природного газа ГОСТ 27577-2000, средний элементарный состав топлива: $C = 77,14\%$, $H = 22,66\%$, $O = 0,2\%$. Низшая расчетная теплота сгорания топлива $Q_H = 49600 \text{ кДж/кг}$.

2.1.2 Параметры рабочего тела

Определяем теоретически необходимое количество воздуха для сгорания 1 кг топлива:

$$l_o = \frac{1}{0,23} \cdot \left(\frac{8}{3} \cdot C + 8 \cdot H - O \right) \text{ кг или } L_o = \frac{l_o}{\mu_B}, \text{ кмоль.} \quad (2.1)$$

Дизельный процесс:

$$l_o = \frac{1}{0,23} \cdot \left(\frac{8}{3} \cdot 0,857 + 8 \cdot 0,133 - 0,01 \right) = 14,52 \text{ кг,}$$

| | | | | | | |
|------|------|----------|-------|------|---------------------------------|------|
| | | | | | 08.ЭАТ.ВКР.ПАТМАНДППГ.00.000.ПЗ | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подп. | Дата | | |

$$L_o = \frac{l_o}{\mu_B} = \frac{14,52}{28,96} = 0,501 \text{ кмоль.}$$

Газодизельный процесс:

$$l_o = \frac{1}{0,23} \cdot \left(\frac{8}{3} \cdot 0,7714 + 8 \cdot 0,2266 - 0,002 \right) = 16,813 \text{ кг;}$$

$$L_i = \frac{l_i}{\mu_{\hat{A}}} = \frac{16,813}{28,96} = 0,581 \text{ кмоль.}$$

Определяем количество свежего заряда:

$$M_1 = \alpha \cdot L_o \quad (2.2)$$

Дизельный процесс :

$$M_1 = 1,5 \cdot 0,501 = 0,7515 \text{ кмоль.}$$

Газодизельный процесс:

$$M_1 = 1,5 \cdot 0,581 = 0,7553 \text{ кмоль.}$$

Определяем общее количество продуктов сгорания:

$$M_2 = \alpha \cdot L_o + \frac{H}{4} + \frac{O}{32} \quad (2.3)$$

Дизельный процесс :

$$M_2 = 1,5 \cdot 0,501 + \frac{0,133}{4} + \frac{0,01}{32} = 0,785 \text{ кмоль;}$$

Газодизельный процесс:

$$M_2 = 1,5 \cdot 0,581 + \frac{0,2266}{4} + \frac{0,002}{32} = 0,928 \text{ кмоль.}$$

2.1.3 Параметры окружающей среды и остаточные газы

Принимаем атмосферные условия: $p_o = 0,1 \text{ МПа}$, $T_o = 288 \text{ К}$.

Принимаем давление надувочного воздуха:

$$p_k = (1,2 \dots 2,5) \cdot p_o = 1,8 \cdot 0,1 = 0,18 \text{ МПа}$$

Принимаем показатель политропы сжатия в компрессоре $n_k = 1,65$

Определяем температуру воздуха за компрессором:

$$T_k = T_o \cdot \left(\frac{p_k}{p_o} \right)^{\frac{n_k - 1}{n_k}}, \text{ К,} \quad (2.4)$$

| | | | | | | |
|------|------|----------|-------|------|---------------------------------|------|
| | | | | | 08.ЭАТ.ВКР.ПАТМАНДППГ.00.000.ПЗ | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подп. | Дата | | |

$$T_k = 288 \cdot \left(\frac{0,18}{0,1} \right)^{\frac{1,6-1}{1,6}} = 363 \text{ К.}$$

Определяем давление и температуру остаточных газов:

$$p_r = 0,9 \cdot p_k, \text{ МПа,} \quad (2.5)$$

$$p_r = 0,9 \cdot 0,18 = 0,144 \text{ МПа.}$$

Принимаем температуру остаточных газов для дизельного и для газодизельного процесса $T_r = 770 \text{ К.}$

2.1.4 Процесс впуска

Температуру подогрева свежего заряда в дизеле с наддувом принимаем $\Delta t = 10^\circ\text{C.}$

Определяем плотность заряда на впуске:

$$\rho_k = \frac{p_k \cdot 10^6}{R_g \cdot T_k} \text{ кг/м}^3, \quad (2.6)$$

где $R_g = 287 \text{ Дж/кг}\cdot\text{град}$ – удельная газовая постоянная для воздуха.

$$\rho_k = \frac{0,18 \cdot 10^6}{287 \cdot 355} = 1,19 \text{ кг/м}^3.$$

В соответствии со скоростным режимом работы двигателя и качеством обработки внутренней поверхности принимаем коэффициент $(\beta^2 + \xi_{en}) = 3,3$, а скорость движения заряда $\omega_{en} = 90 \text{ м/с.}$

Определяем потери давления на впуске в двигатель:

$$\Delta p_a = \frac{(\beta^2 + \xi_{en}) \cdot (\omega_{en}^2 \cdot \rho_k \cdot 10^{-6})}{2} \text{ МПа,} \quad (2.7)$$

$$\Delta p_a = \frac{3,3 \cdot 90^2 \cdot 1,19 \cdot 10^{-6}}{2} = 0,0237 \text{ МПа.}$$

Определяем давление в конце впуска:

$$p_a = p_k - \Delta p_a \text{ МПа,} \quad (2.8)$$

$$p_a = 0,8 - 0,0237 = 0,1563 \text{ МПа.}$$

| | | | | | | |
|------|------|----------|-------|------|---------------------------------|------|
| | | | | | 08.ЭАТ.ВКР.ПАТМАНДППГ.00.000.ПЗ | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подп. | Дата | | |

Определяем коэффициент остаточных газов:

$$\gamma_r = \frac{T_k + \Delta t}{T_r} \cdot \frac{p_r}{\varepsilon \cdot p_a - p_r}, \quad (2.9)$$
$$\gamma_r = \frac{363 + 10}{770} \cdot \frac{0,144}{16,5 \cdot 0,1563 - 0,144} = 0,029.$$

Определяем температуру в конце впуска:

$$T_a = \frac{T_k + \Delta t + \gamma_r \cdot T_r}{1 + \gamma_r} \text{ К}, \quad (2.10)$$
$$T_a = \frac{363 + 10 + 0,029 \cdot 770}{1 + 0,029} = 384 \text{ К}.$$

Определяем коэффициент наполнения:

$$\eta_v = \frac{T_k \cdot (\varepsilon \cdot p_a - p_r)}{(T_k + \Delta t) \cdot (\varepsilon - 1) \cdot p_k}, \quad (2.11)$$
$$\eta_v = \frac{363 \cdot (16,5 \cdot 0,1563 - 0,144)}{(363 + 10) \cdot (16,5 - 1) \cdot 0,18} = 0,85.$$

2.1.5 Процесс сжатия

Средние показатели адиабаты и политропы сжатия. При работе дизеля на номинальном режиме можно с достаточной степенью точности принять показатель политропы сжатия n_1 приблизительно равным показателю адиабаты k_1 , который определяется по номограмме [2] в пределах $n_1 = (k_1 + 0,02) \dots (k_1 - 0,02)$.

Для дизеля с наддувом при $\varepsilon = 16,5$ и $T_a = 384 \text{ К}$ показатель адиабаты $k_1 = 1,362$.

Принимаем $n_1 = 1,362$.

Определяем давление в конце сжатия:

$$p_c = p_a \cdot \varepsilon^{n_1} \text{ МПа}, \quad (2.12)$$
$$p_c = 0,1563 \cdot 16,5^{1,362} = 7,11 \text{ МПа}.$$

Определяем температуру в конце сжатия:

$$T_c = T_a \cdot \varepsilon^{n_1 - 1} \text{ К}, \quad (2.13)$$

| | | | | | | |
|------|------|----------|-------|------|---------------------------------|------|
| | | | | | 08.ЭАТ.ВКР.ПАТМАНДППГ.00.000.ПЗ | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подп. | Дата | | |

$$T_c = 384 \cdot 16,5^{1,362-1} = 1059 \text{ К.}$$

Определяем среднюю молярную теплоемкость заряда воздуха в конце сжатия (без учета влияния остаточных газов):

$$\overline{\mu C_{vc}} = 20,16 + 1,74 \cdot 10^{-3} \cdot T_c \text{ кДж/кмоль-град,} \quad (2.14)$$

$$\overline{\mu C_{vc}} = 20,16 + 1,74 \cdot 10^{-3} \cdot 1059 = 22,00 \text{ кДж/кмоль-град.}$$

Определяем число молей остаточных газов:

$$M_r = \alpha \cdot \gamma_r \cdot L_o, \text{ кмоль,} \quad (2.15)$$

Дизельный процесс:

$$M_r = 1,5 \cdot 0,029 \cdot 0,501 = 0,022 \text{ кмоль;}$$

Газодизельный процесс:

$$M_r = 1,5 \cdot 0,029 \cdot 0,581 = 0,025 \text{ кмоль.}$$

Определяем число молей газов в конце сжатия:

$$M_c = M_1 + M_r, \text{ кмоль,} \quad (2.16)$$

Дизельный процесс:

$$M_c = 0,7515 + 0,022 = 0,7735 \text{ кмоль;}$$

Газодизельный процесс:

$$M_c = 0,8715 + 0,025 = 0,8965 \text{ кмоль.}$$

2.1.6 Процесс сгорания

Определяем среднюю молярную теплоемкость продуктов сгорания в дизельном двигателе при постоянном давлении, при $\alpha \geq 1$:

Дизельный процесс:

$$\overline{\mu C_{pz}} = \left(20,2 + \left(\frac{0,92}{\alpha} \right) \right) + \left(\left(15,5 + \frac{13,8}{\alpha} \right) \cdot 10^{-4} \cdot T_z \right) + 8,314, \text{ кДж/кмоль-град,} \quad (2.17)$$

Подставляя значение коэффициента избытка воздуха $\alpha = 1,5$ в выражение (2.17), получим:

$$\overline{\mu C_{pz}} = 29,13 + 0,0025 T_z \text{ кДж/кмоль-град.} \quad (2.18)$$

| | | | | | | |
|------|------|----------|-------|------|---------------------------------|------|
| | | | | | 08.ЭАТ.ВКР.ПАТМАНДППГ.00.000.ПЗ | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подп. | Дата | | |

Определяем число молей газов после сгорания:

$$M_z = M_2 + M_r, \text{кмоль}, \quad (2.19)$$

Дизельный процесс:

$$M_z = 0,785 + 0,022 = 0,807 \text{ кмоль};$$

Газодизельный процесс:

$$M_z = 0,928 + 0,025 = 0,953 \text{ кмоль}.$$

Определяем расчетный коэффициент молекулярного изменения рабочей смеси:

$$\beta = \frac{M_z}{M_c}, \quad (2.20)$$

Дизельный процесс:

$$\beta = \frac{0,807}{0,7735} = 1,04;$$

Газодизельный процесс:

$$\beta = \frac{0,953}{0,8965} = 1,06.$$

Коэффициент использования теплоты для современных дизелей с неразделёнными камерами сгорания и наддувом, в связи с повышением теплонапряжённости двигателя и созданием более благоприятных условий для протекания процесса сгорания принимаем в дизельном процессе $\xi = 0,8$, в газодизельном процессе $\xi = 0,9$.

Тогда количество теплоты, передаваемое газом на участке $cz'z$ индикаторной диаграммы при сгорании 1 кг топлива определится по выражению:

$$Q = \xi \cdot Q_H, \text{кДж/кг}, \quad (2.21)$$

Дизельный процесс:

$$Q = 0,8 \cdot 42500 = 34000 \text{ кДж/кг};$$

Газодизельный процесс:

$$Q = 0,9 \cdot 49600 = 44640 \text{ кДж/кг}.$$

| | | | | | | |
|------|------|----------|-------|------|---------------------------------|------|
| | | | | | 08.ЭАТ.ВКР.ПАТМАНДППГ.00.000.ПЗ | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подп. | Дата | | |

Степень повышения давления в дизеле , в основном зависит от величины цикловой подачи топлива. С целью снижения газовых нагрузок на детали кривошипно – шатунного механизма целесообразно иметь максимальное давление сгорания не выше 11...12 МПа. В связи с этим целесообразно принять в дизельном процессе $\lambda = 1,5$, в газодизельном процессе $\lambda = 1,7$.

Температуру в конце сгорания определяют из уравнения сгорания:

$$\beta \cdot \overline{\mu C_{pz}} \cdot T_z = \frac{\xi \cdot Q_H}{\alpha \cdot L_o \cdot (1 + \gamma_r)} + T_c \cdot (\overline{\mu C_{vc}} + 8,314 \cdot \lambda). \quad (2.22)$$

Подставляем имеющиеся значения величин, решаем полученное квадратное уравнение относительно T_z и находим его значение, К;

Дизельный процесс:

$$1,04 \cdot (0,0025 \cdot T_z + 29,13) \cdot T_z = \frac{34000}{1,5 \cdot 0,501 \cdot (1 + 0,029)} + 1059 \cdot (22,00 + 8,314 \cdot 1,5),$$

$$0,0026 \cdot T_z^2 + 30,2 \cdot T_z - 80472 = 0,$$

$$T_z = 2233 \text{ К.}$$

Газодизельный процесс:

$$1,06 \cdot (0,0025 \cdot T_z + 29,13) \cdot T_z = \frac{44640}{1,5 \cdot 0,581 \cdot (1 + 0,029)} + 1059 \cdot (22,00 + 8,314 \cdot 1,7),$$

$$0,00265 \cdot T_z^2 + 30,8778 \cdot T_z - 88044 = 0,$$

$$T_z = 2370 \text{ К.}$$

Определяем давление в конце процесса сгорания:

$$p_z = p_c \cdot \lambda, \text{ МПа.} \quad (2.23)$$

Дизельный процесс:

$$p_z = 7,11 \cdot 1,5 = 10,7 \text{ МПа;}$$

Газодизельный процесс:

$$p_z = 7,11 \cdot 1,7 = 12,1 \text{ МПа.}$$

Определяем степень предварительного расширения:

$$\rho = \frac{\beta \cdot T_z}{\lambda \cdot T_c} \quad (2.24)$$

Дизельный процесс:

| | | | | | | |
|------|------|----------|-------|------|---------------------------------|------|
| | | | | | 08.ЭАТ.ВКР.ПАТМАНДППГ.00.000.ПЗ | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подп. | Дата | | |

$$\rho = \frac{1,040 \cdot 2233}{1,5 \cdot 1059} = 1,46 ;$$

Газодизельный процесс:

$$\rho = \frac{1,04 \cdot 2233}{1,7 \cdot 1059} = 1,4 .$$

2.1.7 Процесс расширения

Определяем степень последующего расширения:

$$\delta = \frac{\varepsilon}{\rho}, \quad (2.25)$$

Дизельный процесс:

$$\delta = \frac{16,5}{1,5} = 11 ;$$

Газодизельный процесс:

$$\delta = \frac{16,5}{1,4} = 11,79 .$$

Показатель политропы расширения n_2 для дизеля определяем по номограмме [2]. На номинальном режиме можно принять показатель политропы расширения, с учётом достаточно больших размеров цилиндра, несколько меньше показателя адиабаты расширения.

Определение показателя политропы расширения производим следующим образом.

По имеющимся значениям δ и T_z определяем точку пересечения. Через полученную точку проводим горизонталь до пересечения вертикалью, опущенной из точки $\alpha = 1$, получая какое-то значение k_2 . Далее двигаемся по этой кривой k_2 до пересечения с вертикалью, опущенной из заданного значения δ . Ордината точки пересечения даёт искомое значение для дизельного процесса $n_2 = k_2 = 1,282$, для газодизельного $n_2 = k_2 = 1,279$.

Определяем давление процесса расширения:

$$p_b = \frac{P_z}{\delta^{n_2}}, \text{ МПа}, \quad (2.26)$$

| | | | | | | |
|------|------|----------|-------|------|---------------------------------|------|
| | | | | | 08.ЭАТ.ВКР.ПАТМАНДППГ.00.000.ПЗ | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подп. | Дата | | |

Дизельный процесс:

$$p_b = \frac{10,7}{11^{1,282}} = 0,495 \text{ МПа};$$

Газодизельный процесс:

$$p_b = \frac{12}{11,79^{1,279}} = 0,511 \text{ МПа};$$

Определяем температуру процесса расширения:

$$T_b = \frac{T_z}{\delta^{n_2-1}}, \text{ К}, \quad (2.27)$$

Дизельный процесс:

$$T_b = \frac{2233}{11^{1,282-1}} = 1136 \text{ К};$$

Газодизельный процесс:

$$T_b = \frac{2370}{11,79^{1,279-1}} = 1191 \text{ К}.$$

Проверяем правильность ранее принятого значения температуры остаточных газов (погрешность не должна превышать 5 %):

$$T_r' = \frac{T_b}{\sqrt[3]{\frac{p_b}{p_r}}}, \text{ К}. \quad (2.28)$$

$$\Delta = \frac{T_r - T_r'}{T_r} \cdot 100\%. \quad (2.29)$$

где T_r' – принятая ранее температура остаточных газов.

Дизельный процесс:

$$T_r' = \frac{1136}{\sqrt[3]{\frac{0,496}{0,144}}} = 753 \text{ К}.$$

$$\Delta = \frac{753 - 770}{770} \cdot 100\% = 2,2\% .$$

Газодизельный процесс:

$$T_r' = \frac{1191}{\sqrt[3]{\frac{0,511}{0,144}}} = 781 \text{ К}.$$

| | | | | | | |
|------|------|----------|-------|------|---------------------------------|------|
| | | | | | 08.ЭАТ.ВКР.ПАТМАНДППГ.00.000.ПЗ | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подп. | Дата | | |

$$\Delta = \frac{770 - 781}{770} \cdot 100\% = 1,4\% .$$

2.1.8 Индикаторные параметры рабочего цикла дизельного двигателя

Определяем среднее индикаторное давление цикла для нескругленной индикаторной диаграммы:

$$p'_i = \frac{p_c}{\varepsilon - 1} \cdot \left[\lambda \cdot (\rho - 1) + \frac{\lambda \cdot \rho}{n_2 - 1} \cdot \left(1 - \frac{1}{\delta^{n_2 - 1}} \right) - \frac{1}{n_1 - 1} \cdot \left(1 - \frac{1}{\varepsilon^{n_1 - 1}} \right) \right], \text{ МПа. (2.30)}$$

Дизельный процесс:

$$p'_i = \frac{7,11}{16,5 - 1} \cdot \left[1,5 \cdot (1,5 - 1) + \frac{1,5 \cdot 1,5}{1,282 - 1} \cdot \left(1 - \frac{1}{11^{1,282 - 1}} \right) - \frac{1}{1,362 - 1} \cdot \left(1 - \frac{1}{16,5^{1,362 - 1}} \right) \right] = 1,43 \text{ МПа.}$$

Газодизельный процесс:

$$p'_i = \frac{7,11}{16,5 - 1} \cdot \left[1,7 \cdot (1,4 - 1) + \frac{1,7 \cdot 1,4}{1,279 - 1} \cdot \left(1 - \frac{1}{11^{1,279 - 1}} \right) - \frac{1}{1,362 - 1} \cdot \left(1 - \frac{1}{16,5^{1,362 - 1}} \right) \right] = 1,5 \text{ МПа.}$$

Принимаем коэффициент полноты индикаторной диаграммы $\nu = 0,95$.

Определяем среднее индикаторное давление цикла для скругленной индикаторной диаграммы:

$$p_i = p'_i \cdot \nu, \text{ МПа. (2.31)}$$

Дизельный процесс:

$$p_i = 1,43 \cdot 0,95 = 1,359 \text{ МПа.}$$

Газодизельный процесс:

$$p_i = 1,5 \cdot 0,95 = 1,425 \text{ МПа.}$$

Определяем индикаторный КПД:

$$\eta_i = \frac{p_i \cdot \alpha \cdot l_o}{Q_n \cdot \rho_k \cdot \eta_v}. \quad (2.32)$$

Дизельный процесс:

$$\eta_i = \frac{1,359 \cdot 1,5 \cdot 14,52}{42,5 \cdot 1,77 \cdot 0,85} = 0,46.$$

Газодизельный процесс:

| | | | | | | |
|------|------|----------|-------|------|---------------------------------|------|
| | | | | | 08.ЭАТ.ВКР.ПАТМАНДППГ.00.000.ПЗ | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подп. | Дата | | |

$$\eta_i = \frac{1,425 \cdot 1,5 \cdot 16,813}{49,6 \cdot 1,77 \cdot 0,85} = 0,48 .$$

Определяем индикаторный удельный расход топлива:

$$g_i = \frac{3,6 \cdot 10^3}{Q_n \cdot \eta_i} \text{ г/кВт}\cdot\text{ч.} \quad (2.33)$$

Дизельный процесс:

$$g_i = \frac{3,6 \cdot 10^3}{42,5 \cdot 0,46} = 184 \text{ г/кВт}\cdot\text{ч} .$$

Газодизельный процесс:

$$g_i = \frac{3,6 \cdot 10^3}{49,6 \cdot 0,48} = 151,2 \text{ г/кВт}\cdot\text{ч} .$$

2.1.9 Эффективные показатели дизеля

Принимаем предварительно среднюю скорость поршня для автомобильного дизеля $W_{п.ср} = 8 \text{ м/с}$.

Определяем среднее давление механических потерь, МПа:

$$p_m = a + b \cdot W_{п.ср} , \text{ МПа.} \quad (2.34)$$

Учитывая, что для дизелей с неразделёнными камерами сгорания $a = 0,089$,
 $b = 0,0118$.

$$p_m = 0,089 + 0,0118 \cdot 8 = 0,183 \text{ МПа};$$

Определяем среднее эффективное давление:

$$p_e = p_i - p_m , \text{ МПа.} \quad (2.35)$$

Дизельный процесс:

$$p_e = 1,359 - 0,183 = 1,176 \text{ МПа.}$$

Газодизельный процесс:

$$p_e = 1,425 - 0,183 = 1,242 \text{ МПа.}$$

Определяем механический КПД:

$$\eta_m = \frac{p_e}{p_i} . \quad (2.36)$$

| | | | | | | |
|------|------|----------|-------|------|---------------------------------|------|
| | | | | | 08.ЭАТ.ВКР.ПАТМАНДППГ.00.000.ПЗ | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подп. | Дата | | |

Дизельный процесс:

$$\eta_m = \frac{1,176}{1,359} = 0,87.$$

Газодизельный процесс:

$$\eta_m = \frac{1,242}{1,425} = 0,87.$$

Определяем эффективный КПД:

$$\eta_e = \eta_i \cdot \eta_m. \quad (2.37)$$

Дизельный процесс:

$$\eta_e = 0,46 \cdot 0,87 = 0,4.$$

Газодизельный процесс:

$$\eta_e = 0,87 \cdot 0,48 = 0,42.$$

Определяем эффективный удельный расход топлива:

$$g_e = \frac{3,6 \cdot 10^3}{Q_n \cdot \eta_e}, \text{ г/кВт}\cdot\text{ч}. \quad (2.38)$$

Дизельный процесс:

$$g_e = \frac{3,6 \cdot 10^3}{42,5 \cdot 0,4} = 212 \text{ г/кВт}\cdot\text{ч}.$$

Газодизельный процесс:

$$g_e = \frac{3,6 \cdot 10^3}{49,6 \cdot 0,42} = 172,8 \text{ г/кВт}\cdot\text{ч}.$$

2.1.10 Основные размеры цилиндра и удельные параметры двигателя

Исходя из величин эффективной мощности, частоты вращения коленчатого вала, среднего эффективного давления и числа цилиндров определяем рабочий объем одного цилиндра:

$$V_h = \frac{30 \cdot \tau_{\text{дв}} \cdot N_e}{p_e \cdot i \cdot n}, \text{ л}. \quad (2.39)$$

Дизельный процесс:

| | | | | | | |
|------|------|----------|-------|------|---------------------------------|------|
| | | | | | 08.ЭАТ.ВКР.ПАТМАНДППГ.00.000.ПЗ | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подп. | Дата | | |

$$V_h = \frac{30 \cdot 4 \cdot 265}{0,176 \cdot 8 \cdot 2200} = 1,5 \text{ л};$$

Выбираем значение $\rho = \frac{S}{D} = 1,1$ – для дизельного двигателя.

Определяем диаметр цилиндра по формуле (2.40), а затем округляем полученное значение до чётного числа, нуля или пяти:

$$D = 100 \cdot \sqrt[3]{\frac{4 \cdot V_h}{\pi \cdot \rho}}, \text{мм.} \quad (2.40)$$

Дизельный процесс:

$$D = 100 \cdot \sqrt[3]{\frac{4 \cdot 1,5}{3,14 \cdot 1,5}} = 111 \text{ мм.}$$

Принимаем диаметр цилиндра $D = 120$ мм.

Определяем ход поршня:

$$S = D \cdot \rho, \text{мм.} \quad (2.41)$$

$$S = 120 \cdot 1,1 = 132 \text{ мм.}$$

Принимаем ход поршня $S = 130$ мм.

Определяем площадь поршня:

$$F_n = \frac{\pi \cdot D^2}{4}, \text{см}^2. \quad (2.42)$$

$$F_n = \frac{3,14 \cdot 120^2}{4} = 113 \text{ см}^2.$$

Определяем рабочий объем цилиндра:

$$V_h = \frac{\pi \cdot D^2 \cdot S}{4}, \text{л.} \quad (2.43)$$

$$V_h = \frac{3,14 \cdot 120^2 \cdot 130}{4} = 1,47 \text{ л.}$$

Определяем среднюю скорость поршня

$$W_{cp} = \frac{S \cdot n}{3 \cdot 10^4}, \text{м/с.} \quad (2.44)$$

$$W_{cp} = \frac{130 \cdot 2200}{3 \cdot 10^4} = 9,5 \text{ м/с.}$$

| | | | | | | |
|------|------|----------|-------|------|---------------------------------|------|
| | | | | | 08.ЭАТ.ВКР.ПАТМАНДППГ.00.000.ПЗ | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подп. | Дата | | |

Определяем значение расчетной эффективной мощности:

$$N_e = \frac{p_e \cdot i \cdot V_h \cdot n}{30 \cdot \tau_{\text{дв}}}, \text{кВт.} \quad (2.45)$$

где i – количество цилиндров двигателя,

Дизельный процесс:

$$N_e = \frac{0,176 \cdot 8 \cdot 1,47 \cdot 2200}{30 \cdot 4} = 254 \text{ кВт};$$

$$\Delta = \frac{265 - 254}{265} \cdot 100\% = 4\%;$$

Газодизельный процесс:

$$N_e = \frac{1,242 \cdot 8 \cdot 1,47 \cdot 2200}{30 \cdot 4} = 268 \text{ кВт};$$

$$\Delta = \frac{265 - 268}{265} \cdot 100\% = 1,1\%.$$

При проведении теплового расчёта аналитическим путём определили основные энергетические (p_e, N_e), экономические (g_e, η_e) и конструктивные (D, S, V_d) параметры проектируемого двигателя.

2.2 Построение индикаторных диаграмм

Построение свернутой индикаторной диаграммы ДВС производится по данным теплового расчета. Диаграмму следует строить в прямоугольных координатах $p - S$, где p – давление в цилиндре, а S – ход поршня.

Для построения были взяты следующие масштабы:

Масштаб давления:

$$\mu_p = 0,1 \text{ МПа} / \text{мм чертежа};$$

Масштаб перемещения поршня:

$$\mu_s = 1,3 \text{ мм} \cdot \text{S} / \text{мм чертежа}.$$

От начала координат в масштабе μ_s по оси абсцисс откладывают значение приведенной высоты камеры сжатия S_c и хода поршня. При этом:

| | | | | | | |
|------|------|----------|-------|------|---------------------------------|------|
| | | | | | 08.ЭАТ.ВКР.ПАТМАНДППГ.00.000.ПЗ | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подп. | Дата | | |

$$S_c = \frac{S}{\varepsilon - 1} \cdot \mu_s, \text{ мм}, \quad (2.46)$$

$$S_c = \frac{130}{16,5 - 1} \cdot 1,3 = 11 \text{ мм}.$$

Абсцисса точки Z на индикаторной диаграмме дизеля определится по уравнению:

$$Z'Z = S_c(\rho - 1), \text{ мм}, \quad (2.47)$$

Дизельный процесс:

$$Z'Z = 11 \cdot (1,5 - 1) = 6,5 \text{ мм}.$$

Газодизельный процесс:

$$Z'Z = 11 \cdot (1,4 - 1) = 4,4 \text{ мм}.$$

По оси ординат в масштабе μ_p откладываются величины давления в характерных точках a, c, z', z, b, r диаграммы, а также значения атмосферного давления p_o и давления наддува p_k .

Дизельный процесс:

$$p_o = 0,100 \text{ МПа};$$

$$p_k = 0,180 \text{ МПа};$$

$$p_a = 0,1563 \text{ МПа};$$

$$p_c = 7,11 \text{ МПа};$$

$$p_z = 10,7 \text{ МПа};$$

$$p_r = 0,144 \text{ МПа};$$

$$p_b = 0,495 \text{ МПа};$$

Газодизельный процесс:

$$p_o = 0,100 \text{ МПа};$$

$$p_k = 0,180 \text{ МПа};$$

$$p_a = 0,140 \text{ МПа};$$

$$p_c = 6,424 \text{ МПа};$$

$$p_z = 12,10 \text{ МПа};$$

| | | | | | | |
|------|------|----------|-------|------|---------------------------------|------|
| | | | | | 08.ЭАТ.ВКР.ПАТМАНДППГ.00.000.ПЗ | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подп. | Дата | | |

$$p_r = 0,135 \text{ МПа};$$

$$p_b = 0,497 \text{ МПа};$$

Построение политроп сжатия и расширения осуществляется по промежуточным точкам. Значения давления в промежуточных точках политропы сжатия подсчитываются по выражению

$$P_x = P_a \left(\frac{S_c + S}{S_x} \right)^n, \text{ МПа}, \quad (2.48)$$

а для политропы расширения по выражению

$$P_x = P_b \left(\frac{S_c + S}{S_x} \right)^{n_2}, \text{ МПа}. \quad (2.49)$$

Таблица 2.1 – Величины давлений в промежуточных точках политропы сжатия и политропы расширения в дизельном и газодизельном процессах.

| № точки | S _x , мм | Дизельный процесс | | | | Газодизельный процесс | | | |
|---------|---------------------|-------------------------------------|----------------------|-------------------------------------|----------------------|-------------------------------------|----------------------|-------------------------------------|----------------------|
| | | Политропа сжатия | | Политропа расширения | | Политропа сжатия | | Политропа расширения | |
| | | p _x /μ _p , мм | p _x , МПа | p _x /μ _p , мм | p _x , МПа | p _x /μ _p , мм | p _x , МПа | p _x /μ _p , мм | p _x , МПа |
| 1 | 20 | 16,1 | 1,61 | 44,5 | 4,45 | 16,1 | 1,61 | 45,7 | 4,57 |
| 2 | 30 | 9,3 | 0,93 | 26,5 | 2,65 | 9,3 | 0,93 | 27,2 | 2,72 |
| 3 | 40 | 6,3 | 0,63 | 18,3 | 1,83 | 6,3 | 0,63 | 18,9 | 1,89 |
| 4 | 50 | 4,6 | 0,46 | 13,8 | 1,38 | 4,6 | 0,46 | 14,2 | 1,42 |
| 5 | 60 | 3,6 | 0,36 | 10,9 | 1,09 | 3,6 | 0,36 | 11,2 | 1,12 |
| 6 | 70 | 2,9 | 0,29 | 8,9 | 0,89 | 2,9 | 0,29 | 9,2 | 0,92 |
| 7 | 80 | 2,4 | 0,24 | 7,5 | 0,75 | 2,4 | 0,24 | 7,8 | 0,78 |
| 8 | 90 | 2,1 | 0,21 | 6,5 | 0,65 | 2,1 | 0,21 | 6,7 | 0,67 |
| 9 | 100 | 1,8 | 0,18 | 5,7 | 0,57 | 1,8 | 0,18 | 5,8 | 0,58 |

Для скругления индикаторной диаграммы необходимо воспользоваться диаграммой фаз газораспределения. Отношение радиуса кривошипа к длине шатуна $\lambda = 0,29$. Это значение взято из технической документации двигателя.

Перестроение индикаторной диаграммы в развёрнутую по углу поворота коленчатого вала обычно осуществляют по методу профессора Ф.А.Брикса. Для этого под индикаторной диаграммой строят вспомогательную полуокружность

| | | | | | | |
|------|------|----------|-------|------|---------------------------------|------|
| | | | | | 08.ЭАТ.ВКР.ПАТМАНДППГ.00.000.ПЗ | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подп. | Дата | | |

радиусом $R=S/2$. Затем полуокружность делят на дуги, охватывающие углы 20° , и точки соединяют радиусами с центром. Далее из центра полуокружности (точка О) в сторону н.м.т. откладывают поправку Брикса, определяемую по выражению:

$$R\lambda/2 = 65 \cdot 0,29/2 = 9,425 \text{ мм.}$$

Полуокружность делят лучами из центра О на несколько частей, а из центра Брикса (точка О') проводят линии, параллельные этим лучам. Точки, полученные на полуокружности соответствуют определённым углам φ . Из этих точек проводят вертикальные линии до пересечения с линиями индикаторной диаграммы и полученные величины давлений откладывают на вертикали соответствующих углов φ . Развёртку индикаторной диаграммы обычно начинают от в.м.т. в процессе хода впуска. При этом следует учесть, что на свёрнутой индикаторной диаграмме давление отсчитывают от абсолютного нуля, а на развёрнутой от атмосферного давления, тем самым показывая избыточное давление над поршнем. Следовательно, давления в цилиндре двигателя, меньшие атмосферных, на развёрнутой диаграмме будут отрицательными. Силы давления газов, направленные к оси коленчатого вала, считаются положительными, а от коленчатого вала – отрицательными.

| | | | | | | |
|------|------|----------|-------|------|---------------------------------|------|
| | | | | | 08.ЭАТ.ВКР.ПАТМАНДППГ.00.000.ПЗ | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подп. | Дата | | |

3 Экологическая безопасность

3.1 Расчет выбросов загрязняющих веществ от стоянки 20 автомобилей MAN CLA 18.280.

Расчёт выбросов загрязняющих веществ предприятия, имеющего 20 автомобилей MAN CLA 18.280. Автомобили хранятся на открытой стоянке в тёплое и холодное время года, не оборудованной средствами подогрева. Предприятие находится в климатическом районе со следующими климатическими условиями: семь месяцев тёплый период, два месяца переходный период, три месяца холодный период. Расчёт выбросов загрязняющих веществ производится от поста ТО – 1.

Выбросы *i*-го вещества одним автомобилем *k*-й группы в день при выезде с территории или помещения стоянки M_{1ik} и возврате M_{2ik} рассчитываются по формулам:

$$M_{1ik} = m_{npik} \cdot t_{np} + m_{Lik} \cdot L_1 + m_{xxik} \cdot t_{xx1}, \text{ Г}; \quad (4.1)$$

$$M_{2ik} = m_{Lik} \cdot L_2 + m_{xxik} \cdot t_{xx2}, \text{ Г}, \quad (4.2)$$

где m_{npik} – удельный выброс *i*-го вещества при прогреве двигателя автомобиля *k*-й группы, $\text{г}/\text{мин}$;

m_{Lik} – пробеговый выброс *i*-го вещества, автомобилем *k*-й группы при движении со скоростью 10...20 $\text{км}/\text{час}$, $\text{г}/\text{мин}$;

m_{xxik} – удельный выброс *i*-го вещества при работе двигателя автомобиля *k*-й группы на холостом ходу, $\text{г}/\text{мин}$;

t_{np} – время прогрева двигателя, мин;

L_1, L_2 – пробег автомобиля по территории стоянки, км;

t_{xx1}, t_{xx2} – время работы двигателя на холостом ходу при выезде с территории стоянки и возврате на неё, мин.

Теплый период

Принимаем $t_{xx1} = t_{xx2} = 1$ мин; $L_1 = 0,035$ км; $L_2 = 0,030$ км; $t_{np} = 4$ мин.

| | | | | | | |
|------|------|----------|-------|------|---------------------------------|------|
| | | | | | 08.ЭАТ.ВКР.ПАТМАНДППГ.00.000.ПЗ | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подп. | Дата | | |

Выбросы оксидов углерода (CO), принимаем следующие значения:

$$m_{npCO} = 1,65 \text{ г/мин}; m_{LCO} = 6,0 \text{ г/км}; m_{xxCO} = 1,03 \text{ г/мин};$$

Тогда:

$$M_{1CO} = 1,65 \cdot 4 + 6,0 \cdot 0,035 + 1,03 \cdot 1 = 7,84 \text{ г};$$

$$M_{2CO} = 6,0 \cdot 0,030 + 1,03 \cdot 1 = 1,21 \text{ г}.$$

Выбросы углеводородов (CH), принимаем следующие значения:

$$m_{npCH} = 0,80 \text{ г/мин}; m_{LCH} = 0,80 \text{ г/км}; m_{xxCH} = 0,57 \text{ г/мин}.$$

Тогда:

$$M_{1CH} = 0,80 \cdot 4 + 0,80 \cdot 0,035 + 0,57 \cdot 1 = 3,798 \text{ г};$$

$$M_{2CH} = 0,80 \cdot 0,030 + 0,57 \cdot 1 = 0,594 \text{ г}.$$

Выбросы оксидов азота (NO_x), принимаем следующие значения:

$$m_{npNO_x} = 0,62 \text{ г/мин}; m_{LNO_x} = 3,9 \text{ г/км}; m_{xxNO_x} = 0,56 \text{ г/мин}.$$

Тогда:

$$M_{1NO_x} = 0,62 \cdot 4 + 3,9 \cdot 0,035 + 0,56 \cdot 1 = 3,177 \text{ г};$$

$$M_{2NO_x} = 3,9 \cdot 0,030 + 0,56 \cdot 1 = 0,677 \text{ г}.$$

Выбросы сажи (C), принимаем следующие значения: $m_{npC} = 0,023 \text{ г/ммн};$

$$m_{LC} = 0,30 \text{ г/км}; m_{xxC} = 0,023 \text{ г/мин}.$$

Тогда:

$$M_{1C} = 0,023 \cdot 4 + 0,30 \cdot 0,035 + 0,023 \cdot 1 = 0,126 \text{ г};$$

$$M_{2C} = 0,30 \cdot 0,030 + 0,023 \cdot 1 = 0,032 \text{ г}.$$

Выбросы диоксидов серы (SO₂), принимаем следующие значения:

$$m_{npSO_2} = 0,112 \text{ г/мин}; m_{LSO_2} = 0,690 \text{ г/км}; m_{xxSO_2} = 0,112 \text{ г/ммн}.$$

Тогда:

$$M_{1SO_2} = 0,112 \cdot 4 + 0,690 \cdot 0,035 + 0,112 \cdot 1 = 0,584 \text{ г};$$

$$M_{2SO_2} = 0,690 \cdot 0,030 + 0,112 \cdot 1 = 0,133 \text{ г}.$$

Холодный период

Принимаем $t_{xx1} = t_{xx2} = 1 \text{ мин}; L_1 = 0,035 \text{ км}; L_2 = 0,030 \text{ км}; t_{np} = 25 \text{ мин}.$

| | | | | | | |
|------|------|----------|-------|------|---------------------------------|------|
| | | | | | 08.ЭАТ.ВКР.ПАТМАНДППГ.00.000.ПЗ | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подп. | Дата | | |

Выбросы оксидов углерода (CO), принимаем следующие значения:

$$m_{npCO} = 2,50 \text{ г/мин}; m_{LCO} = 7,2 \text{ г/км}; m_{xxCO} = 1,03 \text{ г/мин.}$$

Тогда:

$$M_{1CO} = 2,50 \cdot 25 + 7,2 \cdot 0,035 + 1,03 \cdot 1 = 63,782 \text{ г};$$

$$M_{2CO} = 7,2 \cdot 0,030 + 1,03 \cdot 1 = 1,246 \text{ г.}$$

Выбросы углеводородов (CH), принимаем следующие значения:

$$m_{npCH} = 0,96 \text{ г/мин}; m_{LCH} = 1,0 \text{ г/км}; m_{xxCH} = 0,57 \text{ г/мин.}$$

Тогда:

$$M_{1CH} = 0,96 \cdot 25 + 1 \cdot 0,035 + 0,57 \cdot 1 = 23,855 \text{ г};$$

$$M_{2CH} = 1 \cdot 0,030 + 0,57 \cdot 1 = 0,60 \text{ г.}$$

Выбросы оксидов азота (NO_x), принимаем следующие значения:

$$m_{npNO_x} = 0,93 \text{ г/мин}; m_{LNO_x} = 3,9 \text{ г/км}; m_{xxNO_x} = 0,56 \text{ г/мин.}$$

Тогда:

$$M_{1NO_x} = 0,93 \cdot 25 + 3,9 \cdot 0,035 + 0,56 \cdot 1 = 23,947 \text{ г};$$

$$M_{2NO_x} = 3,9 \cdot 0,030 + 0,56 \cdot 1 = 0,677 \text{ г.}$$

Выбросы сажи (C), принимаем следующие значения: $m_{npC} = 0,046 \text{ г/ммн.}$

$$m_{LC} = 0,45 \text{ г/км}; m_{xxC} = 0,023 \text{ г/мин.}$$

Тогда:

$$M_{1C} = 0,046 \cdot 25 + 0,45 \cdot 0,035 + 0,023 \cdot 1 = 1,189 \text{ г};$$

$$M_{2C} = 0,45 \cdot 0,030 + 0,023 \cdot 1 = 0,037 \text{ г.}$$

Выбросы диоксидов серы (SO₂), принимаем следующие значения:

$$m_{npSO_2} = 0,134 \text{ г/мин}; m_{LSO_2} = 0,860 \text{ г/км}; m_{xxSO_2} = 0,112 \text{ г/ммн.}$$

Тогда:

$$M_{1SO_2} = 0,134 \cdot 25 + 0,860 \cdot 0,035 + 0,112 \cdot 1 = 3,492 \text{ г};$$

$$M_{2SO_2} = 0,860 \cdot 0,030 + 0,112 \cdot 1 = 0,138 \text{ г.}$$

Переходный период

| | | | | | | |
|------|------|----------|-------|------|---------------------------------|------|
| | | | | | 08.ЭАТ.ВКР.ПАТМАНДППГ.00.000.ПЗ | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подп. | Дата | | |

В переходный период значения выбросов CO, CH, C, SO₂, должны умножаться на коэффициент 0,9 от значений холодного периода при расчете удельных выбросов загрязняющих веществ при прогреве двигателей и пробеговых выбросов загрязняющих веществ. Выбросы NO_x равны выбросам в холодный период.

Принимаем $t_{xx1} = t_{xx2} = 1$ мин; $L_1 = 0,035$ км; $L_2 = 0,030$ км; $t_{np} = 6$ мин.

Выбросы оксидов углерода (CO), принимаем следующие значения:

$$m_{npCO} = 2,50 \cdot 0,9 \text{ г/мин}; m_{LCO} = 7,2 \cdot 0,9 \text{ г/км}; m_{xxCO} = 1,03 \text{ г/мин}.$$

Тогда:

$$M_{1CO} = 2,5 \cdot 0,9 \cdot 6 + 7,2 \cdot 0,9 \cdot 0,035 + 1,03 \cdot 1 = 15,157 \text{ г};$$

$$M_{2CO} = 7,2 \cdot 0,9 \cdot 0,030 + 1,03 \cdot 1 = 1,224 \text{ г}.$$

Выбросы углеводородов (CH), принимаем следующие значения:

$$m_{npCH} = 0,96 \cdot 0,9 \text{ г/мин}; m_{LCH} = 1,0 \cdot 0,9 \text{ г/км}; m_{xxCH} = 0,57 \text{ г/мин}.$$

Тогда:

$$M_{1CH} = 0,96 \cdot 0,9 \cdot 6 + 1 \cdot 0,9 \cdot 0,035 + 0,57 \cdot 1 = 4,788 \text{ г};$$

$$M_{2CH} = 1 \cdot 0,9 \cdot 0,030 + 0,57 \cdot 1 = 0,597 \text{ г}.$$

Выбросы оксидов азота (NO_x), принимаем следующие значения:

$$m_{npNO_x} = 0,93 \text{ г/мин}; m_{LNO_x} = 3,9 \text{ г/км}; m_{xxNO_x} = 0,56 \text{ г/мин}.$$

Тогда:

$$M_{1NO_x} = 0,93 \cdot 6 + 3,9 \cdot 0,035 + 0,56 \cdot 1 = 6,277 \text{ г};$$

$$M_{2NO_x} = 3,9 \cdot 0,030 + 0,56 \cdot 1 = 0,677 \text{ г}.$$

Выбросы сажи (C), принимаем следующие значения: $m_{npC} = 0,046 \cdot 0,9 \text{ г/ммн};$

$$m_{LC} = 0,45 \cdot 0,9 \text{ г/км}; m_{xxC} = 0,023 \text{ г/мин}.$$

Тогда:

$$M_{1C} = 0,046 \cdot 0,9 \cdot 6 + 0,45 \cdot 0,9 \cdot 0,035 + 0,023 \cdot 1 = 0,079 \text{ г};$$

$$M_{2C} = 0,45 \cdot 0,9 \cdot 0,030 + 0,023 \cdot 1 = 0,035 \text{ г}.$$

| | | | | | | |
|------|------|----------|-------|------|---------------------------------|------|
| | | | | | 08.ЭАТ.ВКР.ПАТМАНДППГ.00.000.ПЗ | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подп. | Дата | | |

Выбросы диоксидов серы (SO₂), принимаем следующие значения:

$$m_{npSO_2} = 0,134 \cdot 0,9 \text{ }^T/\text{мин}; \quad m_{LSO_2} = 0,860 \cdot 0,9 \text{ }^T/\text{км}; \quad m_{xxSO_2} = 0,112 \text{ }^T/\text{ммн.}$$

Тогда:

$$M_{1SO_2} = 0,134 \cdot 0,9 \cdot 6 + 0,860 \cdot 0,9 \cdot 0,035 + 0,112 \cdot 1 = 0,863 \text{ г};$$

$$M_{2SO_2} = 0,860 \cdot 0,9 \cdot 0,030 + 0,112 \cdot 1 = 0,130 \text{ г.}$$

Валовый выброс *i*-го вещества автомобилями рассчитывается отдельно для каждого периода года по формуле

$$M_j^i = \sum_{k=1}^k \alpha_{\epsilon} \cdot (M_{1ik} + M_{2ik}) \cdot N_k \cdot D_p \cdot 10^{-6}, \text{ }^T/\text{год}, \quad (4.3)$$

где α_{ϵ} – коэффициент выпуска (выезда);

N_k – количество автомобилей *k*-й группы на территории или в помещении стоянки за расчетный период;

D_p – количество дней работы в расчетном периоде (холодном, теплом, переходном);

j – период года (Т – теплый, П – переходный, Х – холодный); для холодного периода расчет M_j выполняется для каждого месяца.

$$\alpha_{\epsilon} = \frac{N_{кв}}{N_k}, \quad (4.4)$$

где $N_{кв}$ – среднее за расчетный период количество автомобилей *k*-й группы, выезжающих в течение суток со стоянки.

Для расчетов принимаем, что автомобили выходят на линию пять дней в неделю без простоев. В этом случае $\alpha_{\epsilon} = 1$. Количество дней работы в расчетном периоде: холодном – 62 дней; переходном – 45 дней и теплом – 140 дней.

Выбросы оксидов углерода (CO):

$$M_T^{CO} = 1 \cdot (7,84 + 1,21) \cdot 20 \cdot 140 \cdot 10^{-6} = 0,02534 \text{ }^T/\text{год};$$

$$M_X^{CO} = 1 \cdot (63,782 + 1,246) \cdot 20 \cdot 62 \cdot 10^{-6} = 0,08063 \text{ }^T/\text{год};$$

$$M_P^{CO} = 1 \cdot (15,157 + 1,224) \cdot 20 \cdot 45 \cdot 10^{-6} = 0,01474 \text{ }^T/\text{год}.$$

| | | | | | | |
|------|------|----------|-------|------|---------------------------------|------|
| | | | | | 08.ЭАТ.ВКР.ПАТМАНДППГ.00.000.ПЗ | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подп. | Дата | | |

Выбросы углеводородов (CH):

$$M_T^{CH} = 1 \cdot (3,798 + 0,594) \cdot 20 \cdot 140 \cdot 10^{-6} = 0,01229 \text{ Т/год} ;$$

$$M_X^{CH} = 1 \cdot (23,855 + 0,60) \cdot 20 \cdot 62 \cdot 10^{-6} = 0,03032 \text{ Т/год} ;$$

$$M_H^{CH} = 1 \cdot (4,788 + 0,597) \cdot 20 \cdot 45 \cdot 10^{-6} = 0,004847 \text{ Т/год} .$$

Выбросы оксидов азота (NO_x):

$$M_T^{NO_x} = 1 \cdot (3,177 + 0,677) \cdot 20 \cdot 140 \cdot 10^{-6} = 0,01079 \text{ Т/год} ;$$

$$M_X^{NO_x} = 1 \cdot (23,947 + 0,677) \cdot 20 \cdot 62 \cdot 10^{-6} = 0,03053 \text{ Т/год} ;$$

$$M_H^{NO_x} = 1 \cdot (6,277 + 0,677) \cdot 20 \cdot 45 \cdot 10^{-6} = 0,006259 \text{ Т/год} .$$

Выбросы сажи (C):

$$M_T^C = 1 \cdot (0,126 + 0,032) \cdot 20 \cdot 140 \cdot 10^{-6} = 0,0004 \text{ Т/год} ;$$

$$M_X^C = 1 \cdot (1,189 + 0,037) \cdot 20 \cdot 62 \cdot 10^{-6} = 0,00152 \text{ Т/год} ;$$

$$M_H^C = 1 \cdot (0,079 + 0,035) \cdot 20 \cdot 45 \cdot 10^{-6} = 0,0001 \text{ Т/год} .$$

Выбросы диоксидов серы (SO₂):

$$M_T^{SO_2} = 1 \cdot (0,584 + 0,133) \cdot 20 \cdot 140 \cdot 10^{-6} = 0,002 \text{ Т/год} ;$$

$$M_X^{SO_2} = 1 \cdot (3,492 + 0,138) \cdot 20 \cdot 62 \cdot 10^{-6} = 0,0045 \text{ Т/год} ;$$

$$M_H^{SO_2} = 1 \cdot (0,863 + 0,130) \cdot 20 \cdot 45 \cdot 10^{-6} = 0,0009 \text{ Т/год} .$$

Для определения общего валового выброса M_i валовые выбросы одноименных веществ по периодам года суммируются

$$M_i = M_T^i + M_H^i + M_X^i, \text{ Т/год} . \quad (4.5)$$

Выбросы оксидов углерода (CO)

$$M_{CO} = 0,02534 + 0,08063 + 0,01474 = 0,12071 \text{ Т/год} .$$

Выбросы углеводородов (CH)

$$M_{CH} = 0,01229 + 0,03032 + 0,004847 = 0,04746 \text{ Т/год} .$$

Выбросы оксидов азота (NO_x)

$$M_{NO_x} = 0,01079 + 0,03053 + 0,006259 = 0,04758 \text{ Т/год} .$$

Выбросы сажи (C)

$$M_C = 0,0004 + 0,00152 + 0,0001 = 0,00202 \text{ Т/год} .$$

| | | | | | | |
|------|------|----------|-------|------|---------------------------------|------|
| | | | | | 08.ЭАТ.ВКР.ПАТМАНДППГ.00.000.ПЗ | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подп. | Дата | | |

Выбросы диоксидов серы (SO₂)

$$M_{SO_2} = 0,002 + 0,0045 + 0,0009 = 0,0074 \text{ T/год} .$$

Максимально разовый выброс i -го вещества G_i рассчитывается для каждого месяца по формуле

$$G_i = \frac{\sum_{k=1}^k (m_{npik} \cdot t_{np} + m_{Lik} \cdot L_1 + m_{xxik} \cdot t_{xx1}) \cdot N_k^i}{3600}, \text{ T/с} , \quad (4.6)$$

где N_k^i – количество автомобилей k -й группы, выезжающих со стоянки за 1 час, характеризующийся максимальной интенсивностью выезда автомобилей.

Считаем, что за 1 час выезжают со стоянки все 20 автомобилей.

Тёплый период

Выбросы оксидов углерода (CO)

$$G_{CO} = \frac{7,84 \cdot 20}{3600} = 0,0435 \text{ T/с} .$$

Выбросы углеводородов (CH)

$$G_{CH} = \frac{3,798 \cdot 20}{3600} = 0,0211 \text{ T/с} .$$

Выбросы оксидов азота (NO_x)

$$G_{NO_2} = \frac{3,177 \cdot 20}{3600} = 0,0176 \text{ T/с} .$$

Выбросы сажи (C)д-бл

$$G_C = \frac{0,126 \cdot 20}{3600} = 0,00069 \text{ T/с} .$$

Выбросы диоксидов серы (SO₂)

$$G_{SO_2} = \frac{0,584 \cdot 20}{3600} = 0,0032 \text{ T/с} .$$

Холодный период

Выбросы оксидов углерода (CO)

$$G_{CO} = \frac{63,782 \cdot 20}{3600} = 0,3543 \text{ T/с} .$$

| | | | | | | |
|------|------|----------|-------|------|---------------------------------|------|
| | | | | | 08.ЭАТ.ВКР.ПАТМАНДППГ.00.000.ПЗ | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подп. | Дата | | |

Выбросы углеводородов (CH)

$$G_{CH} = \frac{23,855 \cdot 20}{3600} = 0,1325 \text{ г/с} .$$

Выбросы оксидов азота (NO_x)

$$G_{NO_2} = \frac{23,947 \cdot 20}{3600} = 0,1330 \text{ г/с} .$$

Выбросы сажи (C)

$$G_C = \frac{0,189 \cdot 20}{3600} = 0,00105 \text{ г/с} .$$

Выбросы диоксидов серы (SO₂)

$$G_{SO_2} = \frac{0,492 \cdot 20}{3600} = 0,0027 \text{ г/с} .$$

Переходный период

Выбросы оксидов углерода (CO)

$$G_{CO} = \frac{15,157 \cdot 20}{3600} = 0,08420 \text{ г/с} .$$

Выбросы углеводородов (CH)

$$G_{CH} = \frac{4,788 \cdot 20}{3600} = 0,02660 \text{ г/с} .$$

Выбросы оксидов азота (NO_x)

$$G_{NO_2} = \frac{6,277 \cdot 20}{3600} = 0,03487 \text{ г/с} .$$

Выбросы сажи (C)

$$G_C = \frac{0,079 \cdot 20}{3600} = 0,00044 \text{ г/с} .$$

Выбросы диоксидов серы (SO₂)

$$G_{SO_2} = \frac{0,863 \cdot 20}{3600} = 0,004794 \text{ г/с} .$$

Максимальные выбросы составляют выбросы оксидов углерода
 $G_{CO} = 0,08420 \text{ г/с} .$

В настоящее время существует множество способов снижения выбросов ОГ в окружающую среду автотранспортом. Наиболее перспективными является

| | | | | | | |
|------|------|----------|-------|------|---------------------------------|------|
| | | | | | 08.ЭАТ.ВКР.ПАТМАНДППГ.00.000.ПЗ | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подп. | Дата | | |

переход автомобилей на альтернативные виды топлива, например газ. Благодаря этому улучшается ряд показателей ДВС: экономичность, экологичность, долговечность, безопасность и другие.

| | | | | | | |
|------|------|----------|-------|------|---------------------------------|------|
| | | | | | 08.ЭАТ.ВКР.ПАТМАНДППГ.00.000.ПЗ | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подп. | Дата | | |

4 Безопасность жизнедеятельности

4.1 Требования техника безопасности к техническому состоянию оборудования автомобиля работающий на природном газе.

Безопасность жизнедеятельности представляет собой систему законодательных актов, социально – экономических, технических, санитарно – гигиенических и организационных мероприятий, обеспечивающих безопасность, сохранение работоспособности и здоровья человека в процессе труда. В современном производстве безопасность труда является одной из важнейших социальных проблем.

Обеспечение здоровых и безопасных условий труда закон возлагает на администрацию предприятий, учреждений и организации. Добиваться этого администрация должна путем внедрения современных средств безопасности и обеспечения санитарно – гигиенических условий, предотвращающих профессиональные заболевания.

В связи с переходом на рыночные отношения затрудняется обеспечение безопасности труда на должном уровне. Это выражается в сокращении штатного расписания инженерно – технической службы охраны труда. Рост числа профессиональных заболеваний и производственного травматизма, числа техногенных катастроф и аварий, неразвитость профессиональной, социальной и медицинской реабилитации пострадавших на производстве отрицательно сказываются на жизнедеятельности людей, их здоровье, приводят к дальнейшему ухудшению демографической ситуации в стране.[6]

В связи с этим в настоящее время проблема обеспечения труда наиболее актуальна.

4.2 Анализ производственного травматизма

Цель анализа – выявить количественные показатели травматизма, провести причинно-факторный анализ и разработать организационно-технические мероприятия по снижению уровня травматизма.

| | | | | | | |
|------|------|----------|-------|------|---------------------------------|------|
| | | | | | 08.ЭАТ.ВКР.ПАТМАНДППГ.00.000.ПЗ | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подп. | Дата | | |

Для количественной оценки травматизма используется статистический метод, позволяющий выявлять и рассчитывать коэффициенты и показатели травматизма. [6]

Коэффициент частоты травматизма:

$$K_{\text{ч}} = \frac{T}{P} \cdot 10^3, \quad (5.1)$$

где T – количество пострадавших при несчастных случаях, в том числе со смертельным исходом и частично утратившим работоспособность за исследуемый период, чел.;

P – среднесписочное число работников за данный период, чел.

Коэффициент тяжести травматизма:

$$K_{\text{т}} = \frac{D}{T_1}, \quad (5.2)$$

где D – количество чел–дней нетрудоспособности у пострадавших с утратой трудоспособности на 1 рабочий день и более, чел.–дней;

T_1 – число несчастных случаев без учёта смертельных исходов и получения инвалидности, чел.

Коэффициент летальности:

$$K_{\text{л}} = \frac{T_{\text{л}}}{P} \cdot 10^4, \quad (5.3)$$

где $T_{\text{л}}$ – число пострадавших с летальным исходом, чел.

Коэффициент потерь:

$$K_{\text{п}} = \frac{D}{P} \cdot 10^3, \quad (5.4)$$

Исходные данные и результаты расчётов приведены в таблице 5.1.

Пример расчёта представлен по 2016 году.

$$K_{\text{ч}} = \frac{2}{447} \cdot 10^3 = 4,5;$$

$$K_{\text{т}} = \frac{52}{2} = 26;$$

| | | | | | | |
|------|------|----------|-------|------|---------------------------------|------|
| | | | | | 08.ЭАТ.ВКР.ПАТМАНДППГ.00.000.ПЗ | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подп. | Дата | | |

$$K_{\Pi} = \frac{52}{447} \cdot 10^3 = 116;$$

Таблица 4.1 – Количественная оценка уровня травматизма

| Показатели | Отчётный период | | | |
|---|-----------------|------|------|------|
| | 2013 | 2014 | 2015 | 2016 |
| Среднесписочная численность работающих, Р | 461 | 455 | 465 | 447 |
| Численность пострадавших, Т | 2 | 1 | 3 | 2 |
| Численность человеко-дней нетрудоспособности, Д | 43 | 17 | 86 | 52 |
| Коэффициент частоты травматизма, К _ч | 4,3 | 2,2 | 6,5 | 4,5 |
| Коэффициент тяжести, К _т | 22 | 17 | 29 | 26 |
| Коэффициент потерь труда, К _п | 93 | 37 | 185 | 116 |

Анализ данных количественной оценки (таблица 5.1) позволяет сделать вывод, что частота травматизма была наименьшей в 2014 году. Частота травматизма в 2015 году была больше, чем в другие годы. Причина частоты кроется, прежде всего, в низкой производственной дисциплине самих пострадавших, в собственной неосторожности и халатном отношении к вопросам охраны труда.

Применение причинно-факторного анализа позволяет выявить последовательность распределения числа пострадавших по причинам возникновения травматизма.

Причинами травматизма являются:

- неосторожность, ремонтно-обслуживающего персонала;
- нарушение техники безопасности;
- неприменение средств индивидуальной защиты;
- нарушение трудовой дисциплины.

| | | | | | | |
|------|------|----------|-------|------|---------------------------------|------|
| | | | | | 08.ЭАТ.ВКР.ПАТМАНДППГ.00.000.ПЗ | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подп. | Дата | | |

4.3 Организационные – технические мероприятия по снижению травматизма

В основном все случаи травматизма происходят по вине работников из-за несоблюдения техники безопасности на рабочем месте. В связи с этим необходимо проводить организационно-технические мероприятия по снижению травматизма, такие как:

- ежегодно контролировать в отделе кадров назначения должностных лиц, руководителей участков, ответственных за состояние и организацию работы по охране труда и предупреждению аварийных ситуаций;
- контролировать проведение медицинских осмотров работников;
- не допускать работников к выполнению ими трудовых обязанностей без прохождения обязательных медицинских осмотров, в случае медицинских противопоказаний;
- разработать систему обучения безопасным методам и приёмам выполнения работ, инструктаж по охране труда, стажировку на рабочих местах и проверку знаний требования охраны труда;
- внедрить систему ведения документации по контролю за обучением по безопасности труда на рабочих местах, допуска к обслуживанию технического оборудования, аттестации всех специалистов производства;
- внедрить систему нормативно-правовых актов и отработать систему контроля за ведением документации по расследованию, учёту и ответственности по состоянию травматизма, условий труда и профессиональных заболеваний;
- материально и морально поощрять работников за выполнение требований охраны труда.

4.4 Расчёт участка вентиляции участка ТО газобаллонного оборудования

Автомобиль с установленным газобаллонным оборудованием при проведении ТО и ТР на постах выделяет больше отработанных газов из-за необходимости проверки работы двигателя как на дизельном топливе так и на

| | | | | | | |
|------|------|----------|-------|------|---------------------------------|------|
| | | | | | 08.ЭАТ.ВКР.ПАТМАНДППГ.00.000.ПЗ | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подп. | Дата | | |

газе. Для обеспечения безопасности труда должна быть хорошая вентиляция участка.

Принимаем поточно – вытяжную вентиляцию.

Величина воздухообмена рассчитывается по формуле [7]:

$$L_B = V_n \cdot K, \quad (5.5)$$

где V_n – объём помещения, $V_n=194,4 \text{ м}^3$;

K – коэффициент кратности воздухообмена, $K=2$;

$$L_B = 194,4 \cdot 2 = 388,8 \text{ м}^3/\text{ч}.$$

По рассчитанному воздухообмену выбираем вентилятор и рассчитываем мощность электродвигателя для привода вентилятора:

$$N_{\text{э}} = 1,3 \cdot \frac{(L_B \cdot H_B)}{(3600 \cdot 102 \cdot n_a \cdot n_n)}, \text{кВт} \quad (5.6)$$

где 1,3 – коэффициент, учитывающий потери напора;

H_B – напор воздушного потока, $H_B=600 \text{ Па}$;

n_a – КПД вентилятора, $n_a=0,54$;

n_n – КПД передачи, $n_n=0,86$;

$$N_{\text{э}} = 1,3 \cdot \frac{(388,8 \cdot 600)}{(3600 \cdot 102 \cdot 0,54 \cdot 0,86)} = 1,7 \text{ кВт}.$$

Выбираем вентилятор центробежного типа ЭВР, $n=1500 \text{ мин}^{-1}$.

Кроме общеобменной поточно-вытяжной вентиляции в обычном исполнении, должна быть предусмотрена естественная вытяжка и аварийная вытяжка-вентиляция. [27]

4.5 Инструкция по эксплуатации автомобиля MAN CLA 18.280 при работе на сжатом природном газе

4.5.1 Общие положения

К самостоятельной работе на автотранспорте с модернизированной топливной системой допускаются лица, достигшие 18-летнего возраста, у которых нет противопоказаний по состоянию здоровья, прошедшие:

| | | | | | | |
|------|------|----------|-------|------|---------------------------------|------|
| | | | | | 08.ЭАТ.ВКР.ПАТМАНДППГ.00.000.ПЗ | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подп. | Дата | | |

- медицинское освидетельствование;
- первичный инструктаж на рабочем месте;
- теоретическое и практическое обучение безопасным приемам труда под руководством мастера и опытного рабочего в течение установленного срока обучения;
- сдавшие экзамен квалификационной комиссии на допуск к самостоятельной работе.

Транспортное средство должно быть технически исправно и снабжено углекислотным или порошковым огнетушителем.

Водитель не должен приступать к выполнению разовых работ, не связанных с прямыми обязанностями по специальности, без получения целевого инструктажа по охране труда.

При обнаружении неисправностей двигателя, приспособлений, инструмента и других недостатках или опасностях на рабочем месте немедленно остановить двигатель после устранения замеченных недостатков продолжить работу, а при невозможности вызвать техпомощь.

Водитель должен соблюдать правила пожарной безопасности. Курить разрешается только в специально отведенных местах.

4.5.2 Требования безопасности перед началом работы

1. Убедиться в исправности и надеть исправную специальную одежду, спецобувь, застегнув ее на все пуговицы, волосы убрать под головной убор.

2. После запуска или прогрева двигателя необходимо проверить на ходу работу рулевого управления и тормозов, работу «СТОП» сигнала, поворотов, освещения, а также звукового сигнала, проверить работоспособность и исправность двигателя на холостом ходу, осветительных и контрольно-измерительных приборов,

3. Прежде чем начать движение с места остановки (стоянки) или выезжая из гаража убедиться, что это безопасно для окружающих, подать предупредительный

| | | | | | | |
|------|------|----------|-------|------|---------------------------------|------|
| | | | | | 08.ЭАТ.ВКР.ПАТМАНДППГ.00.000.ПЗ | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подп. | Дата | | |

сигнал.

4. Скорость движения выбирать с учетом дорожных условий, видимости и обзорности, интенсивности и характера движения транспортных средств и пешеходов, особенностей и состояния транспортного средства и перевозимого груза.

5. Произвести ежесменное техническое обслуживание транспортного средства. Заправку топливом, маслом, водой, тормозной жидкостью и проверить уровень электролита в аккумуляторной батарее и прочее.

6. Заправка метанолом и дизельным топливом должна производиться человеком в спецодежде, головном уборе, обуви. Нельзя допускать обливание спецодежды, рук и тела, наполняя бак и другие емкости, становиться спиной к ветру.

7. Запрещается передача СПГ и дизельного топлива для использования не по прямому назначению. Виновные в такой передаче несут полную ответственность за возможные произошедшие несчастные случаи.

8. Перед началом работы необходимо проверить и убедиться в отсутствие течи топлива из бака и в местах соединения трубопроводов, отсутствии повреждений изоляции проводов, а при их наличии – устранить.

4.5.3 Требования безопасности во время работы:

1. Выполнять только ту работу, которая поручена или разрешена администрацией, после проведенного инструктажа и обучения.

2. Выполнять Правила дорожного движения РФ.

3. Не касаться находящихся в движении частей механизмов, а также электропроводов и токоведущих частей приборов.

4. Ремонт производить в дневное время или с использованием электрических светильников напряжением не более 12В.

5. Заправку транспортного средства топливом производить после остановки двигателя.

| | | | | | | |
|------|------|----------|-------|------|---------------------------------|------|
| | | | | | 08.ЭАТ.ВКР.ПАТМАНДППГ.00.000.ПЗ | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подп. | Дата | | |

6. Начинать движение, только убедившись в отсутствии помех на пути движения.

7. Перед выходом из кабины выключить зажигание, затормозить транспортное средство стояночным тормозом, убедиться в отсутствии опасности, связанной с движением транспортных средств, как в попутном, так и во встречном направлении. Не прыгать из кабины.

8. Своевременно очищать грязь, снег и лед с подножек. Не допускать попадания на них масла и топлива.

9. Отдыхать в кабине только при неработающем двигателе, так как в противном случае можно отравиться парами газа.

| | | | | | | |
|------|------|----------|-------|------|---------------------------------|------|
| | | | | | 08.ЭАТ.ВКР.ПАТМАНДППГ.00.000.ПЗ | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подп. | Дата | | |

5 Экономическая часть

Базовая норма расхода дизельного топлива автомобилем MAN CLA 18.280 с двигателем MAN 740.61 - 320 составляет 29,2 л/100 км.

Учитывая, что работа автомобиля MAN CLA 18.280 осуществляется на дорогах общего пользования, включая города, посёлки и пригородные зоны при высоте над уровнем моря от 300 до 800 м, соответствующего Кировской области, вводится надбавка 5 %.

Исходные данные:

Средний расход дизельного топлива базовой модели $G_{cp1} = 29,2$ л/100 км.

Средний расход дизельного топлива новой модели $G_{cp2} = 8$ л/100 км.

Средний расход газа новой модели 29 м³ / 100 км.

Срок службы автомобиля $T = 5$ лет.

Условный годовой пробег автомобиля $L_{год} = 40000$ км.

Пробег автомобиля за срок службы $L_{\Sigma} = 200000$ км.

Стоимость 1 л дизельного топлива $C_{dm} = 4500$ сум.

Стоимость 1 м³ газа $C_2 = 1500$ сум.

Первоначальная стоимость MAN CLA 18.280 $B = 220\,500\,000$ сум.

Стоимость газобалонного оборудования $B_1 = 13\,020\,000$ сум. Стоимость работ по переоборудованию автомобиля для работы на сжатом природном газе составляет $B_2 = 3\,395\,000$ сум.

Стоимость переоборудованного автомобиля:

$$B_r = B + B_1 + B_2 = 220\,500\,000 + 13\,020\,000 + 3\,395\,000 = 236\,915\,000 \text{ сум.} \quad (6.1)$$

Определяем годовой расход дизельного топлива:

$$g_d = (G_{cp} / 100) \cdot L_{год}, \quad (6.2)$$

тогда при базовом варианте

$$g_{d1} = (29,2/100) \cdot 40000 = 11680 \text{ л;}$$

при проектируемом варианте

$$g_{d2} = (8/100) \cdot 40000 = 3200 \text{ л.}$$

Определяем годовой расход газа при проектируемом варианте:

| | | | | | | |
|------|------|----------|-------|------|---------------------------------|------|
| | | | | | 08.ЭАТ.ВКР.ПАТМАНДППГ.00.000.ПЗ | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подп. | Дата | | |

$$g_z = (G_r/100) \cdot l_{zod}, \quad (6.3)$$

где G_r - средний расход газа, м³/100 км

Подставляя значения в формулу (6.3), получаем:

$$g_z = (29/100) \cdot 40000 = 11600 \text{ м}^3.$$

Определяем экономию дизельного топлива за год:

$$g_{\partial} = g^{\partial 1} - g^{\partial 2} = 11680 - 3200 = 8480 \text{ л.} \quad (6.4)$$

Определяем стоимость дизельного топлива за год:

$$C_{m\partial} = g_{\partial} \cdot C_{\partial m}, \quad (6.5)$$

где C - стоимость одного л дизельного топлива, сум.

Тогда получаем:

для базового варианта

$$C_{m\partial 1} = 11680 \cdot 4500 = 52\,560\,000 \text{ сум.}$$

для проектируемого варианта

$$C_{m\partial 2} = 3200 \cdot 4500 = 14\,400\,000 \text{ сум.}$$

Определяем стоимость газа проектируемой модели:

$$C_{mz} = g_z \cdot C_z = 11600 \cdot 1500 = 17\,400\,000 \text{ сум.} \quad (6.6)$$

Определяем годовую экономию от снижения стоимости топлива:

$$\mathcal{E}_{z.mopl.} = C_{m\partial 1} - (C_{m\partial 2} + C_{mz}), \quad (6.7)$$

подставляя значения в формулу (6.7), получаем:

$$\mathcal{E}_{z.mopl.} = 52\,560\,000 - (14\,400\,000 + 17\,400\,000) = 20\,760\,000 \text{ сум.}$$

Затраты на обслуживание базовой и проектируемой моделей рассчитываем по формуле:

$$A_{1,2} = (B \cdot a) / L_{\Sigma}, \quad (6.8)$$

где B - балансовая стоимость автомобиля базовой и проектируемой моделей, сум.;

a - коэффициент отчислений на обслуживание, принимаем $a = 0,2$.

Тогда, подставляя значения в формулу (6.8), находим затраты:

для базовой модели:

$$A_{1zod} = (220\,500\,000 \cdot 0,2) / 40000 = 1102,5 \text{ сум/км};$$

| | | | | | | |
|------|------|----------|-------|------|---------------------------------|------|
| | | | | | 08.ЭАТ.ВКР.ПАТМАНДППГ.00.000.ПЗ | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подп. | Дата | | |

для проектируемой модели:

$$A_{2\text{год}} = (236\,915\,000 \cdot 0,2)/40000 = 1184,575 \text{ сум/км.}$$

Рассчитываем затраты на ТО и ТР базовой и проектируемой моделей:

$$P_{1,2} = (B \cdot Q_L)/L_{\Sigma}, \quad (6.9)$$

где Q_L - коэффициент отчислений на ТО и ТР. Принимаем $Q_L = 0,22$.

Подставляя числовые значения в формулу (6.9), получаем:

для базовой модели:

$$P_{1\text{год}} = (220\,500\,000 \cdot 0,22)/40000 = 1212,75 \text{ сум/км,}$$

для проектируемой модели:

$$P_{2\text{год}} = (236\,915\,000 \cdot 0,22)/40000 = 1303,03 \text{ сум/км.}$$

Определяем себестоимость затрат базовой и проектируемой моделей:

для базовой модели

$$U_{1\text{год}} = A_{1\text{год}} + P_{1\text{год}} = 1102,5 + 1212,75 = 2315,25 \text{ сум/км,} \quad (6.10)$$

для проектируемой модели

$$U_{2\text{год}} = A_{2\text{год}} + P_{2\text{год}} = 1184,575 + 1303,03 = 2487,6 \text{ сум/км.} \quad (6.11)$$

Определяем количество капиталовложений по формуле:

$$K_{1,2} = B/L_{\Sigma}. \quad (6.12)$$

Подставляя значения в формулу (6.12), получаем:

для базовой модели

$$K_1 = 220\,500\,000/200\,000 = 1102,5 \text{ сум/км;}$$

для новой модели

$$K_2 = 236\,915\,000/200\,000 = 1184,5 \text{ сум/км.}$$

Определяем количество приведенных затрат:

$$C_{1,2} = U_{1,2} + E_n \cdot K_{1,2}, \quad (6.13)$$

где E_n - коэффициент эффективности капиталовложений, принимаем $E_n = 0,15$.

Подставляя числовые значения в формулу (6.13), получаем:

для базового варианта:

$$C_1 = 2315,25 + 0,15 \cdot 1102,5 = 2480,625 \text{ сум/км,}$$

для проектируемого варианта:

| | | | | | | |
|------|------|----------|-------|------|---------------------------------|------|
| | | | | | 08.ЭАТ.ВКР.ПАТМАНДППГ.00.000.ПЗ | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подп. | Дата | | |

$$Z_2 = 2480,625 + 0,15 \cdot 1184,5 = 2664,9 \text{ сум/км.}$$

Увеличение эксплуатационных затрат определится по формуле:

$$Z_{год} = (A_{2год} - A_{1год}) + (P_{2год} - P_{1год}); \quad (6.14)$$

подставляя числовые значения в формулу (6.14), получаем:

$$Z_{год} = [(1184,5 - 1102,5) + (1303,03 - 1212,75)] \cdot 40000 = 6888000 \text{ сум.}$$

Определяем общую годовую экономию:

$$\mathcal{E}_{г.общ} = \mathcal{E}_{г.топл.} - Z_{год} \quad (6.15)$$

Подставляя значения в формулу (6.15), получаем:

$$\mathcal{E}_{г.общ} = 20\,760\,000 - 6\,888\,000 = 13\,872\,000 \text{ сум.}$$

Находим срок окупаемости капиталовложений:

$$T_{ок} = (13\,020\,000 + 3\,395\,000) / 13\,872\,000 = 1,18 \text{ года или } 126\,800 \text{ км пробега.}$$

Расчитанные показатели экономического расчета заносим в таблицу 6.1.

Таблица 5.1 – Техничко-экономические показатели

| Показатели | Базовый | Проектный |
|--|-------------|-------------|
| Первоначальная стоимость автомобиля, сум. | 220 500 000 | 236 915 000 |
| Годовой пробег, км | 40000 | |
| Расход топлива за год: | | |
| дизельное топливо, кг | 11680 | 3200 |
| газ, м ³ | – | 11600 |
| Экономия дизельного топлива за год, кг | – | 8480 |
| Общая стоимость топлива за год, сум. | | |
| дизельное топливо | 52 560 000 | 14 400 000 |
| газ | | 17 400 000 |
| Годовая экономия от снижения стоимости топлива, сум. | – | 20 760 000 |
| Эксплуатационные затраты за год, сум.: | | |
| ТО и ТР | 17 384 000 | 12 382 000 |
| ГСМ | 29 743 000 | 14 844 000 |
| Общая годовая экономия, сум. | – | 13 872 000 |
| Срок окупаемости, год | – | 1,18 |

| | | | | | | |
|------|------|----------|-------|------|---------------------------------|------|
| | | | | | 08.ЭАТ.ВКР.ПАТМАНДППГ.00.000.ПЗ | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подп. | Дата | | |

Вывод

Анализ состояния вопроса показал, что перевод автомобильного транспорта с нефтяных топлив на (СПГ) имеет множество достоинств, а именно: снижение расходов нефтяных запасов страны, улучшение экологии, особенно в крупных городах, повышение ресурса автотранспорта. Необходима активная стимуляция со стороны государства для внедрения сжатого природного газа в качестве замены нефтяных видов топлив.

Использование в качестве топлива для дизеля СПГ способствует снижению содержания сажи в отработавших газах практически до нулевой концентрации.

Одним из важных условий разработки дипломного проекта является то, что в конструкции самого двигателя автомобиля и системы подачи топлива не вносятся каких – либо существенных изменений.

| | | | | | | |
|------|------|----------|-------|------|---------------------------------|------|
| | | | | | 08.ЭАТ.ВКР.ПАТМАНДППГ.00.000.ПЗ | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подп. | Дата | | |

Список литературы

1. Каримов И.А. Мировой финансово – экономический кризис, пути и меры по его преодолению в условиях Узбекистана. – Ташкент: Узбекистан, 2009. – 56с.
2. Каримов И.А. Наша главная цель – решительно следовать по пути широкомасштабных реформ и модернизации страны. – Ташкент: Узбекистан, 2013. – 64 с.
3. Лютко В., Луканин В.Н., Хачиян А.С. Применение альтернативных топлив в двигателях внутреннего сгорания. – М.: МАДИ, 2000. – 311с.
4. Базаров Б.И., Калауов С.А., Васидов А.Х. Альтернативные моторные топлива. – Ташкент, SHAMS ASA, 2014. – 189с.
5. Demirbas A. Buodisel: A realistic fuel alternative for diesel Engines. – London: Springer – Verlag, 2008. – 208 p.
6. Андринесевский А.А. Энергосбережение и энергетический менеджмент. – Минск: Выс. Шк., 2005. – 294 с.
7. Лapidус А.А. Альтернативные моторные топлива. – М.: Центр Лит Нефте Газ, - 2008. – 285 с.
8. Лиханов В.А., Плотников С.А. Автомобильные двигатели / Учебно-методическое пособие. – Киров: Вятская ГСХА, 2002. – 87с., ил.
9. Лиханов В.А. Деветьяров Р.Р. Автомобильные двигатели: Учебное пособие. – Киров: Вятская ГСХА, 2005. – 153 с.
10. Гаспарянц Г.А. Конструкция, основы теории и расчета автомобиля. – М.: Машиностроение, 1978. – 351с.
11. Перевод двигателей внутреннего сгорания на газообразное топливо. Сборник под редакцией Вырубова Д.Н. – М.: Машгиз, 1946.-239 с.
12. ЕСКД Основные положения. – М.: Издательство стандартов, 1982. – 352с.
13. Шкрабак В.С., Луковников А.В. Безопасность жизнедеятельности в сельскохозяйственном производстве. – М.: Колос, 2003. – 512с. пособие для ВУЗов. – 2-е изд., прераб. и доп. – М.: Высшая школа, 2002. – 400с., ил.

| | | | | | | |
|------|------|----------|-------|------|---------------------------------|------|
| | | | | | 08.ЭАТ.ВКР.ПАТМАНДППГ.00.000.ПЗ | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подп. | Дата | | |

14. Бутко П.Н. Практикум по охране труда – М., 1996. – 417 с.
15. Методические указания по выполнению теплового расчета ДВС для студентов факультета механизации сельского хозяйства. – Киров: Вятская ГСХА, 2000. – 16с.
16. Анурьев В.И. Справочник конструктора – машиностроителя. В 3-х томах. – 5-е изд., перераб. и доп. – М.: Машиностроение, 1980. – 349с.
17. Николаенко А.В. Теория, конструкция и расчет автотракторных двигателей. – М.: Колос, 1984. – 335с., ил.
18. Орлин А.С., Круглов М.Г. Двигатели внутреннего сгорания: теория поршневых и комбинированных двигателей. – М.: Машиностроение, 1983. – 372с.
19. Решетов Д.Н. детали машин. Учебник для студентов машиностроительных и механических специальностей ВУЗов. – 4-е изд., перераб. и доп. – М.: Машиностроение, 1989. – 486с., ил.
20. Савровский Д.С., Головня В.Г. Конструкционные материалы и их обработка. Учебное пособие для ВУЗов. – М.: Высшая школа, 1976. – 328с., ил.
21. Стандарт предприятия. Проекты (работы) курсовые и дипломные. Требования к оформлению. – Киров: СТП ВГСХА 2-00, 2000. – 72 с.
22. Чекмарев А.А., Осипов В.К. Справочник по машиностроительному черчению. – 2-е изд., перераб. – М.: Высшая школа, 2000. – 493с., ил.
23. Дунаев П.Ф., Леликов О.П. Конструирование узлов и деталей машин. Учебное пособие для машиностроительных специальностей ВУЗов – 4-е изд., перераб. и доп. – М.: Высшая школа, 1985. – 416с., ил.
24. Колчин А.И., Демидов В.П. Расчет автомобильных и тракторных двигателей. Учебное
25. Конарев Ф.М., Пережогин М.А. и др. Охрана труда. – М.: Колос, 1982. – 348с.
26. Двигатели внутреннего сгорания: Устройство и работа поршневых и комбинированных двигателей; Учебник для студентов ВУЗов по

| | | | | | | |
|------|------|----------|-------|------|---------------------------------|------|
| | | | | | 08.ЭАТ.ВКР.ПАТМАНДППГ.00.000.ПЗ | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подп. | Дата | | |

специальности - Двигатели внутреннего сгорания - /В.П. Алексеев, В.Ф. Воронин и др.;т /Под общ. ред. А.С. Орлина. - 4-е изд., перераб. и доп. - М.: Машиностроение, 1990. - 228 с.

27. Методика расчёта выбросов загрязняющих веществ автотранспортом на городских магистралях. М., 1997.
28. Ховах М.С., Маслов Г.С. Автомобильные двигатели. – М.: Машиностроение, 1971. – 456 с.
29. Краткий автомобильный справочник. Гос. НИИавтомоб. Трансп. 8-е изд., перераб и доп. – М. Транспорт, 1983, - 464 с. ил., табл.
30. Лиханов В.А., Лопатин О.П., Вылегжанин П.Н., Зяблых Р.Ю. Экологическая безопасность: учебное пособие для дипломного проектирования для студентов инженерного факультета, обучающихся по специальности 190601 (150200) – Автомобили и автомобильное хозяйство. – Киров: Вятская ГСХА, 2005. – 85 с
31. Раздорожный А.А. Охрана труда и производственная безопасность: учебно-методическое пособие. – М.: «Экзамен», 2006 – 511с.
32. Жегалин О.Н, Лупачев П.Д. Снижение токсичности автомобильных двигателей. – М., Транспорт, 1985.
33. Макаров В.В., Лоскутов А.С. Газобаллонные автомобили: Учебное пособие. – Йошкар-Ола: МарГТУ, 2001. – 100 с.

- 1 www.instagram.com
- 2 www.ngvglobal.org
- 3 www.motor-gas.ru
- 4 www.autocentre.ua
- 5 www.ngvchinaqifa.com
- 6 www.irs.gov
- 7 www.afdc.energy.gov
- 8 www.systemsavto.ru

| | | | | | | |
|------|------|----------|-------|------|---------------------------------|------|
| | | | | | 08.ЭАТ.ВКР.ПАТМАНДППГ.00.000.ПЗ | Лист |
| Изм. | Лист | № докум. | Подп. | Дата | | |