

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Филиал Федерального Государственного автономного  
образовательного учреждения высшего образования  
«Южно-Уральский государственный университет  
(национальный исследовательский университет)»  
Факультет «Машиностроительный»  
Кафедра «Автомобилестроение»

ПРОЕКТ ПРОВЕРЕН

Рецензент, \_\_\_\_\_  
(должность)

\_\_\_\_\_  
(подпись) (И.О.Ф.)

\_\_\_\_\_ 2018 г.

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ

*Заведующий кафедрой, к.т.н.,  
доцент*

\_\_\_\_\_  
(подпись) В.В. Краснокутский  
(И.О.Ф.)

\_\_\_\_\_ 2018 г.

Совершенствование системы охлаждения грузового автомобиля

\_\_\_\_\_  
(наименование темы проекта)

ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОННЫЙ ПРОЕКТ  
ЮУрГУ–23.05.01.2018.668.ВКП

Консультант, *к.э.н.*  
Экономическая часть

\_\_\_\_\_  
Н.С. Комарова

\_\_\_\_\_ 2018 г.

Руководитель, *к.т.н., доцент*

\_\_\_\_\_  
М.Г. Штыка

\_\_\_\_\_ 2018 г.

Консультант, *к.т.н., доцент*  
Безопасность жизнедеятельности

\_\_\_\_\_  
В.В. Краснокутский

\_\_\_\_\_ 2018 г.

Автор  
студент группы МиМс-551

\_\_\_\_\_  
Е.В. Кириенко

\_\_\_\_\_ 2018 г.

Нормоконтролер, *ведущий инженер*  
АО ГРЦ КБ им. ак. В.П. Макеева

\_\_\_\_\_  
М.И. Абрамов

\_\_\_\_\_ 2018 г.

Миасс, 2018

## ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ .....	8
1 ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ .....	9
1.1 Жидкостная система охлаждения .....	10
Габаритные размеры радиатора .....	17
Жидкостный насос .....	22
Вентилятор .....	23
1.2 Устройство системы охлаждения различных автомобилей .....	27
1.2.1 Устройство системы охлаждения автомобиля КамАЗ .....	27
1.2.2 Устройство системы охлаждения автомобиля Урал .....	32
1.2.3 Устройство системы охлаждения автомобиля Volvo .....	34
Вывод по разделу один .....	38
2 ТЯГОВО-ДИНАМИЧЕСКИЙ РАСЧЕТ .....	39
2.1 Исходные данные для расчета .....	39
2.2 Определение мощности двигателя при максимальной скорости .....	39
2.3 Определение удельной мощности двигателя .....	41
2.4 Внешняя скоростная характеристика двигателя .....	41
2.5 Определение передаточных чисел .....	43
2.6 Тяговая характеристика автомобиля .....	45
2.7 Мощностной баланс автомобиля .....	47
2.8 Динамическая характеристика автомобиля .....	50
2.9 Ускорение автомобиля .....	52
2.10 Время и путь разгона автомобиля .....	54
2.11 Угол подъёма автомобиля .....	56

					<i>23.05.01.2018.668 ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		5

Вывод по разделу два.....	58
<b>3 КОНСТРУКТОРСКИЙ РАЗДЕЛ.....</b>	<b>59</b>
3.1 Анализ существующих термостатов.....	59
3.2 Установка электронного термостата на Урал-4320.....	59
3.2.1 Существующая схема .....	59
3.2.2 Установка электронного термостата .....	60
3.2.3 Тепловой расчет двигателя.....	62
Вывод по разделу три.....	67
<b>4 ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ .....</b>	<b>68</b>
4.1 Операция 000. Заготовительная.....	68
4.2 Операция 005. Гибка кронштейна .....	69
4.3 Операция 010. Гибка кронштейна .....	71
4.4 Операция 015. Сверление кронштейна .....	71
Вывод по разделу четыре .....	74
<b>5 ЭКОНОМИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ .....</b>	<b>75</b>
5.1 Себестоимость проектируемого автомобиля .....	75
5.2 Капитальные вложения.....	79
5.3 Планирование программы производства и реализации продукции (работ, услуг).....	82
5.4 Определение потребности в инвестициях, выбор источника финансирования .....	83
5.5 Планирование финансовых результатов по проекту.....	84
5.6 Оценка эффективности и окупаемости инвестиционного проекта .....	85
Вывод по разделу пять.....	91
<b>6 БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ .....</b>	<b>92</b>

Вывод по разделу шесть .....	94
7 ГРАЖДАНСКАЯ ОБОРОНА.....	95
Вывод по разделу семь .....	97
ЗАКЛЮЧЕНИЕ .....	98
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК.....	99

					<i>23.05.01.2018.668 ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		7

## ВВЕДЕНИЕ

Согласно данным аналитического агентства «Автостат» по состоянию на 1 июля 2016 года в России насчитывается 3,69 млн грузовых автомобилей. Этот парк является довольно старым, поскольку его средний возраст достигает 19,3 лет, причем две трети (65%) автомобилей – старше 15 лет. Доля иномарок здесь составляет всего лишь 30%, ведь в российском грузовом парке есть немало машин, выпущенных еще в советский период. Нельзя не отметить, что более половины (55%) парка принадлежит юридическим лицам. На долю дизельных автомобилей приходится 64%, а экологическим стандартам «Евро-4» (и выше) соответствует только 12% машин. Самый крупный из региональных парков грузовой техники находится в Москве, где числится 177 тыс. таких автомобилей. В соседнем Подмосковье, которое идет на втором месте рейтинга, их насчитывается 144,8 тыс. единиц. Из нестоличных регионов самым крупным парком грузовиков обладает Краснодарский край (135 тыс. шт.). Еще в пяти субъектах РФ (Ростовская и Иркутская области, Татарстан, Ханты-Мансийский АО, Новосибирская область) тоже зарегистрировано более 100 тыс. грузовых машин. Что касается марочной структуры российского парка грузовой техники, то лидером здесь является КАМАЗ (842,8 тыс. шт.), на втором месте – ГАЗ (782,1 тыс. шт.), а замыкает первую тройку ЗИЛ (562,3 тыс. шт.). Причем на долю этих трех марок приходится почти 60% всего парка грузовиков в РФ. Среди иномарок больше всего в стране числится грузовой техники Volvo (84,3 тыс. шт.).

В данной дипломном проекте поставлены следующие задачи:

- 1) Провести анализ существующих систем охлаждения грузовых автомобилей.
- 2) Разработать конструкцию системы охлаждения для автомобиля марки Урал.
- 3) Разработать технико-экономический анализ проекта.

					<i>23.05.01.2018.668 ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		8

# 1 ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКОЕ ОБОСНОВАНИЕ

Непрерывное повышение за последние годы мощности силовых агрегатов сопровождается ростом количества теплоты, поступающей в систему охлаждения, и неизбежным увеличением габаритных размеров и массы системы. В автомобильных двигателях применяют две системы охлаждения: жидкостную и воздушную.

Эффективность системы жидкостного охлаждения повышается с увеличением циркуляции жидкости, предельной температуры охлаждающей жидкости и количества рассеиваемой решёткой и теплоты (с единицы площади тепло-рассеивающей поверхности) и оценивается затратами мощности на привод вентилятора и насоса, а также габаритными и массовыми показателями.

Эффективность системы воздушного охлаждения характеризуется равномерностью температурных полей стенок цилиндров и головок в различных радиальных направлениях и по их высоте, затратами мощности на привод вентиляторов, а также габаритными размерами.

С помощью системы охлаждения для всего диапазона нагрузочных и скоростных режимов двигателя поддерживают его стабильное тепловое состояние и обеспечивают наивыгоднейшую температуру, при которой достигаются оптимальные экономические и энергетические показатели.

Подавляющее большинство автомобильных двигателей имеют жидкостное охлаждение. Воздушное охлаждение получило распространение в дизелях, у которых рабочий процесс улучшается при более высоких температурах поверхностей камер сгорания. В бензиновых двигателях воздушное охлаждение применяют в моделях относительно малой мощности.

При проектировании основные параметры системы охлаждения выбирают так, чтобы обеспечить требуемый теплоотвод при движении автомобиля на высшей передаче с малой скоростью (12-15 км/ч) и при высокой температуре окружающего воздуха 40° С. Для других условий тепло-рассеивающая поверхность и подача вентилятора называются излишне большими. Поэтому в систе-

					<i>23.05.01.2018.668 ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		<i>9</i>

мах охлаждения предусматривают специальные устройства, автоматически поддерживающие на необходимом уровне температуру охлаждающей жидкости или стенок головки цилиндра (при воздушном охлаждении).

Исследования показали, что 95 % двигателей легковых автомобилей переохлаждается в течение 90% времени их работы. Применение термостатов, уменьшающих циркуляцию жидкости в системе, не исключает возможности переохлаждения двигателей. Чтобы избежать переохлаждения, в механизм привода вентилятора включают устройства, изменяющие его подачу. При этом уменьшается мощность, затрачиваемая на привод вентилятора, и одновременно снижается эксплуатационный расход топлива.

### 1.1 Жидкостная система охлаждения

На автомобилях эту систему применяют исключительно закрытого типа с принудительной циркуляцией жидкости и с одной и или двумя системами регулирования (температуры жидкости и воздуха).

Первая система регулирования состоит из автоматически действующего термостата, включенного в циркуляционный контур и регулирующего количество жидкости, поступающей в радиатор. При этом поддерживается на выходе из двигателя температура на уровне 90-95° С для любых скоростных и нагрузочных режимов. В зависимости от положения клапана термостата изменяется соотношение потоков жидкости, пропускаемой для охлаждения в радиатор и возвращающейся через обводной трубопровод обратно в двигатель, минуя радиаторы.

В большинстве случаев устанавливают полнопоточные термостаты, которые распределяют поток жидкости между основным контуром в направлении радиатора и обводным (байпасным), не снижая при этом интенсивности циркуляции жидкости.

Вторая система регулирования осуществляется посредством жалюзи, установленных перед радиатором и изменяющих количество воздуха, проходящего

					<i>23.05.01.2018.668 ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		<i>10</i>

через решетку. Открываются и закрываются жалюзи с помощью термостатов с твердым наполнителем или вручную. Для создания силы, изменяющей положение жалюзи, используют также разрежение во впускном трубопроводе, сжатый воздух и давление масла в системе смазки.

При совместной работе обеих систем регулирования достигаются постоянная средняя температура охлаждающей жидкости в различных условиях и малая разность температур жидкости на выходе из двигателя и на входе в него.

В случае применения только первой системы регулирования значение разности температур жидкости на входе в двигатель и выходе из него большое, в особенности при работе двигателя с малыми нагрузками и при низкой температуре окружающего воздуха. Клапан термостата в указанных условиях пропускает лишь незначительную часть охлаждающей жидкости, вследствие чего время прохождения ее через радиатор увеличивается, а температура резко понижается.

При первой системе регулирования разность температур жидкости на выходе из двигателя и входе в него может быть уменьшена путем увеличения количества жидкости, перепускаемой через обводной трубопровод 3 (рис. 1.1). В некоторых так называемых сбалансированных системах через обводной трубопровод перепускается примерно одинаковое количество жидкости при любом положении клапана термостата. В этих системах горячая жидкость, смешиваясь с жидкостью, охлажденной в радиаторе, значительно повышает температуру всего потока, поступающего в двигатель. Скорость циркуляции жидкости в двигателе при этом повышается, вследствие чего уменьшается опасность возникновения застойных зон. Поток становится более турбулентным и теплоотвод от стенок, цилиндра и головки увеличивается. Кроме того, при больших скоростях жидкости уменьшаются отложения на внутренних открытых поверхностях.



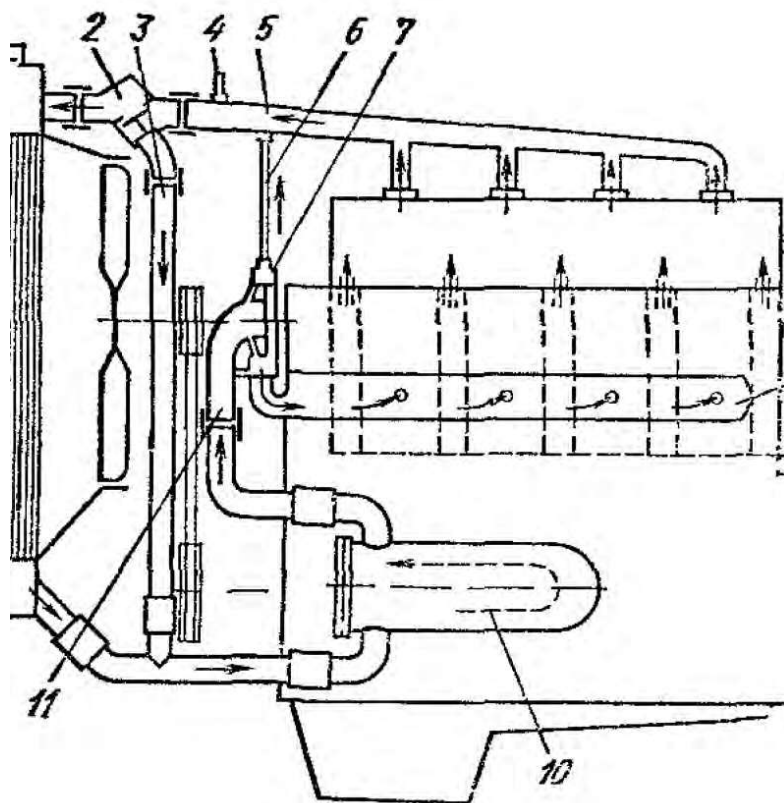


Рисунок 1.1 - Схема системы охлаждения однорядного двигателя:

1 — радиатор, 2 — термостат, 3 — обводной трубопровод; 4 — датчик температуры, 5 — отводящий трубопровод; 6 — трубка отвода воздуха и паров воды; 7 — насос; 8 — распределительный трубопровод; 9 — крап спуска жидкости; 10 — масляный радиатор; 11 — подводящий патрубок насоса

На рис. 1.1 изображена система охлаждения однорядного двигателя, у которого цилиндры охлаждаются принудительно циркулирующей жидкостью по всей их высоте. Центробежный водяной насос 7 нагнетает жидкость в трубопровод 8, равномерно распределяющий ее по отдельным цилиндрам. Жидкость обычно подводится к нижней части цилиндра, что позволяет избежать образования застойных зон и паровоздушных пробок, нарушающих циркуляцию. Из рубашки цилиндров жидкость подходит к головке, а от нее по отводящему трубопроводу 5 к термостату 2. В термостате жидкость разделяется на два потока: один поступает в верхнюю часть радиатора 1, а другой по обводному трубопроводу 3 (байпасный контур) возвращается в двигатель. Трубка 6 служит для отвода воздуха от насоса при заполнении системы и паров после

прогрева двигателя. В некоторых двигателях применены системы с подводом охлаждающей жидкости непосредственно к головкам цилиндров, откуда относительно небольшое ее количество поступает в блоки, а остальное — в радиатор. В этом случае рубашки блоков также не полностью включены в систему принудительной циркуляции, и цилиндры омываются жидкостью, предварительно нагретой в головках на 3—4° С. Циркуляция в блоках создается обычно путем отсоса жидкости насосом через торцовые окна. Подобная система обеспечивает быстрое прогревание гильз после пуска двигателя.

В закрытых системах охлаждения внутренний объем соединен с окружающей атмосферой через двойной паровоздушный клапан, установленный в верхней части радиатора. В случае перегрева один из клапанов открывается при давлении выше атмосферного и выпускает образовавшиеся пары. В таких системах уменьшаются потери жидкости вследствие парообразования. При остывании двигателя после остановки объем жидкости понижается, и в системе образуется разрежение. В этом случае открывается второй клапан, соединяющий систему с атмосферой. Оба клапана размещены в корпусе пробки заливной горловины радиатора.

Паровоздушный клапан отрегулирован на избыточное давление 0,09 МПа. Повышение давления в системе на 0,01 МПа сопровождается возрастанием температуры кипения жидкости на 2,1° С. С повышением температуры охлаждающей жидкости растет температурный перепад между жидкостью и воздухом (на 20° С при изменении перепада давления на 0,1 МПа) и соответственно увеличивается отвод теплоты с поверхности решетки. Величина рассеивающей поверхности решетки, а также габаритные размеры и масса радиатора могут быть при этом значительно уменьшены.

В условиях эксплуатации в системе охлаждения образуются пары жидкости. Кроме того, при заправке в систему вместе с жидкостью попадают пузырьки воздуха. Наличие воздуха и паров может нарушить циркуляцию жидкости.

Эффективность обычных циркуляционных систем охлаждения ухудшается из-за того, что КПД насоса с приближением температуры жидкости к точке кипения уменьшается. При повышенных температурах может возникнуть кавитация в насосе и нарушиться циркуляция жидкости.

Избежать нарушения циркуляции жидкости можно следующим образом:

1) созданием в радиаторе свободного объема (с помощью перегородок), составляющего 4—5% общего объема системы, что увеличивает высоту радиатора;

2) применением системы охлаждения с расширительным бачком (эту систему все шире используют в двигателях для грузовых и легковых автомобилей, специальных транспортных машин и тракторов);

3) установкой паровоздухоотводных трубок;

4) использованием полностью герметизированных запаянных систем с высоким внутренним давлением (до 0,2 МПа).

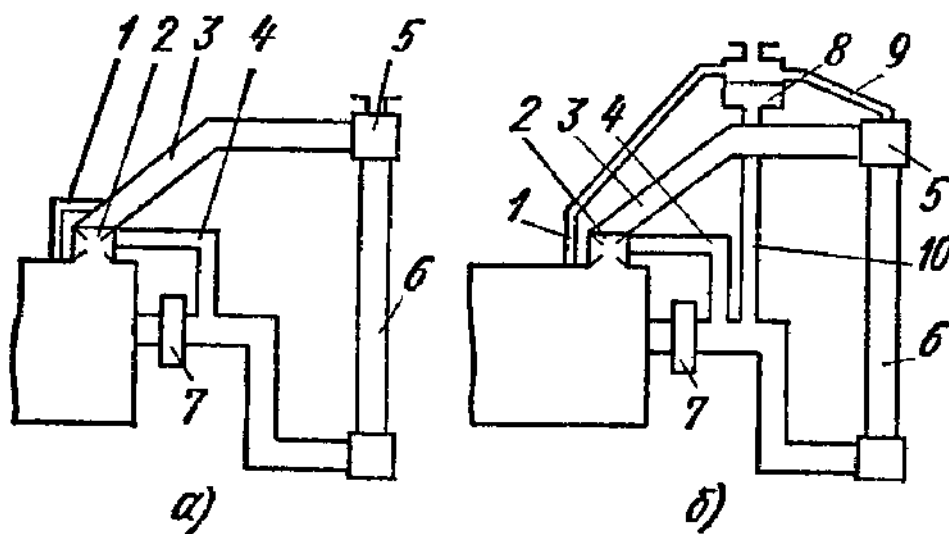


Рисунок 1.2 - Схемы систем охлаждения:

а — без расширительного бачка с отводной трубкой;

б — с расширительным бачком

На рис. 1.2, а приведена схема системы охлаждения, у которой пространство перед термостатом 2 соединяется трубкой 1 с отводящим трубопроводом 3 и верхней частью 5 радиатора 6 для удаления воздуха и паров на режимах

полного закрытия клапана термостата. Трубка 1 используется также для удаления воздуха при заполнении системы жидкостью, когда клапан термостата закрыт. Однако при полностью закрытом клапане термостата часть жидкости поступает по трубке 1 в радиатор, что увеличивает время прогрева двигателя. При наличии термостата часть жидкости поступает по обводному трубопроводу 4 к насосу 7, минуя радиатор.

Схема системы охлаждения с расширительным компенсационным бачком 8 показана на рис. 1.2, б. Через расширительный бачок заливают и доливают жидкость в процессе эксплуатации. Образующиеся в системе пары жидкости и выделяющийся воздух отводятся по трубке 1 в расширительный бачок, который одновременно связан трубкой 9 с верхней частью 5 радиатора 6 и трубкой 10 со всасывающей полостью насоса 7. Объем расширительного бачка достигает 25—30% объема системы. При наличии расширительного бачка радиаторы изготавливают без дополнительных компенсационных объемов.

Расширение жидкости при нагревании компенсируется с помощью бачка 8; при этом жидкость, находящаяся в нем, автоматически исключается из циркуляции. При охлаждении происходит обратное явление — заполнение системы из бачка, так же как и при потерях жидкости через предохранительный клапан при парообразовании. Соединение трубкой 10 расширительного бачка со всасывающей полостью насоса обеспечивает постоянство статического давления перед ним и уменьшается возможность возникновения кавитации.

Перспективными системами охлаждения в отношении эффективности использования теплорассеивающей поверхности решетки является полностью герметизированные запаянные системы, заполненные всесезонной жидкостью. Подобные системы с высокой температурой охлаждающей жидкости (до 120° С) и с гарантированным сохранением герметичности в течение длительного времени эксплуатации получили большое распространение в силовых агрегатах легковых и грузовых автомобилей.

Применение герметизированных высокотемпературных (до 120° С) заполненных всесезонной жидкостью систем, позволяет уменьшить габаритные

					<i>23.05.01.2018.668 ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		15

размеры и массу системы охлаждения, снизить расход цветных металлов и трудоемкость технического обслуживания.

При использовании высокотемпературных систем к конструкции двигателей и системы охлаждения предъявляется ряд специфических требований, как например, обязательного наличия расширительного бачка, индивидуального подвода жидкости к отдельным цилиндрам и т. д.

Применение жидкости, замерзающей при низкой температуре (антифриза), в качестве охлаждающей ухудшает теплообмен и повышает температуру деталей при одинаковом уровне температур воды и антифриза. Следует учитывать, что температура деталей цилиндро-поршневой группы возрастает с увеличением вязкости охлаждающей жидкости и с уменьшением ее теплопроводности, удельной теплоемкости и плотности. Теплоемкость антифриза на 15% ниже, а вязкость в 5,7 раз выше, чем у воды.

При повышении температуры охлаждающей жидкости до 120° С температура деталей цилиндро-поршневой группы возрастает на 10—12° С.

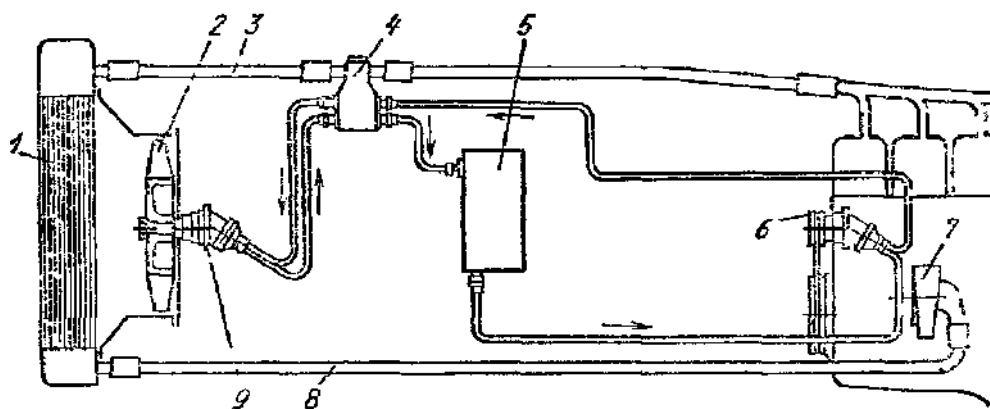


Рисунок 1.3 - Схема системы охлаждения с выносным радиатором при заднем расположении двигателя в автобусе:

- 1 — радиатор системы охлаждения; 2 — вентилятор, 3 — трубопровод для отвода жидкости от двигателя, 4 — термостат для регулирования частоты вращения вентилятора; 5 — масляный насос системы циркуляции масла; 6 — масляный насос с приводом от двигателя; 7 — жидкостный насос; 8 — трубопровод для подвода жидкости к двигателю;
- 9 — масляный двигатель гидрообъемной передачи

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

23.05.01.2018.668 ПЗ

Лист

16

В автобусах с задним расположением двигателя (рис. 1.3) или горизонтальным расположением его под полом радиатор системы охлаждения с вентилятором целесообразно размещать спереди. В такой системе привод вентилятора осуществляется от масляного двигателя гидрообъемной передачи.

Габаритные размеры радиатора. Они определяются условиями компоновки радиатора на автомобиле, количества теплоты, рассеиваемой решеткой, скоростями обдувающего воздуха и движения жидкости в трубках, конструктивными параметрами решетки — ее формой, расположением и числом рядов трубок, числом пластин, толщиной стенок, трубок и пластин, их материалом и т. п.

Размеры фронтальной площади радиатора зависят от высоты двигателя и внешней формы передней части капота автомобиля. При уменьшении высоты двигателя и автомобиля форма фронтальной площади становится менее благоприятной, так как по компоновочным условиям переходят от квадратной формы к прямоугольной. С понижением высоты радиатора сокращается площадь, ометаемая лопастями вентилятора, поэтому уменьшают его диаметр.

Скругление передней части капота, которое наблюдается у современных легковых и частично у грузовых автомобилей, сопровождается ухудшением условий обдува радиатора. Ометаемая вентилятором площадь обычно не превышает 75—80% фронтальной площади.

Все большее распространение, несмотря на несколько худшие аэродинамические свойства, получают широкие радиаторы с поперечным потоком жидкости, что в настоящее время в наибольшей степени соответствует форме передней части капота автомобиля. В этом случае наиболее эффективно используется площадь решетки, ометаемой лопастями вентилятора.

Эффективность системы охлаждения во многом зависит от выбора скоростей движения жидкости и воздуха. С повышением скоростей

жидкости в трубках возрастает перепад температур между воздухом и жидкостью. Поток жидкости при этом становится турбулентным и коэффициент теплопередачи увеличивается. Скорость жидкости в трубках целесообразно

повышать до 0,7—0,9 м/с. При дальнейшем возрастании скорости повышается мощность, затрачиваемая на привод насоса, без существенного увеличения коэффициента теплопередачи.

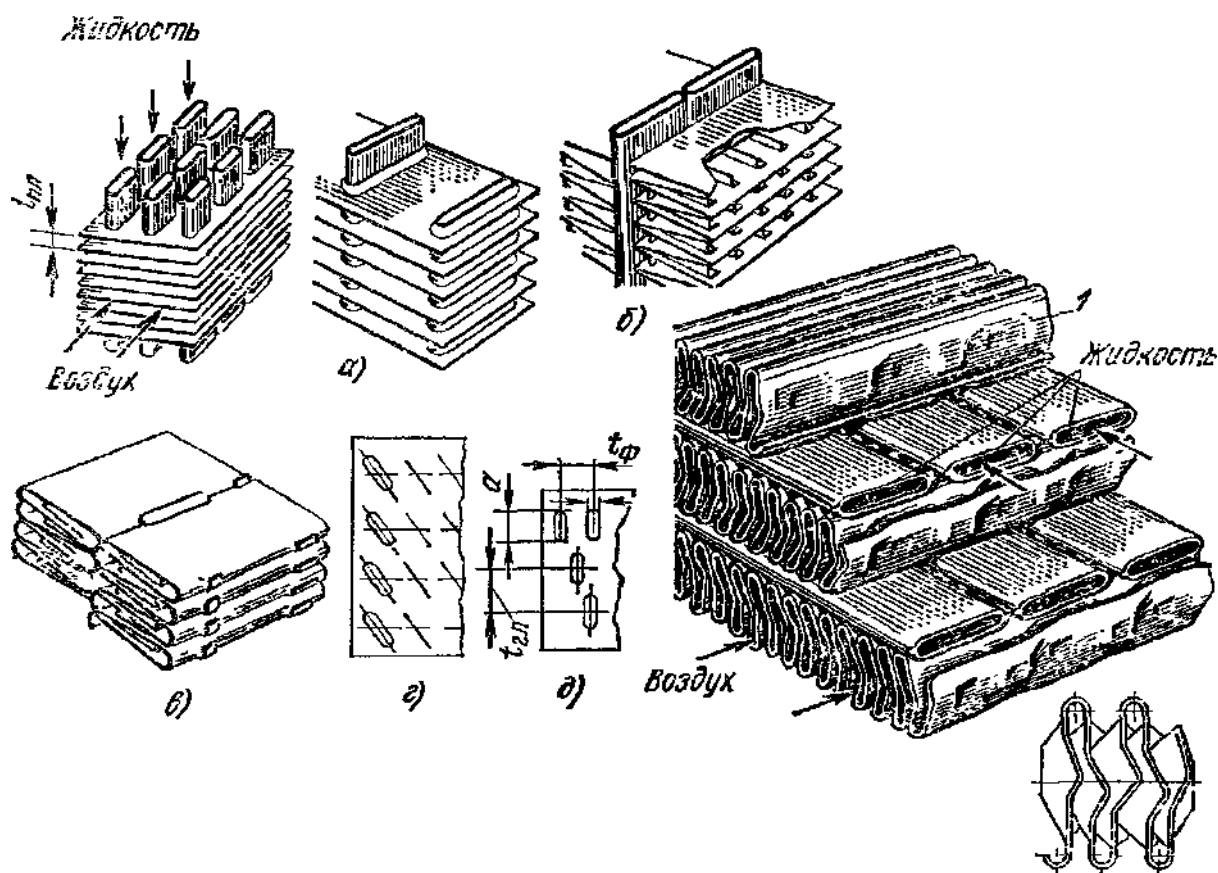


Рисунок 1.4 - Конструкции решеток радиатора

На рис. 1.4 приведены конструкции решеток радиаторов: трубчато-пластинчатых (рис. 1.4, а), трубчатых с прорезными пластинами (рис. 1.4, б) и секционных (рис. 1.4, в). Наиболее распространены трубчато-пластинчатые решетки, у которых жидкость проходит по трубкам и которые работают при относительно высоком давлении. Для увеличения теплорассеивающей поверхности между трубками устанавливают плоские гладкие пластины (рис. 1.4, а) или пластины с отгибными ребрами (рис. 1.4, б) для турбулизации воздушного потока и повышения коэффициента теплопередачи. Аэродинамическое сопротивление решеток с отгибными ребрами больше. Трубки устанавливают в несколько рядов — коридорное расположение (рис. 1.4, а), в шахматном порядке

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата
------	------	----------	---------	------

23.05.01.2018.668 ПЗ

Лист

18

(рис. 1.4, д) и под углом к воздушному потоку (рис. 1.4, г). Трубки припаивают к нижнему коробу и верхней части радиатора.

Частота расположения трубок определяется их шагом (рис. 1.4, д) по фронту и по глубине  $\xi_{\text{гл}}$ , частота расположения пластин — шагом по высоте радиатора  $t_{\text{пл}}$  (рис. 1.4, а). Размеры трубок колеблются в следующих пределах: ширина  $a \approx 13..20$  мм, толщина  $b \approx 2..4$  мм, толщина стенок  $\delta_{\text{тр}} \approx 0,13..0,20$  мм. Шаг трубок по фронту  $t_{\text{ф}} \approx 10..15$  мм, по глубине  $t_{\text{гл}} \approx 16..25$  мм. Толщина пластин достигает  $0,08—0,12$  мм; шаг пластин по высоте  $t_{\text{пл}} \approx 2,5..4,5$  мм. Пластины по периметру трубки имеют отбортовку и к трубкам не припаиваются. С уменьшением шага трубок и пластин возрастают аэродинамическое сопротивление решетки и мощность, затрачиваемая на привод вентилятора. Решетки с трубками, расположенными под углом к потоку, имеют аэродинамическое сопротивление на 20—40% выше, чем при параллельном размещении трубок. Трубки изготавливают обычно из латуни, а пластины — из латуни или меди, имеющей более высокий коэффициент теплопередачи.

Широко используется трубчато-ленточная решетка (рис. 1.4, е) с утоненной лентой воздушных пластин, имеющая высокий коэффициент компактности ( $1100 \text{ }^1/\text{м}$ ). Расположение трубок коридорное. Для турбулизации потока воздуха на поверхностях ленты выштампованы углубления 1. Лента спекается с облуженными трубками. Толщина ленты не превышает  $0,08..0,1$  мм, шаг  $4..5$  мм. Размеры и шаг трубок такие же, как и у трубчато-пластинчатых решеток. Трубчато-ленточные решетки характеризуются более высокими коэффициентами теплопередачи.

Секционные трубчато-ленточные радиаторы (рис. 1.4, в) изготавливают из листов меди, в которых делают прорезы и отгибают ребра для турбулизации потока воздуха. Каждую гофрированную ленту свертывают, после чего секцию пропаивают. Теплоотсеивающая способность таких решеток, отнесенная к их массе, выше, чем у трубчато-пластинчатых.

Повышение теплоотсеивающей поверхности достигается уменьшением шага пластин и трубок как по фронту, так и в глубину, а также увеличением



глубины радиатора. Последнее дает незначительный эффект. Так, например, при увеличении глубины на 50% теплорассеивающая способность решетки возрастает на 15%, а при увеличении на 100% — только на 20%.

Средняя скорость воздуха, отнесенная к сечению перед фронтом радиатора, изменяется в автомобильных радиаторах в пределах  $w_B \approx 7..12$  м/с. Скоростью  $w_B$  при расчете радиатора задаются. Сопротивление решетки проходу воздуха  $\Delta p_p \approx 200..300$  Па. Воздух, проходя через решетку, подогревается на 20—30° С.

При расчете теплорассеивающей поверхности учитывают также скорость встречного потока воздуха, равную 4,5..5,5 м/с, соответствующую скорости движения автомобиля 12..15 км/ч.

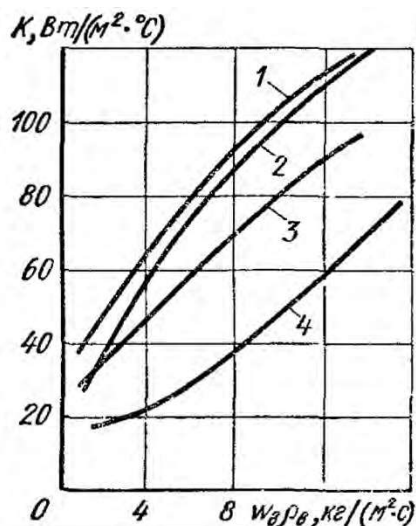


Рисунок 1.5 - Изменение коэффициентов теплопередачи  $K$  в зависимости от массовой скорости воздуха (скорость жидкости 0,4 м/с) для решеток с расположением трубок:

1 — под углом к потоку, 2 — шахматным; 3 — коридорным, 4 — сотовым

Коэффициент теплопередачи решетки зависит от расположения и числа трубок, числа пластин, толщины стенок трубок и пластин, их материала, а также от скорости воздуха и жидкости. Коэффициент теплопередачи  $K$  находят по диаграмме (рис. 1.5) в соответствии с выбранной конструкцией решетки и массовой скоростью воздуха  $w_{Bp}$  (где  $\rho_B$  — плотность воздуха). Значение  $\rho_B$

определяют для условий перед решеткой с учетом подогрева воздуха при проходе через жалюзи.

Конструктивная компактность радиатора характеризуется объемным коэффициентом компактности:

$$\varphi_p = F_{ox}/V_p \quad (1.1)$$

где  $F_{ox}$  — суммарная теплорассеивающая поверхность решетки, м<sup>2</sup>;  $V_p$  — объем решетки, м<sup>3</sup>.

Объем решетки:

$$V_p = F_{фр} l_p \quad (1.2)$$

где  $F_{фр}$  — фронтальная площадь решетки, м<sup>2</sup>;  $l_p$  — глубина радиатора, м; для автомобильных радиаторов  $l_p = 60..130$  мм.

После подстановки объема решетки  $F_{фр}$  в выражение получим:

$$\varphi_p = F_{ox}/F_{фр} l_p \quad (1.3)$$

отсюда глубина радиатора:

$$l_p = F_{ox}/F_{фр} \varphi_p \quad (1.4)$$

Фронтальная площадь зависит от размещения радиатора. В современных автомобильных радиаторах объемный коэффициент компактности равен 900—1100<sup>1</sup>/м. В двухрядных трубчатопластинчатых радиаторах коэффициент  $\theta_p=1350^1$ /м.

Коэффициент оребрения, входящий в формулу теплопередачи (1.4) и равный отношению суммарной охлаждающей поверхности решетки трубчатопластинчатого радиатора к суммарной поверхности трубок, достигает  $\xi = 7,5..10$ . С увеличением коэффициента  $\xi$  аэродинамическое сопротивление решетки возрастает.

Удельный объем систем охлаждения двигателей для легковых автомобилей составляет  $(0,18..0,326) \times 10^{-3}$  л/Вт, а для грузовых  $(0,24 - 0,34) \times 10^{-3}$  л/Вт.

Величины теплорассеивающих поверхностей решеток, отнесенных к номинальной мощности двигателя, при предварительных расчетах могут быть вы-

браны также из имеющихся статистических данных: для легковых автомобилей они равны  $(0,14..0,20) \times 10^{-3} \text{ м}^2/\text{Вт}$ , а для грузовых  $(0,20..0,41) \times 10^{-3} \text{ м}^2/\text{Вт}$ .

Жидкостный насос. Создает циркуляцию жидкости в системе охлаждения, препятствует образованию паровоздушных пробок и обеспечивает равномерное охлаждение. Число циклов прохождения жидкости через систему доходит до 7—12 раз в минуту.

Обычно применяют насосы центробежного типа (рис. 1.6). Передаточное число между валом крыльчатки и коленчатым валом в быстроходных двигателях выбирают близким к единице. Это позволяет уменьшить габаритные размеры насоса. В относительно тихоходных двигателях передаточное число привода насоса делают больше (до 1,6). Крыльчатки насоса изготавливают из бронзы или пластмасс.

Напор, создаваемый насосом, выбирают из условия преодоления всех сопротивлений системы и получения кавитационного запаса. Давление во впускном канале насоса должно быть выше на 0,02—0,04 МПа давления, при котором происходит парообразование жидкости. Скорость в проходных сечениях блока и головки не превышает 1 м/с. Величина напора, создаваемая насосом, достигает 0,05—0,15 МПа.

Чтобы повысить надежность работы системы охлаждения, в корпусе насоса на входе перед крыльчаткой устанавливают винтовой направляющий аппарат. Поступающая жидкость получает вращательное движение и вследствие центробежного эффекта жидкость отделяется от пузырьков воздуха и паров, которые собираются в центральной части потока и отводятся через трубку в расширительный бачок (см. рис. 1.2, б). Скорость жидкости во впускных каналах насоса не превышает 2,5—3 м/с.

Циркуляцию жидкости определяют исходя из количества теплоты, поступившей в систему охлаждения:

$$\text{—————} \tag{1.5}$$

где  $c_{ж}$  — теплоемкость жидкости (воды);  $c_{ж} = 4,19$  кДж/(кг $\times$ °C);  $\Delta t_{ж}$  — падение температуры жидкости в радиаторе, °C;  $\Delta t_{ж} - 7..8^{\circ}$  C;  $\rho_{ж}$  — плотность жидкости, кг/м<sup>3</sup>;  $V$  — в м<sup>3</sup>/ч.

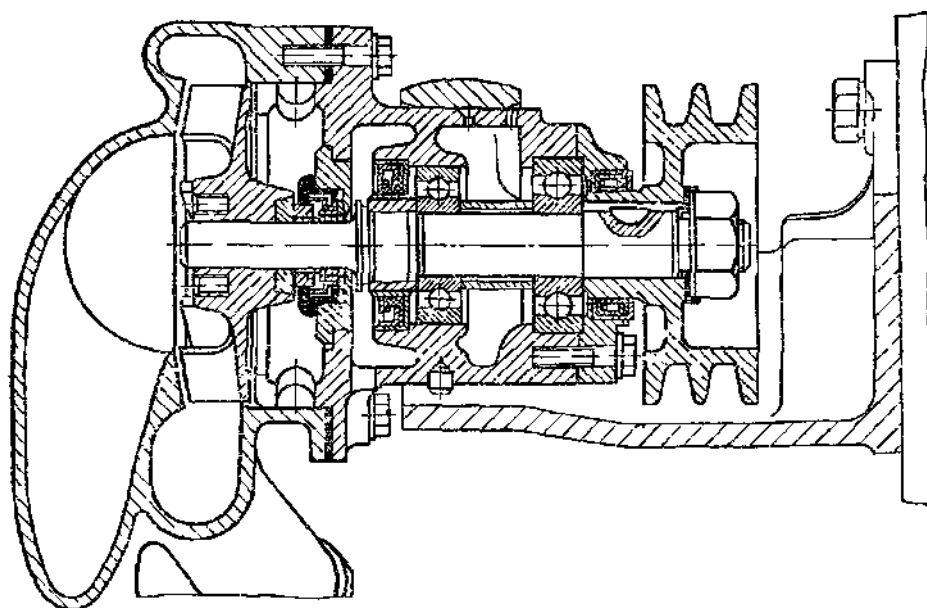


Рисунок 1.6 - Водяной насос центробежного типа

Мощность, затрачиваемая на привод насоса, составляет 0,5—1% номинальной мощности.

Вентилятор. В двигателях с жидкостным охлаждением по условиям компоновки целесообразно устанавливать осевые вентиляторы, обеспечивающие просасывание воздуха через решетку. Обдув двигателя и его навесных агрегатов происходит без изменения направления потока воздуха в подкапотном пространстве.

Для лучшего использования фронтальной поверхности и организации движения потока воздуха под капотом целесообразно применять направляющий кожух. В этом случае расстояние между вентилятором и радиатором может достигать до 80—100 мм. При отсутствии направляющего кожуха это расстояние не превышает 10—15 мм.

Мощность, затрачиваемая на привод вентилятора, пропорциональна его частоте вращения в третьей степени. Поэтому при постоянном передаточном числе механизма привода затраты мощности могут быть значительными. Осо-

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

23.05.01.2018.668 ПЗ

Лист

23

бенно это касается двигателей легковых автомобилей, работающих в широком диапазоне изменения частоты вращения и нагрузок. На режимах малых нагрузок при низкой температуре окружающей среды вентилятор должен быть отключен, чтобы избежать переохладения двигателя.

Для повышения эксплуатационной экономичности автомобилей устанавливаются вентиляторы с переменной подачей, у которых частота вращения изменяется от максимальной до нуля.

Автоматическое изменение подачи вентилятора в соответствии с тепловым состоянием двигателя достигается с помощью следующих устройств: 1) фрикционных муфт, непосредственно управляемых термостатами с жидким или твердым наполнителями; 2) электромагнитных муфт, включаемых термостатическими датчиками; 3) гидродинамических муфт с автоматическим регулированием; 4) гидрообъемных приводов с автоматическим регулированием; 5) механизмов изменения угла атаки лопастей вентилятора путем их поворота под действием центробежной силы самих лопастей или в результате термостатического регулирования; 6) автономного привода вентилятора от электродвигателя, включаемого и выключаемого с помощью термореле.

В электромагнитных муфтах при подаче тока в обмотку неподвижной катушки намагничивается ведущая часть муфты, соединенная со шкивом привода, и ведомая, закрепленная на ступице вентилятора. Пространство между частями муфты заполнено намагниченным порошком, который при прохождении тока притягивается к частям муфты, обеспечивая механическую связь между ними.

Гидравлические муфты делают автономными или включают в систему смазки двигателя. В первом случае крутящий момент передается через слой полностью изолированной в муфте жидкости, вязкость которой мало зависит от изменения температуры. Кроме того, вязкость жидкости должна быть таковой, чтобы при работе двигателя на режиме максимального крутящего момента проскальзывание между ведущей и ведомой частями муфты почти отсутствовало. При увеличении частоты вращения момент, необходимый для при-

					<i>23.05.01.2018.668 ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		24

вода вентилятора, повышается и становится больше того, который может передать муфта, в результате чего происходит проскальзывание и ограничивается частота вращения лопастей вентилятора. В других гидравлических муфтах поток жидкости регулируют с помощью термостатических датчиков.

Привод вентилятора представляет собой клиноременную передачу с устройствами для автоматического или периодического напряжения ремней в эксплуатации. Окружные скорости ремней не должны превышать 30—35 м/с. В больших силовых установках используют зубчатые передачи с промежуточными фрикционными элементами, обеспечивающими пробуксовку при пуске и изменении скоростных режимов. Передаточные числа привода вентилятора достигают 1—1,5.

Таблица 1.1 - Конструктивные параметры осевых вентиляторов

Число лопастей	4-7
Диаметр лопастей $D_{л}$ , м	0,25-0,65
Ширина лопастей по хорде, мм	40-70
Диаметр ступицы $D_{СТ}$ , мм	0,3-0,6
Максимальная окружная скорость осевых вентиляторов, м/с	До 100
Наивыгоднейший угол атаки для лопастей, °:	
Плоских	40-45
Выпуклых	38

Относительный радиальный зазор между кожухом и вентилятором составляет 0,01. С увеличением зазора КПД вентилятора резко падает.

Лопаста вентилятора штампуют из листовой стали толщиной 1,2—1,6 мм и приклепывают к ступице.

В основном вентиляторы изготавливают из полимерных материалов путем прессования без последующей балансировки. В центробежных вентиляторах максимальная окружная скорость составляет 70—100 м/с.

Производительность вентиляторов (в м<sup>3</sup>/с), пропорциональная первой степени частоты вращения, при известных фронтальной площади  $f_{\phi}$  и скорости воздушного потока в сечении перед фронтом определяется по формуле

$$V_B = F_{\phi} \omega_B \quad (1.6)$$

Аэродинамическое сопротивление воздушного тракта, необходимое для расчета и подбора вентилятора, складывается из сопротивлений, возникающих на входе воздуха в облицовку, при прохождении через жалюзи и радиатор, при обдуве двигателя и при выходе из-под капота.

Диаметр вентилятора выбирают из условия равенства коэффициента обдува единице. При этом условии фронтальная площадь решетки будет равна площади, ометаемой лопастями, и диаметр вентилятора может быть определен из выражения

$$D_{\text{л}} = 2 \sqrt{\frac{F_{\phi}}{\pi}} \quad (1.7)$$

Частота вращения вентилятора при известной окружной скорости на наружном диаметре лопасти

$$n_B = 60u / (\pi D_{\text{л}}) \quad (1.8)$$

Приблизительное значение окружной скорости (в м/с), зависящей от напора и ряда конструктивных параметров вентилятора, может быть подсчитано по выражению

$$u = 0.89\psi \sqrt{\Delta p_{\text{тр}}} \quad (1.9)$$

где  $\psi$  — коэффициент, для плоских лопастей  $\psi = 2,8..3,5$  и для криволинейных  $\psi = 2,2..2,9$ ;  $\Delta p_{\text{тр}}$  — сопротивление воздушного тракта, пропорциональное квадрату частоты вращения, Н/м<sup>2</sup>; в автомобильных системах  $\Delta p_{\text{тр}} = 600..4000$  Н/м<sup>2</sup>.

При воздушном охлаждении сопротивление воздушного тракта зависит от интенсивности обребования, конструкции и расположения ребер, расстояния между осями цилиндров, конструкции дефлекторов и достигает значений, приведенных в таблице 1.2.

Таблица 1.2 – Значения характеристик воздушного охлаждения

Бензиновые двигатели	До 1,5
Дизельные двигатели	
С неразделенной камерой сгорания (при большом расстоянии между осями цилиндров)	1-1,8
С разделенной камерой сгорания с большой частотой вращения и малым расстоянием между осями цилиндров	1,5-2,4

Мощность, затрачиваемая на привод вентилятора (в Вт):

$$N_B = \frac{V_B \Delta p_{тр}}{\eta_B} \quad (1.10)$$

где  $\eta_B$  — КПД вентилятора, для осевых клапанных вентиляторов  $\eta_B = 0,32..0,40$ , а для литых  $\eta_B = 0,55..0,65$ .

Потери на привод вентилятора оцениваются отношением мощности  $N_B$  затрачиваемой на привод вентилятора, к номинальной мощности  $N_e$  двигателя которое достигает 5—8%.

## 1.2 Устройство системы охлаждения различных автомобилей

### 1.2.1 Устройство системы охлаждения автомобиля КамАЗ

Система охлаждения двигателя жидкостная закрытого типа с принудительной циркуляцией охлаждающей жидкости. Основными элементами системы (рис. 1.7) являются водяной насос 8, радиатор, термостаты 22, вентилятор 10, гидромуфта привода вентилятора, включатель 15 гидромуфты, расширительный бачок 20, перепускные трубы, жалюзи.



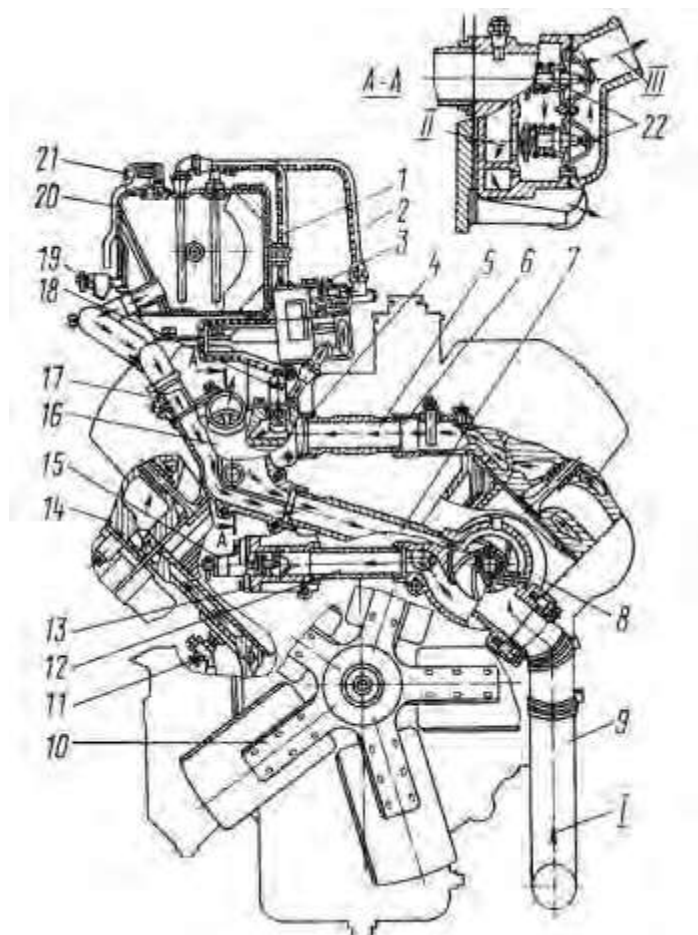


Рисунок 1.7 - Схема системы охлаждения:

1 - труба перепускная от радиатора к расширительному бачку; 2 - трубка соединительная от компрессора к бачку; 3 - компрессор; 4, 6 - трубы водосборные; 5 - труба соединительная водяная; 7 - труба перепускная термостатов; 8 - насос водяной; 9 - колено отводящего патрубка водяного трубопровода; 10 - вентилятор; 11 - экран сливной системы охлаждения; 12 - труба подводящая правого ряда цилиндров; 13 - патрубок подводящей трубы; 14 - головка цилиндров; 15 - включатель гидромuffты привода вентилятора; 16 - коробка термостатов; 17 - патрубок отвода охлаждающей жидкости из бачка в водяной насос; 18 - патрубок отвода охлаждающей жидкости в отопитель; 19 - кран контроля уровня охлаждающей жидкости; 20 - бачок расширительный; 21 - пробка паровоздушная; 22 - термостат; I - из радиатора; II - в насос при закрытых термостатах; III - в радиатор при открытых термостатах.

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

23.05.01.2018.668 ПЗ

Лист

28

Температура охлаждающей жидкости в системе плюс 80...98°C. Тепловой режим двигателя регулируется автоматически термостатами и включателем гидромфты привода вентилятора, которые управляют направлением потока жидкости и работой вентилятора в зависимости от температуры охлаждающей жидкости в двигателе.

Для ускорения прогрева двигателя, а также поддержания температурного режима двигателя в холодное время года перед радиатором установлены жалюзи.

Термостаты (рис. 1.8) с твердым наполнителем и прямым ходом клапана, предназначенные для автоматического регулирования теплового режима двигателя, размещены в коробке (см. рис. 1.7), закрепленной на переднем торце правого ряда блока цилиндров.

На холодном двигателе вход жидкости в радиатор перекрыт клапаном 5 (см. рис. 2), а вход в перепускную трубу к водяному насосу открыт клапаном 1. Охлаждающая жидкость циркулирует, минуя радиатор, что ускоряет прогрев двигателя.

При достижении температуры охлаждающей жидкости 80 °С активная масса — церезин 10, заключенная в баллоне 9, плавится, увеличиваясь в объеме. При этом баллон 9 начинает перемещаться вправо, открывая клапан 5 и закрывая клапан 1. Охлаждающая жидкость начинает циркулировать через радиатор. При диапазоне температур 80... 93 °С охлаждающая жидкость продолжает поступать через перепускную трубу на вход насоса и через радиатор, клапаны 1 и 5 открыты частично.

При температуре 93°C происходит полное открытие клапана 5, при этом вся жидкость циркулирует через радиатор.

При снижении температуры охлаждающей жидкости до 80 °С и ниже объем церезина уменьшается, и клапаны под действием пружин 2 и 4 термостата занимают первоначальное положение.

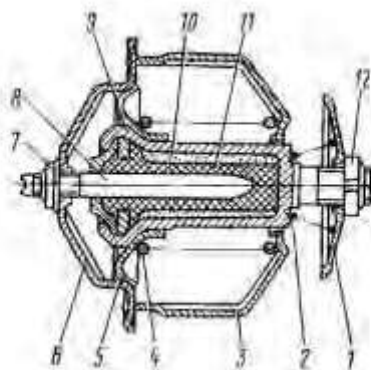


Рисунок 1.8 - Термостат:

1,5- клапаны; 2, 4 - пружины; 3, 6 -стойки; 7, 12 - гайки регулировочные; 8 - шток; 9 -баллон; 10 - масса активная (церезин);  
11 - вставка резиновая с шайбой

Гидромуфта привода вентилятора (рис. 1.9) передает крутящий момент от коленчатого вала к вентилятору.

Передняя крышка 1 блока и корпус 2 подшипника соединены винтами и образуют полость, в которой установлена гидромуфта. Ведущий вал 6 в сборе с кожухом 3, ведущее колесо 10, вал 12 и шкив 11, соединенные болтами, составляют ведущую часть гидромуфты, которая вращается в шариковых подшипниках 8, 19. Ведущая часть гидромуфты приводится во вращение от коленчатого вала через шлицевой вал 7. Ведомое колесо 9 в сборе с валом 16, на котором закреплена ступица 15 вентилятора, составляет ведомую часть гидромуфты, вращающуюся в шарикоподшипниках 4, 13. Гидромуфта уплотнена резиновыми манжетами 17, 20.

На внутренних тороидальных поверхностях ведущего и ведомого колес отлиты радиальные лопатки. На ведущем колесе тридцать три лопатки, на ведомом — тридцать две. Межлопаточное пространство колес образует рабочую полость гидромуфты.

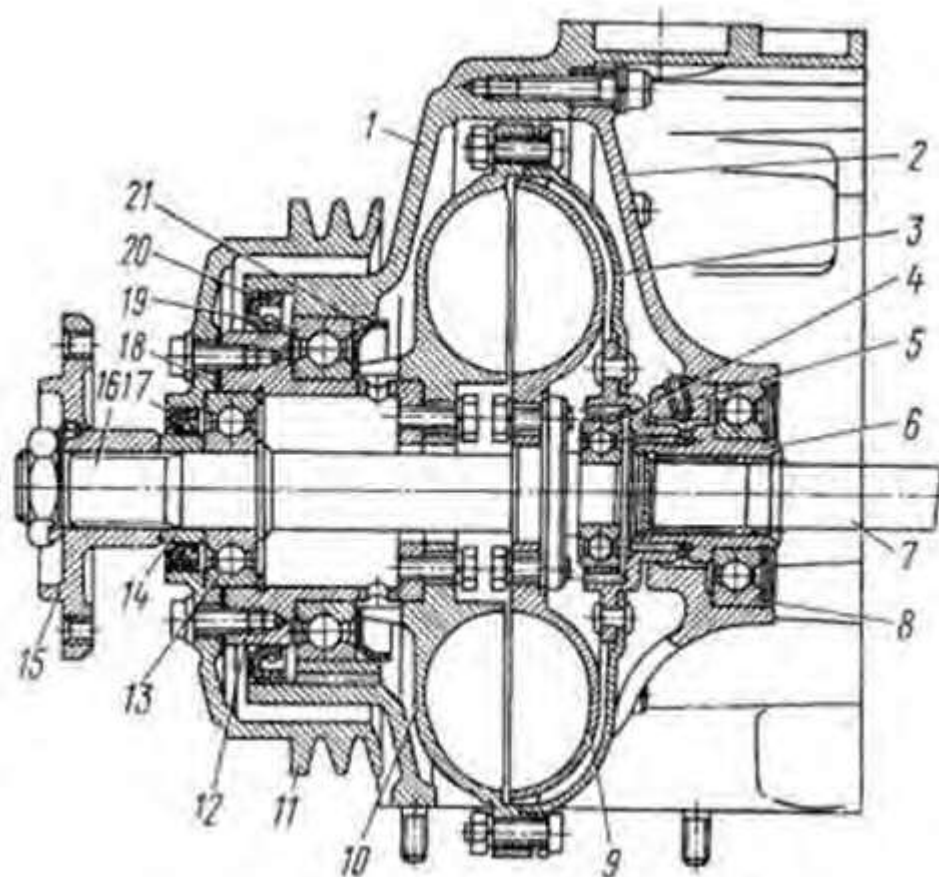


Рисунок 1.9 - Гидромуфта привода вентилятора:

1 - крышка передняя; 2 - корпус подшипника; 3 - кожух; 4, 8, 13, 19 - подшипники шариковые; 5 - трубка корпуса подшипника; 6 - вал ведущий; 7 - вал привода гидромуфты; 9 - колесо ведомое; 10 - колесо ведущее; 11 - шкив; 12 - вал шкива; 14 - втулка упорная; 15 - ступица вентилятора; 16 - вал ведомый; 17, 20 - манжета с пружинами; 18 - прокладка; 21 – маслоотражатель

Передача крутящего момента с ведущего колеса 10 гидромуфты на ведомое колесо 9 происходит при заполнении рабочей полости маслом. Частота вращения ведомой части гидромуфты зависит от количества масла, поступающего в гидромуфту.

Масло поступает через включатель (рис. 1.10), который управляет работой гидромуфты привода вентилятора. Он установлен в передней части двигателя на патрубке, подводящем охлаждающую жидкость к правому ряду цилиндров.

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

23.05.01.2018.668 ПЗ

Лист

31

Включатель имеет три фиксированных положения и обеспечивает работу вентилятора в одном из режимов:

При повышении температуры охлаждающей жидкости, омывающей термосиловой датчик, активная масса, находящаяся в баллоне датчика, начинает плавиться и, увеличиваясь в объеме, перемещает шток датчика и шарик 8 (см. рис. 1.10).

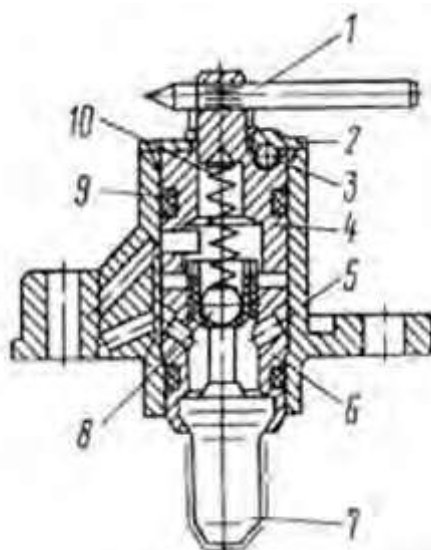


Рисунок 1.10 - Включатель гидромуфты:

1 -рычаг пробки; 2 - крышка; 3, 8 -шарики; 4 - пробка; 5 - корпус вклю-чателя; 6 – клапан термосиловой(корпус); 7-датчик термосиловой; 9 – кольцо уплотнительное; 10 – пружина.

### 1.2.2 Устройство системы охлаждения автомобиля Урал

Система охлаждения двигателя - жидкостная, циркуляционная, включающая в себя водяной насос, жидкостно-масляный теплообменник (ЖМТ), вентилятор, термостаты и радиатор системы рециркуляции отработавших газов. Кроме этого, система охлаждения включает водяной радиатор и охладитель надувочного воздуха типа «воздух-воздух», устанавливаемые на автомобиле.

Водяной насос, жидкостно-масляный теплообменник и термостаты объединены в единый сервисный модуль, расположенный на блоке цилиндров в передней части двигателя справа.

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

23.05.01.2018.668 ПЗ

Лист

32

Во время работы двигателя циркуляция охлаждающей жидкости в системе охлаждения создается центробежным насосом. Из водяного насоса жидкость по каналу в корпусе сервисного модуля поступает к теплопередающему элементу ЖМТ и омывает его, охлаждая масло. Элемент ЖМТ расположен горизонтально. Движение жидкости направлено навстречу потоку масла. Пройдя через ЖМТ, жидкость разделяется на два потока и по вертикальным каналам в блоке цилиндров и в головке поступает в распределительную трубу, расположенную на головке цилиндров.

Для обеспечения эффективного охлаждения водяная рубашка головки цилиндров разделена на верхнюю и нижнюю части. Кроме этого каждый цилиндр изолирован от соседних цилиндров. Из распределительной трубы жидкость поступает в верхние полости головки цилиндров непосредственно к каждому цилиндру. Далее жидкость по узкому кольцевому каналу вокруг стакана форсунки с большой скоростью бьет в днище головки, обеспечивая ее эффективное охлаждение. Из головки цилиндров жидкость поступает к гильзам цилиндров, омывает их, и собирается в горизонтальном водосборном канале, расположенном в блоке цилиндров, в нижней части водяных рубашек гильз.

Из водосборного канала блока цилиндров жидкость попадает в полость термостатов сервисного модуля. На прогретом двигателе, при открытых клапанах термостатов, жидкость направляется в радиатор системы охлаждения, где остывает и поступает на всасывание водяного насоса.

Если температура жидкости ниже  $82 \pm 2^\circ\text{C}$  (начало открытия клапана термостата), то жидкость не поступает в радиатор и по байпасному каналу в корпусе сервисного модуля подается опять на всасывание водяного насоса, обеспечивая быстрый нагрев двигателя до рабочих температур.

Над водораспределительной трубой головки цилиндров расположен радиатор системы рециркуляции отработавших газов. Часть жидкости из трубы поступает в радиатор через втулочное соединение с резиновым кольцом, охла-

										Лист
										33
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	23.05.01.2018.668 ПЗ					

ждает выпускные газы, и сливается по внешнему трубопроводу в водосборный канал сервисного модуля.

На охлаждение компрессора пневмотормозов жидкость по внешним трубопроводам забирается так же из водораспределительной трубы и отводится в водосборный канал блока цилиндров.

Охлаждающая жидкость (ОЖ) из системы охлаждения двигателя сливается через патрубок подвода ОЖ из радиатора автомобиля

### 1.2.3 Устройство системы охлаждения автомобиля Volvo

Охлаждающая способность адаптируется к требованиям конкретного рынка и мощности двигателя. На двигателе D12A /340 (рис 1.11) площадь поверхности охлаждения радиатора составляет 65 дм<sup>2</sup>. На двигателе D12A /380 площадь поверхности охлаждения радиатора, в зависимости от рынка, составляет 65 или 79 дм<sup>2</sup>. На двигателе D12A /420 площадь поверхности охлаждения радиатора составляет 79 дм<sup>2</sup>. У радиатора с меньшей площадью поверхности охлаждения меньше толщина. Оба радиатора снабжены расширительным баком со встроенным датчиком уровня.

										Лист
										34
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	23.05.01.2018.668 ПЗ					

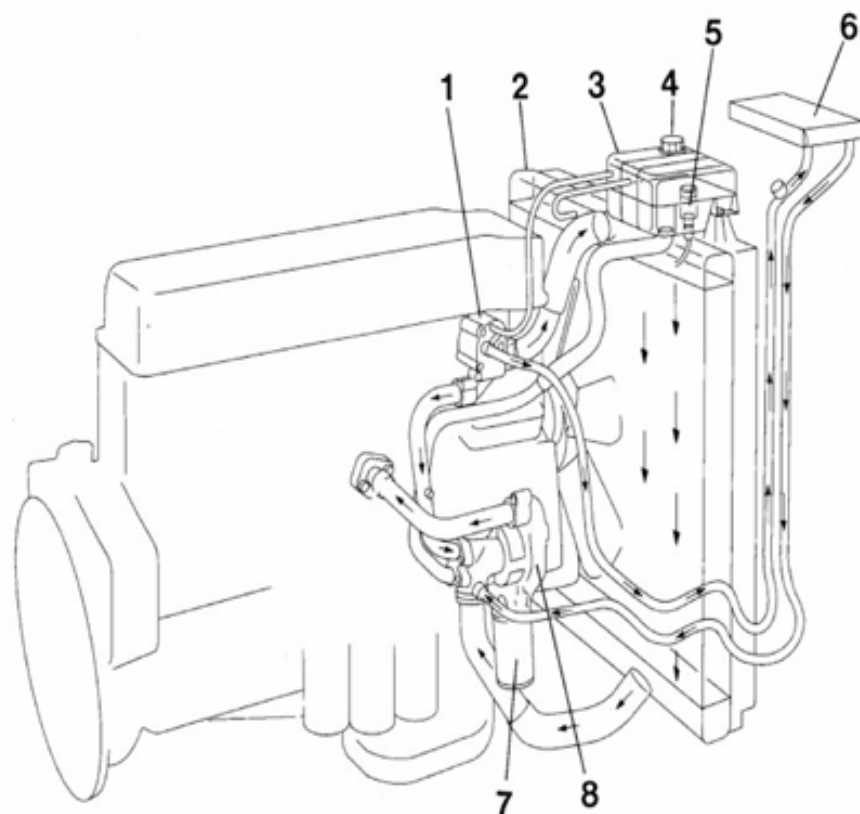


Рисунок 1.11 - Система охлаждения Вольво D12А:

1-Корпус термостата; 2-Радиатор; 3-Расширительный бачок; 4-Клапан давления; 5-Датчик уровня; 6-Теплообменник; 7-Фильтр охлаждающей жидкости; 8-Насос системы охлаждения

Вентилятор охлаждения изготавливается из пластика и регулируется термостатом, а его типоразмер подбирается в зависимости от потребностей в охлаждении. Предусмотрено два варианта вентиляторов охлаждения. Принцип работы обоих вариантов одинаковый, но конструкция регулирующего устройства разная. Диаметр вентилятора составляет 680 и 750 мм, в зависимости от ширины радиатора. Привод вентилятора осуществляется через поликлиновой ремень с автоматическим натяжением.

Насос системы охлаждения установлен на щите распределительных шестерен, его привод осуществляется через распределительные шестерни. Уплотнение насоса выполнено цельным, в качестве уплотняющего элемента используется графит/керамика. Вал насоса установлен на двухрядном шарико-

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

23.05.01.2018.668 ПЗ

Лист

35



вом подшипнике. Насос системы охлаждения снабжен фильтром перепускного типа, обеспечивающим постоянное добавление антикоррозионного средства в охлаждающую жидкость при её фильтрации. Трубопровод, идущий к фильтру системы охлаждения, снабжен запорным краном, предотвращающим вытекание жидкости из системы при снятии фильтра для замены. Все остальное время кран должен быть открыт, т.е. ручка должна находиться в вертикальном положении. Кран следует закрывать только при замене фильтра.

На двигателе установлен термостат гильзового типа. В корпус термостата встроен датчик температуры охлаждающей жидкости. Во время прогрева двигателя термостат закрыт, поэтому поток охлаждающей жидкости из головки блока цилиндров проходит через наружную секцию корпуса термостата обратно к насосу системы охлаждения.

После прогрева двигателя до рабочей температуры термостат открывается, а выпускной патрубок насоса системы охлаждения постепенно закрывается. Теперь поток охлаждающей жидкости проходит через внутреннюю секцию корпуса термостата и выходит к радиатору.

Циркуляция охлаждающей жидкости в системе обеспечивается шестеренчатым насосом. Охлаждающая жидкость поступает в головку блока цилиндров по трубе и сначала проходит зону, где установлен маслоохладитель. Затем охлаждающая жидкость распределяется по каналам в блоке цилиндров и головке блока, охлаждая гильзы цилиндров и другие детали двигателя, после чего выходит из головки блока через корпус термостата. На рисунке показан двигатель во время прогрева, когда термостат закрыт, поэтому поток охлаждающей жидкости проходит обратно к насосу системы охлаждения.

Вентилятор охлаждения с термостатическим регулированием (рис 1.12) состоит из секции вентилятора и секции привода, соединенными между собой вязкостной муфтой статического типа. В муфте имеется ведущий диск (6), установленный на корпусе (7). С каждой стороны ведущего диска (6) предусмотрен воздушный зазор. При включении вентилятора эти зазоры заполняются жидкостью. При работе вентилятора поток жидкости в его ступице может

											Лист
											36
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	23.05.01.2018.668 ПЗ						

проходить двумя путями. Путь прохождения жидкости, а значит и степень включения вентилятора, зависит от температуры в зоне биметаллической пластины (2). В зависимости от потребностей в охлаждении регулирующее устройство изменяет подачу жидкости в рабочую камеру. Чем больше жидкости в рабочей камере, тем меньше степень проскальзывания в муфте (т.е. выше частота вращения вентилятора). Жидкость постоянно прокачивается в контуре между накопительной и рабочей камерами. При выключении двигателя и вентилятора жидкость перетекает в рабочую камеру, поэтому в первые минуты после запуска двигателя вентилятор обычно включен. А. Отключение Клапан (1) закрывается и жидкость закачивается в накопительную камеру (5). В. Включение Клапан (1) открывается и жидкость поступает в рабочую камеру (8).

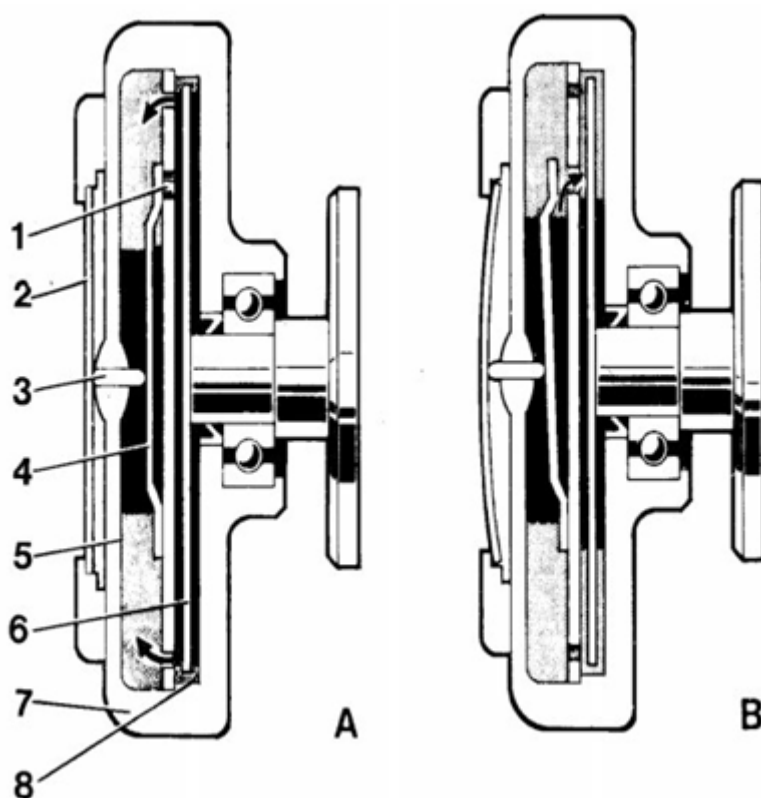


Рис. 1.12 Устройство вентилятора автомобиля Volvo

1-Клапан; 2-Биметаллическая пластина; 3-Штифт регулятора; 4-Рычаг клапана; 5-Накопительная камера; 6-Ведущий диск; 7-Корпус; 8-Рабочая камера

А-Регулирующий клапан закрыт; В-Регулирующий клапан открыт

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

23.05.01.2018.668 ПЗ

Лист

37

## **Вывод по разделу один**

Рассмотрев существующие конструкции систем охлаждения приходим к выводу, что данные конструкции несовершенны ввиду медленного и нерегулируемого открытия клапанов термостата. Поэтому в своем дипломном проекте в качестве проектируемого автомобиля выбираем автомобиль Урал-4320, на котором будет установлен электронный термостат.

					<i>23.05.01.2018.668 ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		<i>38</i>

## 2 ТЯГОВО-ДИНАМИЧЕСКИЙ РАСЧЕТ

### 2.1 Исходные данные для расчета

Необходимые для расчета данные приведены ниже:

- полная масса автомобиля  $m_a=20070$  кг;
- масса на ведущие колёса автомобиля  $m_\theta =20070$  кг;
- коэффициент сопротивления качению  $f=0,014$ ;
- максимальная скорость автомобиля  $v_{\max}=82$  км/ч  $=22,8$  м/с;
- динамический радиус колеса  $r_\theta=0,55$  м;
- число цилиндрических и конических пар в потоке мощности  $p=7$ ;
- число карданных шарниров  $l=6$ ;
- коэффициент аэродинамического сопротивления  $C_x=0,7$ ;
- плотность воздуха  $\rho=1,25$  кг/м<sup>3</sup>;
- ширина колеи автомобиля  $B=2,044$ м;
- высота автомобиля  $H=3,95$ м;
- коэффициент заполнения лобового сечения  $K_L=0,65$ ;
- максимальный коэффициент сопротивления движению  $\psi_{\max}=0,18$ ;
- коэффициент сцепления колес с дорогой  $=0,8$ ;
- КПД обслуживающих систем,  $\eta_{\text{обсл } \theta}=0,91$ ;
- максимальная частота вращения коленчатого вала двигателя  $n_{\max}=2300$  мин<sup>-1</sup>;
- -минимальная частота вращения коленчатого вала  $n_{\min}=900$  мин<sup>-1</sup>;
- -минимальный удельный расход топлива  $q=190$  г/кВт/ч;
- -мощность двигателя (брутто)  $N_e=210$  кВт.

### 2.2 Определение мощности двигателя при максимальной скорости

					<i>23.05.01.2018.668 ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		<i>39</i>

Максимальная мощность двигателя определяется по формуле:

$$N_{e \max} = \frac{\psi \cdot m_a \cdot g \cdot V_{a \max} + 0,5 \cdot \rho \cdot c_x \cdot F_a \cdot V_{a \max}^3}{\eta_{mp}}, \quad (2.1)$$

где  $N_{e \max}$  – максимальная мощность двигателя, кВт;

$\psi$  – коэффициент сопротивления движению;

$m_a$  – полная масса автомобиля, кг;

$g$  – ускорение свободного падения, м/с<sup>2</sup>;

$\rho$  – плотность воздуха, кг/м<sup>3</sup>;

$c_x$  – коэффициент аэродинамического сопротивления;

$F_a$  – площадь лобового сечения автомобиля, м<sup>2</sup>;

$V_{a \max}$  – максимальная скорость автомобиля, м/с;

$\eta_{mp}$  – КПД трансмиссии.

КПД трансмиссии определяется по формуле:

$$\eta_{mp} = 0,98^p \cdot 0,996^l, \quad (2.2)$$

где  $p$  – количество полных зубчатых пар зацеплений в потоке мощности,

$l$  – число карданных шарниров,

$$\eta_{mp} = 0,98^7 \cdot 0,996^6 = 0,847.$$

Для одиночного автомобиля

$$N_{e \max} = \frac{0,014 \cdot 20070 \cdot 9,81 \cdot 22,8 + 0,5 \cdot 1,25 \cdot 0,5 \cdot 4,037 \cdot 22,8^3}{0,847} = 144,5 \text{ кВт.}$$

Мощность двигателя брутто определяется по формуле:

$$N_{e \max}(\text{брутто}) = \frac{N_{e \max}}{\eta_{обс}} \quad (2.3)$$

где  $\eta_{обс}$  – КПД обслуживающих систем двигателя.

$$N_{e \max}(\text{брутто}) = \frac{144,5}{1,12} = 174 \text{ кВт.}$$

Площадь лобового сечения автомобиля определяется по формуле:

$$F_a = B \cdot H_a \cdot K_l, \quad (2.4)$$

где  $B$  – ширина колеи автомобиля, м;

					23.05.01.2018.668 ПЗ	Лист 40
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

$H_a$  – высота автомобиля, м;

$K_n$  – коэффициент заполнения лобового сечения.

$$F_a = 2,01 \cdot 3,09 \cdot 0,65 = 4,037 \text{ м}^2.$$

Рассчитанным значениям мощности соответствует двигатель ЯМЗ-236 с мощностью 210 кВт. Имеем запас мощности для обеспечения максимальной скорости.

Таким образом, для проектируемого автомобиля базовым принимается двигатель ЯМЗ-236.

### 2.3 Определение удельной мощности двигателя

$$N_{e\text{уд}} = \frac{N_{e\text{vmax}}}{m_a}, \text{ кВт} \quad (2.5)$$

где  $N_{e\text{max}}$  – максимальная мощность двигателя, кВт,

$m_a$  – масса груженого автомобиля, т

$$N_{e\text{уд}} = \frac{N_{e\text{vmax}}}{m_a} = \frac{210}{20,07} = 10,46 \text{ кВт/т.}$$

### 2.4 Внешняя скоростная характеристика двигателя

Влияние двигателя на динамику автомобиля определяется его скоростной характеристикой.

Внешняя скоростная характеристика – это зависимость эффективной мощности и эффективного момента двигателя от числа оборотов коленчатого вала при полной подаче топлива в установившемся режиме работы двигателя. Эту характеристику определяют экспериментально на тормозном стенде.

В случае отсутствия экспериментальных данных используют эмпирические зависимости, позволяющие по известным координатам одной точки воспроизвести всю кривую мощности. Кривую эффективной мощности  $N_e = f(n_e)$  строят по эмпирической формуле:

$$N_e = N_{e\text{max}} \left( A_1 \frac{n_e}{n_{e\text{max}}} + A_2 \frac{n_e^2}{n_{e\text{max}}^2} - \frac{n_e^3}{n_{e\text{max}}^3} \right), \quad (2.6)$$

						Лист
					23.05.01.2018.668 ПЗ	41
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

где  $N_e$  – текущее значение мощности двигателя, кВт;

$N_{e\ max}$  – номинальная мощность двигателя, кВт;

$n_e$  – текущее значение частоты вращения коленчатого вала двигателя, об/мин;

$n_{e\ max}$  – частота вращения коленчатого вала двигателя при номинальной мощности, об/мин;

$A_1=0,5$ ;  $A_2=1,5$  – коэффициенты, в зависимости от типа двигателя (дизель с непосредственным впрыском).

Кривую крутящего момента  $M_e=f(n_e)$  строится по формуле:

$$M_e = \frac{30N_e \cdot 10^3}{\pi \cdot n_e}, \quad (2.7)$$

где  $M_e$  – текущее значение крутящего момента двигателя, Н·м;

$N_e$  – мощность двигателя, кВт;

$n_e$  – текущее значение частоты вращения коленчатого вала двигателя, об/мин.

Значения мощности и крутящего момента для диапазона частот коленчатого вала 900...2300 об/мин сведены в таблицу 2.1

Таблица 2.1 - Внешняя скоростная характеристика расчетная

Частота вращения коленчатого вала n, мин-1	900	1000	1200	1400	1600	1800	2000	2200	2300
Мощность, N, кВт	76	87,9	110,7	133,2	154,8	174,4	191,4	204,8	210
Крутящий момент $M_k$ , Н.м	814	840	881	909	924	926	914	889	872

Таблица 2.2 - Внешняя скоростная характеристика типовая (по данным завода изготовителя с учетом КПД обслуживающих систем)

Частота вращения коленчатого вала $n$ , мин-1	900	1000	1200	1400	1600	1800	2000	2200	2300
Мощность, $N$ , кВт	82	96	127	153	173	182	188	190	191
Крутящий момент $M_k, N.m$	791	830	923	949	939	879	819	751	722

## 2.5 Определение передаточных чисел

Передаточное число высшей передачи определяется из условия достижения максимальной скорости.

Передаточное число главной передачи определяется по формуле:

$$i_0 = 0,105 \cdot \frac{r_d \cdot n_{e \max}}{i_k \cdot i_{PK}^6 \cdot V_{a \max}}, \quad (2.8)$$

где  $V_{a \max}$  – максимальная скорость автомобиля, м/с;

$r_d$  – динамический радиус колеса, м;

$i_k$  – передаточное число 5-ой передачи коробки передач;

$n_{max}$  – максимальная частота вращения коленчатого вала;

$i_0$  – передаточное число главной передачи.

$$i_0 = 0,105 \cdot \frac{2000}{21,2 \cdot 0,55} = 5,5.$$

Для высшей передачи в раздаточной коробке ( $i_{PK} = 1,21$ ) и передаточном числе главной передачи  $i_{gn} = 6,77$

$$i_B = \frac{i_B}{i_{PK} \cdot i_{gn}} \frac{5,5}{1,21 \cdot 6,77} = 0,67.$$

Передаточное число низшей передачи определяется по условиям:

а) из условия сцепления колес с дорогой

$$i_{H1} = \frac{m_{\varphi} \cdot g \cdot \varphi \cdot r_d}{M_{e \max} \cdot n_{TP}}, \quad (2.9)$$



б) из условия преодоления максимального дорожного сопротивления

$$i_{H2} = \frac{m_a \cdot g \cdot \varphi_{max} \cdot r_d}{M_{e max} \cdot n_{тр}}, \quad (2.10)$$

в) из условия минимальной скорости движения

$$i_{H3} = \frac{m_a \cdot g \cdot \varphi_{max} \cdot r_d}{M_{e max} \cdot n_{тр}},$$

где  $m_\varphi$  - масса, приходящаяся на ведущие колеса, кг,

$\theta$  - коэффициент сцепления для определения угла подъема,

$r_d$  - динамический радиус колеса, м,

$M_{e max}$  - максимальный крутящий момент, Н·м,

$\eta_{тр}$  - КПД трансмиссии,

$m_a$  - полная масса автомобиля, кг,

$\Psi_{max}$  - максимальный коэффициент дорожного сопротивления,

$V_{a min}$  - минимальная скорость двигателя автомобиля, м/с.

Подставим в наши выражения:

$$a) i_{i1} = \frac{20070 \cdot 9,8 \cdot 0,8 \cdot 0,55}{949 \cdot 0,847} = 107,66.$$

$$б) i_{i2} = \frac{20070 \cdot 9,8 \cdot 0,18 \cdot 0,55}{949 \cdot 0,847} = 24,22.$$

$$в) i_{i3} = \frac{900}{0,8} 0,55 \cdot 0,105 = 59,06.$$

Определим передаточное число на низшей передаче

$$i_H = \frac{i_{H1}}{i_{р.к} \cdot i_{гп}}, \quad (2.11)$$

где  $i_{H1}$  - передаточное число низшей передачи из условия сцепления колес с дорогой,

$i_{р.к}$  - передаточное число раздаточной коробки.

$$i_i = \frac{107,66}{1,21 \cdot 6,77} = 13,14.$$

Определим диапазон передаточных чисел

$$D = i_1 = \frac{i_H}{i_B}. \quad (2.12)$$

Исходя из условий обеспечения максимальной скорости и отсутствия буксования выбираем КП ЯМЗ 0905 с передаточными числами

$$i_1 = 5,22; i_2 = 2,90; i_3 = 1,52; i_4 = 1,00; i_5 = 0,664; i_{з.х.} = 5,22.$$

## 2.6 Тяговая характеристика автомобиля

Тяговой характеристикой автомобиля называют график зависимости силы тяги на колёсах автомобиля от скорости движения на различных передачах  $P_k = f(u_a)$ .

Силу тяги для каждой частоты вращения коленчатого вала определяем по формуле:

$$P_k = \frac{M_e \cdot i_{тр} \cdot \eta_{тр}}{r_k}, \quad (2.13)$$

Где  $P_k$  – сила тяги на колёсах автомобиля,  $H$ ;

$\eta_{тр}$  – КПД трансмиссии;

$i_{тр}$  – передаточное число трансмиссии;

$r_k$  – радиус качения колеса.

$$i_{тр} = i_{кп} \times i_{гл} \times i_{рк}, \quad (2.14)$$

где  $i_{кп}$  – передаточное число коробки передач;

$i_{гл}$  – передаточное число главной передачи;

$i_{рк}$  – передаточное число раздаточной коробки.

Таблица 2.3 Передаточные числа трансмиссии

Значение	Передаточное число трансмиссии
42,761	- на высшей 1 передаче
23,756	- на высшей 2 передаче
12,451	- на высшей 3 передаче
8,192	- на высшей 4 передаче
5,439	- на высшей 5 передаче
75,980	- на низшей 1 передаче
42,211	- на низшей 2 передаче
22,124	- на низшей 3 передаче
14,556	- на низшей 4 передаче
9,665	- на низшей 5 передаче

$$v_a = 0,105 \frac{n_e \cdot r_k}{i_{тр}} \quad (2.15)$$

Минимальная скорость автомобиля :

$$v_a = 0,105 \frac{900 \cdot 0,55}{75,98} = 0,68 \text{ м/с.}$$

Максимальная скорость автомобиля:

$$v_a = 0,105 \frac{2300 \cdot 0,55}{5,439} = 22,8 \text{ м/с.}$$

Результаты расчета приведены в виде графиков тяговой характеристики на рисунке 2.1.

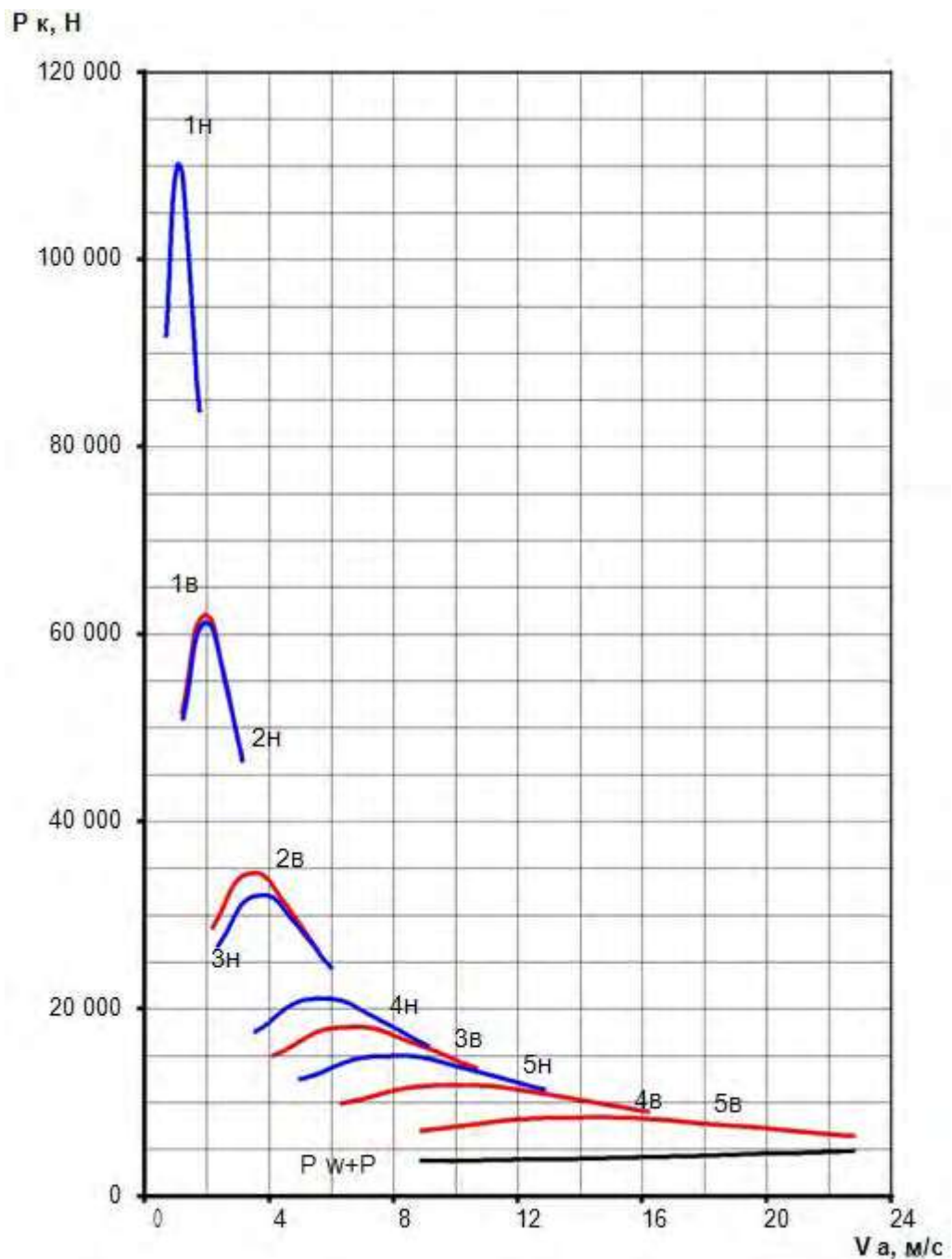


Рисунок 2.1 - Тяговая характеристика автомобиля Урал-4320

## 2.7 Мощностной баланс автомобиля

Уравнение мощностного баланса имеет следующий вид:

$$N_k = N_f + N_a + N_w + N_j, \quad (2.16)$$

где  $N_k$  – мощность, приложенная к колёсам со стороны трансмиссии,  $Bm$ ;

$N_f$  – мощность затрачиваемая на преодоление сопротивления качению,  $Bm$ ;

$N_a$  – мощность затрачиваемая на преодоление подъёма,  $Bm$ ;

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата
------	------	----------	---------	------

23.05.01.2018.668 ПЗ

Лист

47

$N_w$  – мощность затрачиваемая на преодоление сопротивления воздуха,  $Bm$ ;

$N_j$  – мощность затрачиваемая на преодоление сил инерции,  $Bm$ .

$$P_{kaa} \cdot V = m \cdot f \cdot g \cdot V_a \cdot \cos\alpha + m_a \cdot g \cdot V_a \cdot \sin\alpha + 0,5Cx \cdot \rho \cdot F_{aa} \cdot V^3 + m_a \cdot \delta_j \cdot V_a \frac{dV_a}{dt} \quad (2.17)$$

Рассмотрим случай равномерного прямолинейного движения автомобиля по ровной дороге без подъёма, когда мощность, приложенная к колёсам ( $N_k$ ) расходуется только на преодоление сопротивления качению и сопротивления воздуха ( $N_f+N_w$ ).

$$N_k = P_k \times V_a, \quad (2.18)$$

где  $V_a$  – скорость движения автомобиля, м/с.

Мощность приложенная к колёсам со стороны трансмиссии на первой передаче к.п и низшей передаче р.к:

$$N_k = 83862,9 \times 0,7 = 146,2 \text{кВт},$$

Мощность приложенная к колёсам со стороны трансмиссии на пятой передаче и высшей передаче р.к

$$N_k = 6419,5 \times 22,8 = 146,2 \text{кВт},$$

Мощность затрачиваемая на преодоление сопротивления качению:

$$N_f = m_a \times f \times g \times V_a, \quad (2.19)$$

Мощность затрачиваемая на преодоление сопротивления качению на первой передаче и низшей передаче р.к:

$$N_f = 20070 \times 0,018 \times 9,8 \times 0,7 = 2,5 \text{кВт},$$

Мощность затрачиваемая на преодоление сопротивления качению на пятой передаче к.п и высшей передаче р.к:

$$N_f = 20070 \times 0,018 \times 9,8 \times 22,8 = 80,7 \text{кВт},$$

Мощность затрачиваемая на преодоление сопротивления воздуха:

$$N_w = \beta_x \cdot Cx \cdot \rho \cdot F_a \cdot V^3 \quad (2.20)$$

где  $F_a$  – площадь лобового сечения автомобиля,  $m^2$ ;

$$F_a = 4,957 \text{м}^2 ;$$

$\beta_w$  – коэффициент обычно 0,4...0,5

$C_x = 0,8$  -коэффициент обтекаемости

Мощность затрачиваемая на преодоление сопротивления воздуха на первой передаче:

$$N_w = 0,5 \times 0,8 \times 1,25 \times 4,957 \times 0,7^3 = 1,08 \text{ кВт}$$

Мощность затрачиваемая на преодоление сопротивления воздуха на пятой передаче:

$$N_w = 0,5 \times 0,8 \times 1,25 \times 4,957 \times 22,8^3 = 29376,1 \text{ Вт} = 29,4 \text{ кВт}$$

График мощностного баланса представлен на рисунке 2.2.

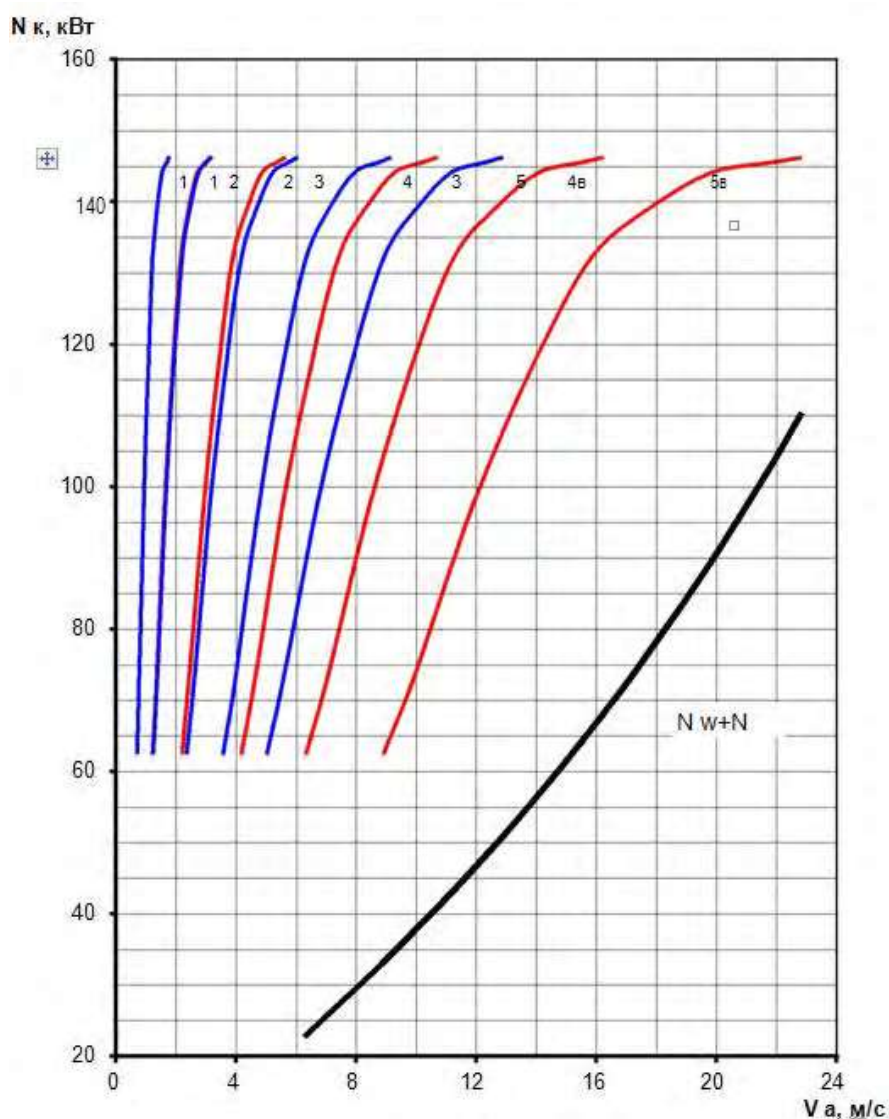


Рисунок 2.2 - Мощностная характеристика автомобиля Урал-4320

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата
------	------	----------	---------	------

23.05.01.2018.668 ПЗ

Лист

49

## 2.8 Динамическая характеристика автомобиля

Динамической характеристикой называют график зависимости динамического фактора  $D$  автомобиля с полной нагрузкой от скорости движения на различных передачах. Динамическим фактором автомобиля называют отношение разности силы тяги на колёсах и силы сопротивления воздуха к весу автомобиля:

$$D = \frac{P_k - P_w}{m_a \cdot g}, \quad (2.21)$$

где  $D$  – динамический фактор автомобиля;

$P_w$  – сила сопротивления воздуха,  $H$ ;

$m_{an}$  – полная масса автопоезда.

$$P_w = 0,5 \cdot C_x \cdot \rho \cdot F_{aa} V^2 \quad (2.22)$$

Сила сопротивления воздуха на первой передаче к.п и низшей передаче в р.к.:

$$P_w = 0,5 \times 0,8 \times 1,25 \times 4,957 \times 1,7^2 = 7,16H,$$

Сила сопротивления воздуха на первой передаче к.п и высшей передаче в р.к.:

$$P_w = 0,5 \times 0,8 \times 1,25 \times 4,957 \times 3,1^2 = 23,8H,$$

Сила сопротивления воздуха на пятой передаче к.п и высшей передаче в р.к.:

$$P_w = 0,5 \times 0,8 \times 1,25 \times 4,957 \times 22,8^2 = 1288,4H.$$

Сила сопротивления воздуха на пятой передаче к.п и низшей передаче в р.к.:

$$P_w = 0,5 \times 0,8 \times 1,25 \times 4,957 \times 12,8^2 = 406,07H.$$

Динамический фактор автомобиля на первой передаче к.п и низшей передаче р.к.:

$$D = \frac{83862 - 7,5}{20070 \cdot 9,8} = 0,297$$

Динамический фактор автомобиля на первой передаче к.п и высшей передаче р.к.:

$$D = \frac{47197 - 23,8}{20070 \cdot 9,8} = 0,167$$

Динамический фактор автомобиля на пятой передаче к.п. и низшей передаче р.к.:

$$D = \frac{11406,6 - 407,2}{20070 \cdot 9,8} = 0,039$$

Динамический фактор автомобиля на пятой передаче к.п. и высшей передаче р.к.:

$$D = \frac{6419,3 - 1285,7}{20070 \cdot 9,8} = 0,018$$

График динамической характеристики представлен на рисунке 2.3

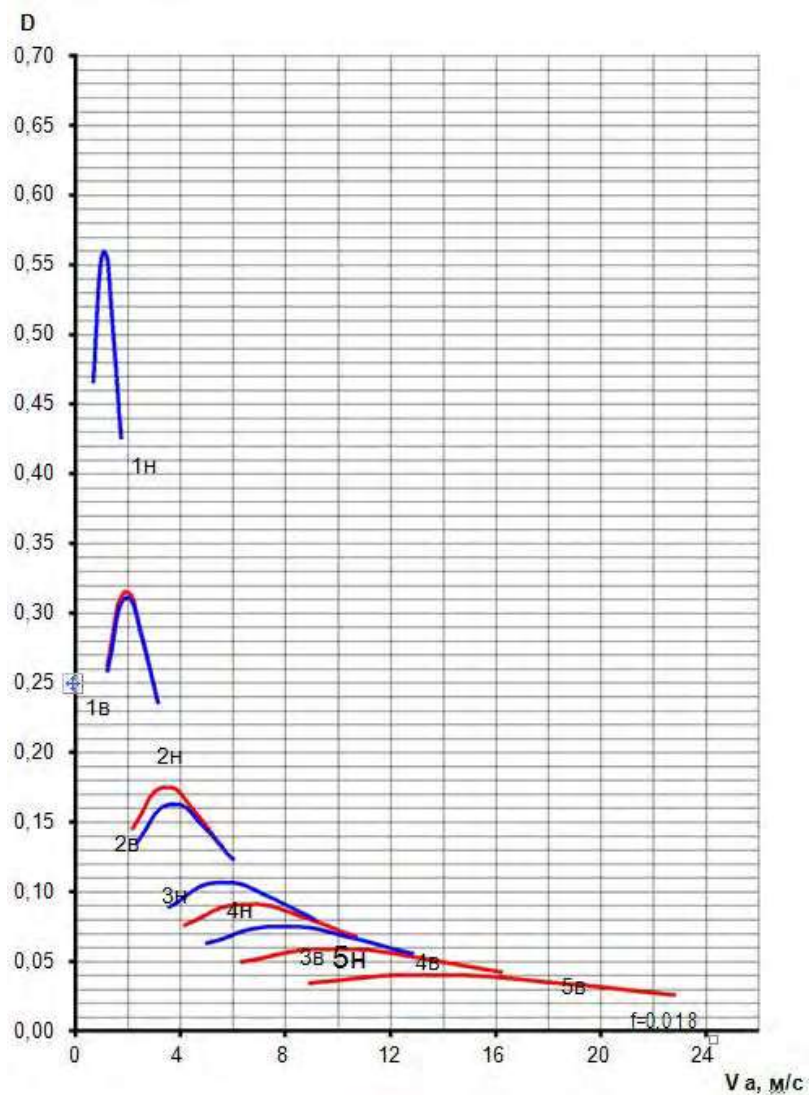


Рисунок 2.3 - Динамический фактор автомобиля Урал-4320

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата
------	------	----------	---------	------

23.05.01.2018.668 ПЗ

Лист

51



## 2.9 Ускорение автомобиля

Ускорение автомобиля на разных передачах определяем по формуле:

$$j = \frac{D-f}{\delta_j} \cdot g \quad (2.23)$$

Где  $j$  – ускорение автомобиля;

$\delta_j$  – коэффициент, учитывающий влияние вращающихся масс автомобиля;

$$\delta_j = 1,04 + 0,04 \cdot i_{кп}^2 \cdot i_{рк} \quad (2.24)$$

Коэффициент, учитывающий влияние вращающихся масс автомобиля на первой передаче и высшей передаче р.к:

$$\delta_j = 1,04 + 0,04 \times 5,22^2 \times 1,21 = 2,359$$

Коэффициент, учитывающий влияние вращающихся масс автомобиля на первой передаче и низшей передаче р.к

$$\delta_j = 1,04 + 0,04 \cdot 5,22^2 \cdot 2,15 = 3,383$$

Коэффициент, учитывающий влияние вращающихся масс автомобиля на пятой передаче и высшей передаче р.к:

$$\delta_j = 1,04 + 0,04 \cdot 0,664^2 \cdot 1,21 = 1,061$$

$j$  Коэффициент, учитывающий влияние вращающихся масс автомобиля на пятой передаче и низшей передаче р.к:

$$\delta_j = 1,04 + 0,04 \cdot 0,664^2 \cdot 2,15 = 1,078$$

Ускорение автомобиля на первой передаче и низшей передаче р.к:

$$j = \frac{0,297 - 0,018}{3,38} \cdot 9,8 = 1,28 \text{ м/с}^2$$

Ускорение автомобиля на первой передаче и высшей передаче р.к:

$$j = \frac{0,167 - 0,018}{2,359} \cdot 9,8 = 0,686 \text{ м/с}^2$$

Ускорение автомобиля на пятой передаче и высшей передаче р.к:

$$j = \frac{0,019 - 0,018}{1,061} \cdot 9,8 = 0,014 \text{ м/с}^2$$

Ускорение автомобиля на пятой передаче и низшей передаче р.к:

										Лист
										52
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата						

23.05.01.2018.668 ПЗ

$$j = \frac{0,039 - 0,018}{1,078} \cdot 9,8 = 0,194 \text{ м/с}^2$$

График ускорения автомобиля представлен на рисунке 2.4.

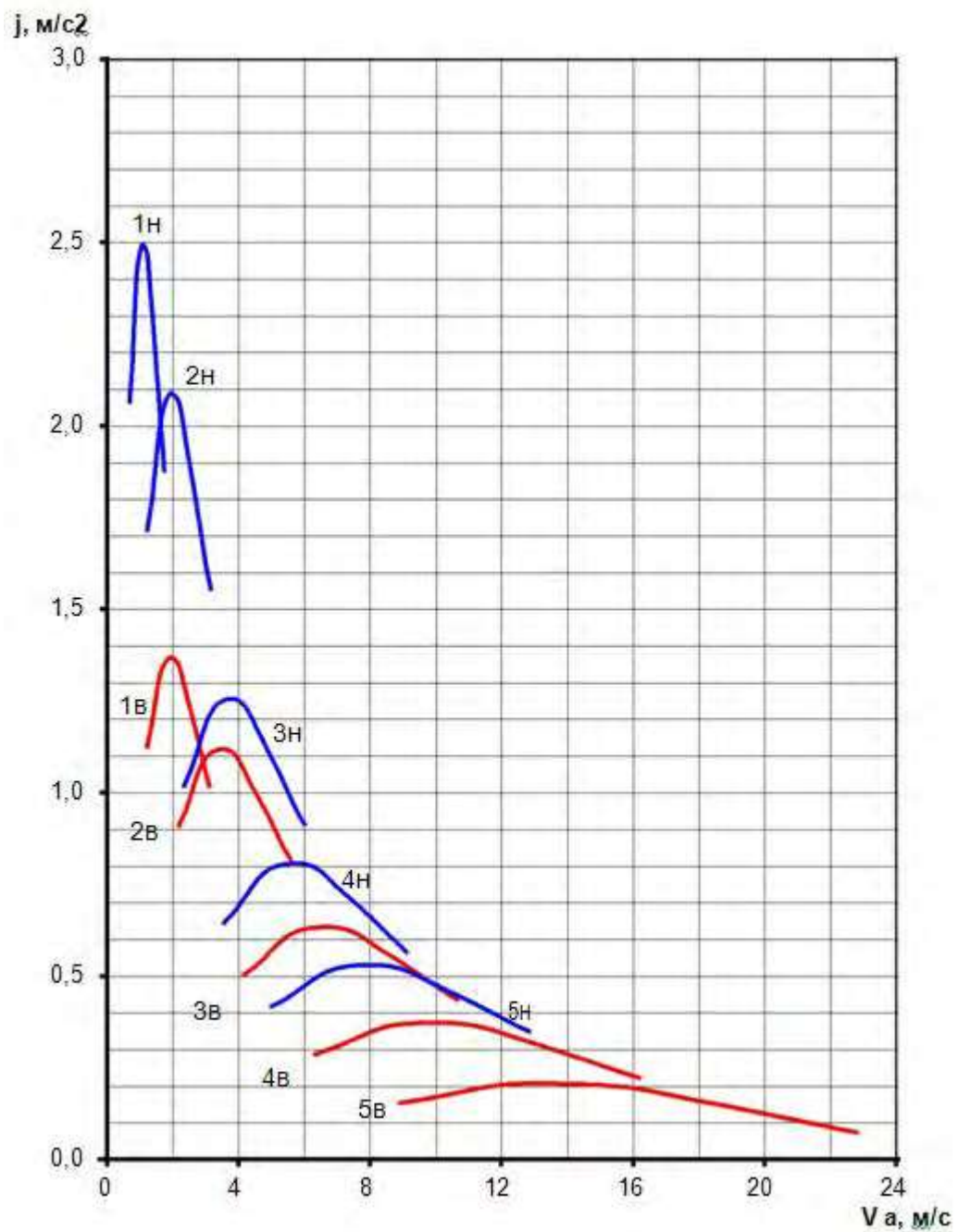


Рисунок 2.4 - Ускорения автомобиля Урал-4320

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

23.05.01.2018.668 ПЗ

Лист

53

## 2.10 Время и путь разгона автомобиля

Время и путь разгона определяем графоаналитическим способом. Кривую ускорений разбиваем на ряд отрезков и считаем, что в каждом интервале скорости автомобиль разгоняется с постоянным ускорением, то есть:

$$j_{cp} = 0,5(j_i + j_{i+1}), \quad (2.25)$$

где  $j_{cp}$  – среднее ускорение в выбранном интервале скоростей,  $m/c^2$ ;

$j_i$  и  $j_{i+1}$  – ускорения соответственно в начале и конце выбранного интервала скоростей,  $m/c^2$ ;

$i$  – номер рассматриваемого интервала.

При изменении скорости, например, от  $V_i$  до  $V_{i+1}$  среднее ускорение можно рассчитать также по формуле:

$$j_{cp} = \frac{v_{i+1} - v_i}{t_i}, \quad (2.26)$$

где  $t_i$  – время разгона автомобиля в интервале скоростей от  $V_i$  до  $V_{i+1}$ ,

с.

Из формулы (х) находим время разгона в  $i$ -м интервале скоростей:

$$t_i = \frac{V_{i+1} - V_i}{j_{cp}} \quad (2.27)$$

Тогда общее время разгона автомобиля можно определить как

$$t = \sum_{n=1}^i t_i \quad (2.28)$$

где  $t$  – время разгона автомобиля в интервале скоростей от  $V_{min}$  до  $V_{max}$ ,

с;

$n$  – количество интервалов.

При расчёте пути разгона приближённо считаем, что в каждом интервале изменения скорости автомобиль движется равномерно со средней скоростью  $V_{cp}$ , которая определяется по формуле:

$$V_{cp} = 0,5(V_i + V_{i+1}), \quad (2.29)$$

где  $V_{cp}$  – средняя скорость в интервале от  $V_i$  до  $V_{i+1}$ ,  $m/c$ .

Исходя из этого допущения, путь разгона в интервале скоростей от  $V_i$  до  $V_{i+1}$  можно определить как:

					<i>23.05.01.2018.668 ПЗ</i>	Лист
						54
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

$$S_i = V_{cp} \cdot t_i, \quad (2.30)$$

где  $S_i$  – путь, пройденный автомобилем за время  $t_i$ , м.

Тогда общий путь разгона автомобиля за время  $t$  определяется по формуле:

$$S = \sum_{i=1}^n S_i \quad (2.31)$$

где  $S$  – общий путь разгона, пройденный за время  $t$ , м.

При разгоне с места отсчёт ведём от скорости, соответствующей минимально устойчивому числу оборотов коленчатого вала двигателя.

По мере приближения скорости автомобиля к максимальной, ускорение приближается к нулю. Это означает, что время разгона автомобиля до максимальной скорости, определяемое пересечением кривой ускорения с осью абсцисс, теоретически бесконечно велико. Однако разгон становится практически не ощутим при скорости автомобиля, равной 0,9 - 0,95  $V_{max}$ . Поэтому время и путь разгона определяются обычно до скорости на 5 - 10 % меньше максимальной.

Графики времени и пути разгона представлены на рисунке 2.5.

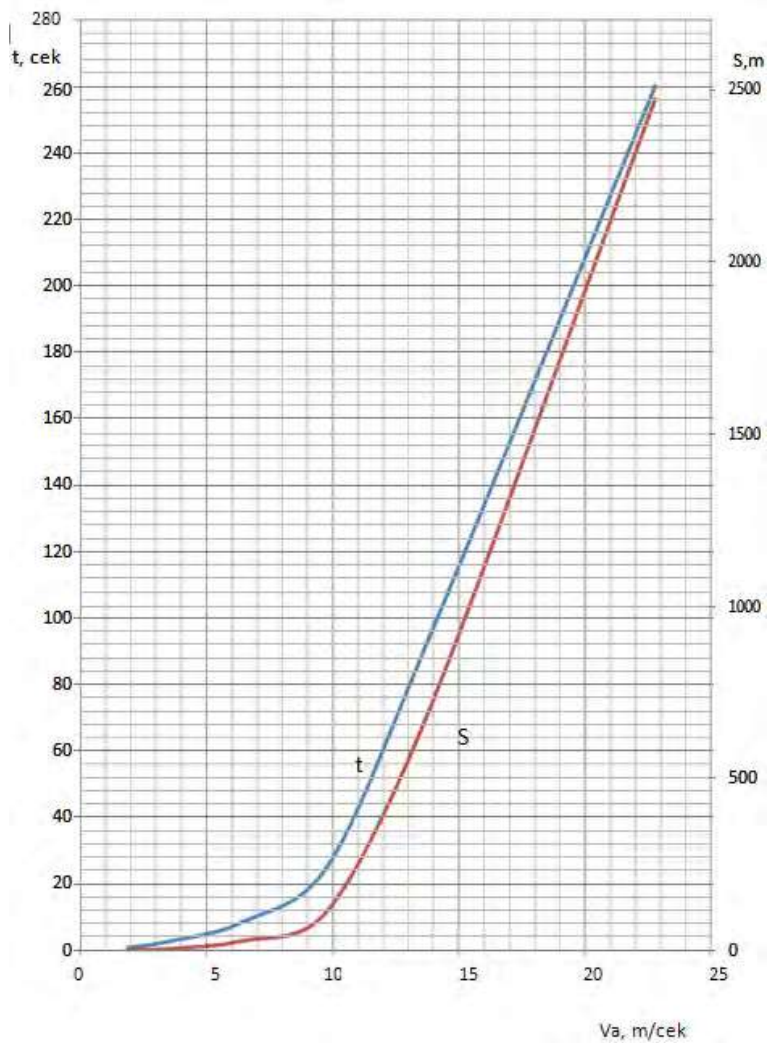


Рисунок 2.5 - Время и путь разгона автомобиля

### 2.11 Угол подъёма автомобиля

Максимальный угол подъёма автомобиля по тяге определяем по формуле:

$$\alpha_{max} = \arcsin \frac{D_{max} - f \sqrt{1 - D_{max}^2 + f^2}}{1 + f^2} \quad (2.32)$$

где  $D_{max}$  – максимальный угол подъёма автомобиля по тяге, °.

$$\alpha_{max} = \arcsin \frac{0,297 - 0,018 \sqrt{1 - 0,297^2 + 0,018^2}}{1 + 0,018^2} = 21,9^\circ$$

Максимальный угол подъёма по сцеплению определяем по формуле:

					Лист
					56
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	23.05.01.2018.668 ПЗ

$$\alpha_{\max\varphi} = \arctg\left(\frac{m_{\varphi}}{m_a} \cdot \varphi - f\right) \quad (2.33)$$

где  $a_{\max j}$  – максимальный угол подъема автомобиля по сцеплению, °.

$$a_{\max j} = 28,3^{\circ}.$$

					<i>23.05.01.2018.668 ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		<i>57</i>

## **Вывод по разделу два**

Выполнив все необходимые расчеты, пришли к выводу, что двигатель ЯМЗ-236 полностью соответствует требованиям эксплуатации. Компоновка данного двигателя также соответствует экологическому классу, благодаря рециркуляции отработавших газов.

Конструкция двигателя, мощностные показатели и экологическая характеристика наиболее подходящая, так как согласуются с капотной и безкапотной компоновкой автомобиля Урал.

					<i>23.05.01.2018.668 ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		58

### 3 КОНСТРУКТОРСКИЙ РАЗДЕЛ

#### 3.1 Анализ существующих термостатов

Двигатель может быть оборудован различными вариантами исполнения терморегулятора, среди которых отмечают:

- термостат с одним клапаном (одноклапанный);
- двухступенчатый термостат;
- устройство с двумя клапанами (двухклапанный термостат);
- термостат с электронным управлением.

#### 3.2 Установка электронного термостата на Урал-4320

##### 3.2.1 Существующая схема

Температура охлаждающей жидкости регулируется двумя термостатами, размещенными в корпусе сервисного модуля (рис. 3.1).

Температура начала открытия основного клапана  $82\pm 2^{\circ}\text{C}$ .

Ход основного клапана термостатов (полное открытие) не менее 8,5 мм достигается при температуре охлаждающей жидкости  $97\pm 2^{\circ}\text{C}$ .

					<i>23.05.01.2018.668 ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		59



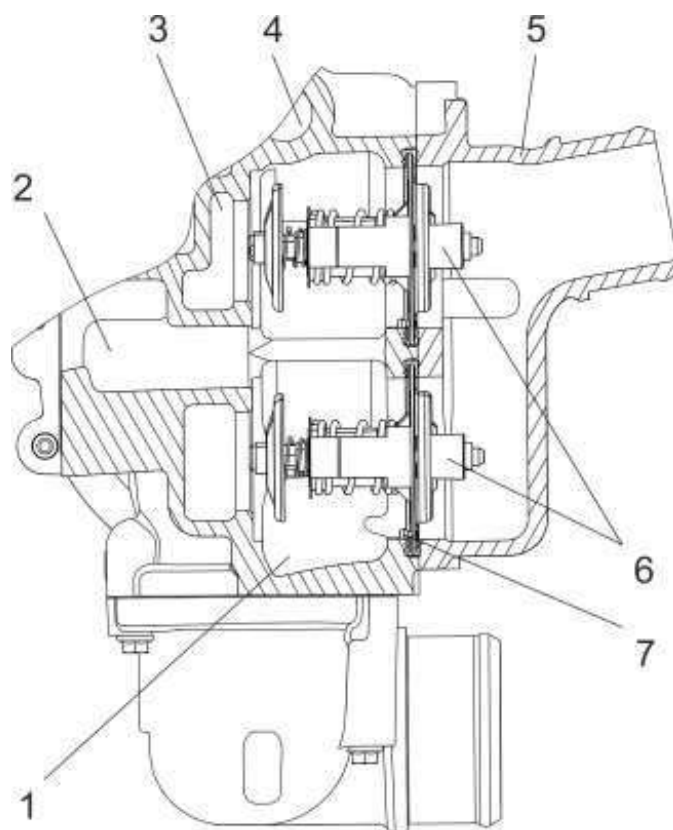


Рисунок 3.1 – Расположение термостатов в сервисном модуле:  
 1 - канал подвода ОЖ от теплообменника трансмиссии; 2 - канал подачи ОЖ от водяного насоса к ЖМТ; 3 - канал подвода ОЖ из двигателя; 4 - канал масляный; 5 - патрубок отвода ОЖ в радиатор; 6 - термостаты; 7 – дренажный клапан

### 3.2.2 Установка электронного термостата

После установки электронного термостата

Создание системы охлаждения двигателя с электронным регулированием имело целью оптимизировать температуру охлаждающей жидкости в соответствии с нагрузкой двигателя.

В соответствии с программой оптимизации, заложенной в память блока управления двигателем, посредством действия термостата и вентиляторов достигается требуемая рабочая температура двигателя.

Таким образом, температура охлаждающей жидкости приведена в соответствии с нагрузкой двигателя.

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

23.05.01.2018.668 ПЗ

Лист

60

## Преимущества

При оптимизации температуры охлаждающей жидкости в соответствии с текущей нагрузкой двигателя достигается:

- уменьшение расхода топлива при частичной нагрузке двигателя;
- уменьшение содержания окиси углерода и несгоревших углеводородов в отработавших газах.

Необходимые конструктивные изменения современных систем охлаждения:

- размеры изменений минимальны;
- в блок управления двигателем дополнительно закладывается программа оптимизации температуры охлаждающей жидкости.

Принципиальное отличие электронного термостата от обычного одноклапанного в сопротивлении, установленном в плавком элементе, что показано на рисунке 3.2.

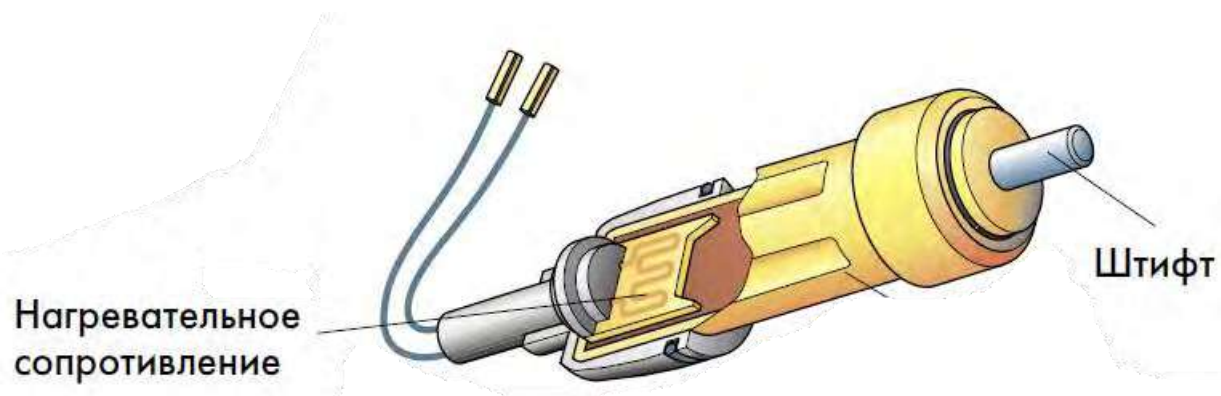


Рисунок 3.2 - Изображение электронного термостата

После установки электронного термостата становится возможен более точный контроль температуры охлаждающей жидкости, что приводит к снижению расхода топлива и улучшает экологические характеристики автомобиля.

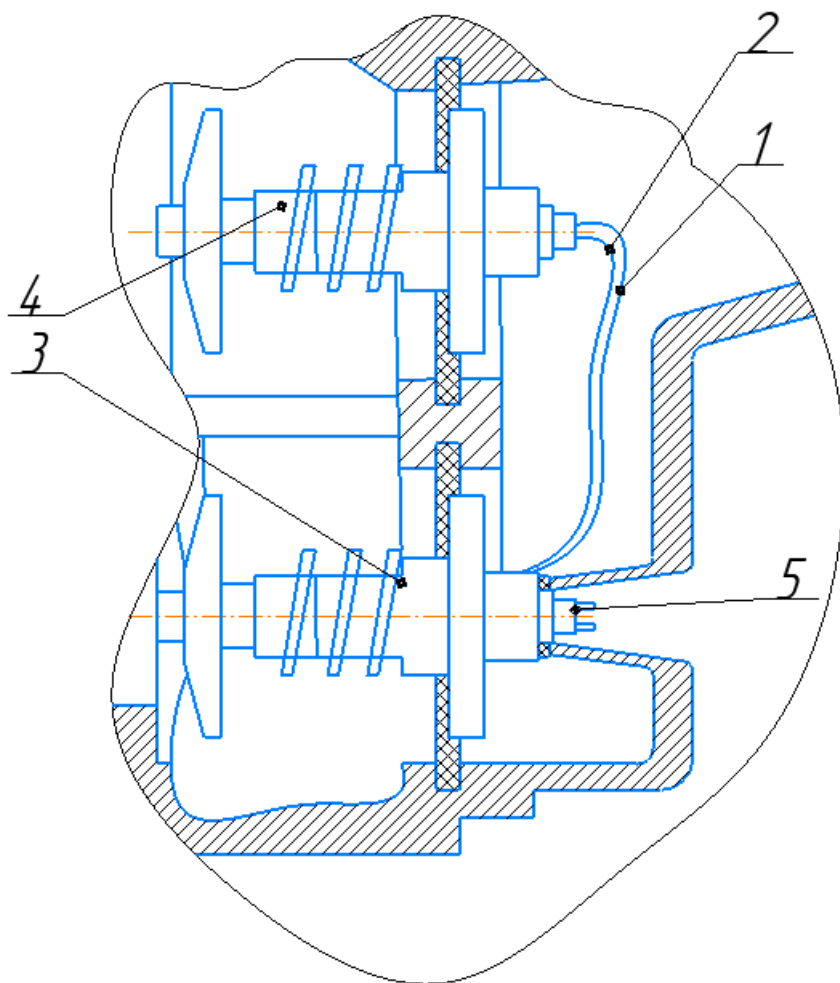


Рисунок 3.3 - Сервисная коробка после установки электронных термостатов:

1,2-соединительные провода; 3,4-электронные термостаты; 5-штекерное гнездо

### 3.2.3 Тепловой расчет двигателя

Для теплового расчета двигателя были приняты исходные данные:

Тип двигателя - дизельный

Частота вращения коленчатого вала -  $n_e$ ,  $\text{мин}^{-1}$  - 1000

Давление окружающей среды -  $P_0$ , МПа - 10

Температура окружающей среды -  $T_0$ , К - 290

Степень сжатия -  $\alpha$  - 15,5

Коэффициент избытка воздуха -  $\epsilon$  - 1,48

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

23.05.01.2018.668 ПЗ

Лист

62

Повышение температуры заряда на впуске -  $\Delta T$  -15

Коэффициент выделения тепла при сгорании топлива -  $\zeta$  0,8

Степень повышения давления -  $\lambda$  -2

Коэффициент скругления индикаторной диаграммы -  $\nu$  - 0,94

Число цилиндров -  $\eta$  -6

Рабочий объем одного цилиндра -  $V_h$ , л - 11,15

Расположение цилиндров – V-образное, 90°

Углеродный состав топлива:

углерод - C =86%

водород - H2 = 13,5%

кислород - O2 =0,5 %

Расчет основных параметров рабочего процесса двигателя

### 3.2.3.1 Процесс впуска.

Процесс впуска характеризуется давлением в конце впуска -  $P_a$  , температурой в конце впуска -  $T_a$  , коэффициентом наполнения, значения которых определяются по формулам:

$$P_a = P_o - \Delta P_a , \text{ МПа}, \quad (3.1)$$

где  $\Delta P_a$  - потери давления на впуске, МПа, равные:

$$\Delta P_a = 0,1 \cdot P_o$$

Температура -  $T_k$  определяется по формуле:

$T_k = T_o \cdot (P_k/P)^{(n_k - 1)/n_k}$ , где  $n_k = 1.5$  - показатель политропы сжатия воздуха в компрессоре (нагнетателе).

Температура в конце такта впуска определяется по формуле:

$$T_a = \frac{T_o}{1 - \frac{P_r T_o}{\varepsilon P_a T_r}} \quad (3.2)$$

где  $T_r$  - температура газов в конце такта выпуска значение, которой определяется из соотношения:

- для дизелей  $T_r = T_o / 0,4$ .

$T'o = T0 + \Delta T$  - температура подогрева свежего заряда, К;

$P_r = 1,2 \cdot P_o$  - давление остаточных газов в конце акта выпуска, МПа.

									Лист
									63
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата					

23.05.01.2018.668 ПЗ

Коэффициент наполнения определяется по формуле:

$$\eta_V = \frac{T_0 \cdot (P_a \cdot \varepsilon - P_\Gamma)}{[P_0 \cdot T_0 (\varepsilon - 1)]} \quad (3.3)$$

### 3.2.3.2 Процесс сжатия.

Для определения значения давления -  $P_c$ , МПа и температуры -  $T_c$ , °К в конце такта сжатия используются зависимости:

$$P_c = P_a \cdot \varepsilon^{n_1} \quad (3.4)$$

$$T_c = T_a \cdot \varepsilon^{n_1 - 1} \quad (3.5)$$

где  $n_1$  - показатель политропы сжатия в цилиндре, определяемый по формуле:

$$n_1 = 1.4 - 100/n_e \quad (3.6)$$

здесь  $n_e$  - максимальные обороты коленчатого вала двигателя, принимаемые для расчета по справочным данным, мин-1.

### 3.2.3.3 Процесс сгорания.

Для расчета процесса сгорания определяется количество воздуха, необходимое для сгорания топлива. С целью определения теоретического количества воздуха в кг, необходимого для сгорания 1 кг топлива, используется зависимость:

$$l_0 = \frac{1}{0.23} \left( \frac{8}{3} C + 8H_2 - O_2 \right) \quad (3.7)$$

где  $C$ ,  $H_2$  и  $O_2$  - элементы углеводородного состава топлива, принимаемые таким образом, чтобы сумма всех трех значений составляла 100 %.

Действительное количество воздуха, поступившее в двигатель для сгорания одного кг топлива, определяется по формуле:

$$\mu_1 = \alpha \cdot L_0, \text{ кмоль.} \quad (3.8)$$

Коэффициент остаточных газов равен:

$$\gamma = \frac{P_\Gamma \cdot T_0}{P_0 \cdot T_\Gamma \cdot \eta_V \cdot (\varepsilon - 1)} \quad (3.9)$$

Число киломолей остаточных газов:

					<i>23.05.01.2018.668 ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		64

$$\mu_{\Gamma} = \gamma \cdot \mu_1, \text{ кмоль} \quad (3.10)$$

Число киломолей газа, находящегося в цилиндре двигателя в конце сжатия:

$$\mu_c = \mu_1 + \mu_{\Gamma}, \text{ кмоль} \quad (3.11)$$

Число киломолей продуктов сгорания:

$$\mu_2 = \mu_1 + \text{H}_2 / 4 + \text{O}_2 / 32 \quad (3.12)$$

Общее число киломолей продуктов сгорания и остаточных газов:

$$\mu_z = \mu_2 + \mu_{\Gamma} \quad (3.13)$$

Действительный коэффициент молекулярного изменения продуктов сгорания вычисляется по формуле:

$$\mu = \frac{\mu_z}{\mu_c} \quad (3.14)$$

Теплоемкость свежепоступившего заряда воздуха в цилиндр двигателя и участвующего в процессе сжатия равна:

$$C_{v_c} = 20,76 + 1,74 \cdot 10^{-3} T_c, \text{ кДж/(кмоль К)} \quad (3.15)$$

Потери тепла в связи с неполнотой сгорания топлива

$$\Delta H_u = 119600 L_0(1 - \alpha), \text{ кДж/кг} \quad (3.16)$$

Низшая теплота сгорания жидкого топлива:

$$H_u = 339 C + 1040 H - 109 (O - S), \text{ кДж/кг} \quad (3.17)$$

Значение давления в конце процесса сгорания, равно:

$$P_z = \lambda P_c \text{ МПа} \quad (3.18)$$

### 3.2.3.4 Процесс расширения.

Степень предварительного расширения для двигателей с впрыском топлива, дизелей определяется по формуле:

$$\rho = \frac{\mu \cdot T_z}{\lambda \cdot T_c} \quad (3.19)$$

Давление и температура в конце такта расширения равны:

$$P_B = \frac{P_z}{\delta^{n_2}}, \text{ МПа} \quad (3.20)$$

$$T_B = \frac{T_z}{\delta^{n_2 - 1}} \quad (3.21)$$

Полученные данные приведены в таблице 3.1.

					<i>23.05.01.2018.668 ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		65

Таблица 3.1 – Данные, полученные при расчетах

Расчетные параметры	Значения
$P_a$ , МПа,	0,08
$T_a$ , К	337
$P_c$ , МПа,	4,7
$T_c$ , К	756
$P_z$ , МПа,	9,2
$T_z$ , К	2100
$P_b$ , МПа,	0,33
$T_b$ , К	1115
$\gamma$	0,04
$\mu$	1,04
$\rho$	1,6
$\eta_v$	0,89
$P_i$ , МПа	0,8
$P_e$ , МПа	1,34
$\eta_e$	0,38
$g_e$ , Г/(кВт•ч)	213

### **Вывод по разделу три**

Проведя необходимые расчеты получили, что использование электронного термостата снижает расход топлива при правильной калибровке. Двигатель более быстро прогревается, за счет чего снижается его износ и повышается надежность.

В программе заложено изменение температурного режима двигателя в зависимости от нагрузки и окружающей среды, что повышает комфорт.

					<i>23.05.01.2018.668 ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		<i>67</i>



## 4 ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ

Для детали - принимаю материал Сталь 40Х ГОСТ 4543-71. Данный вид стали является конструкционной углеродистой качественной машиностроительной сталью.

Химический состав и механические свойства стали конструкционной углеродистой качественной сортовой горячекатанной (по ГОСТ 1050-88) группа с нормальным содержанием марганца 0,5 - 0,8%. приводятся в таблице 4.1.

Таблица 4.1- Механические свойства стали 40Х

ГОСТ	Состояние поставки, режим термообработки	Толщина, мм	$\zeta_{0,2}$ (МПа)	$\zeta_{в}$ (МПа)	$\delta_5$ (%)	$\psi$ %	КСУ (кДж / м <sup>2</sup> )
4543-71	Лист. Закалка 860°C, масло. Отпуск 500°C, вода или масло	3	780	980	10	45	59

### 4.1 Операция 000. Заготовительная

Получение заготовки отрезанием болванки размерами 10x50 мм. от листа металла.

Резка металла — это операция по разделению металлических заготовок на части. В зависимости от формы и размеров заготовок резку проводят ручной ножовкой, ручными или рычажными ножницами.

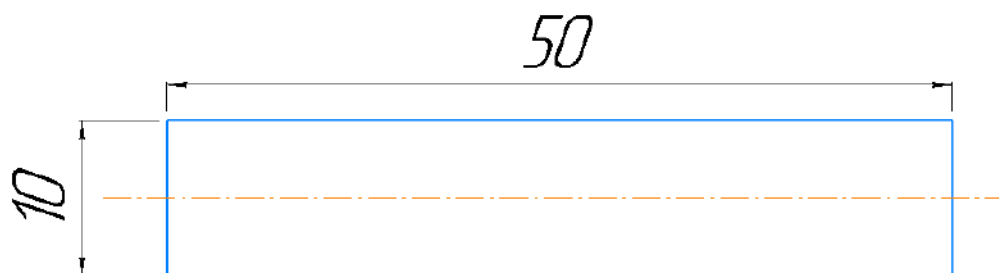


Рисунок 4.1 – Заготовка

					23.05.01.2018.668 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		68

## 4.2 Операция 005. Гибка кронштейна

Гибка - получение из заготовок деталей изогнутой формы. Для этого применяют специальные машины. Одни из них предназначены для изготовления цилиндрических или конических открытых с концов барабанов (обечаек), которые затем используют при производстве бочек, ведер, бункеров и других емкостей.

Гибка металла – это метод обработки листового металла, позволяющий придать предусмотренную заданием точную изогнутую форму любой по сложности детали, без проведения сварочных работ. Гибка металла производится с помощью листогибочных прессов с числовым программным управлением.

### Использование гибки металла

Получаемый в результате гибки металла бесшовный тип металлической конструкции обеспечивает монолитность конструкции, позволяет избежать коррозии металла в месте сварки. Специалисты отмечают высокую точность геометрии конструкций, полученных с помощью метода гибки металла. В настоящее время гибка металла выполняется при помощи автоматизированных гибочных машин. При изготовлении мелких или средних серий изделий методом гибки металла наиболее целесообразным является применение гидравлических листогибочных станков под управлением ЧПУ. Технологическому процессу подвергаются все стали и сплавы металлов допустимой толщины. Гибке не подвергают только самые хрупкие листы металла.

Как правило, гибочное оборудование используется вместе с лазерным станком, то есть первоначально вырезают саму деталь, а затем подвергают ее гибке.

### Технология процесса гибки металла

Гибка металла производится в специализированных гибочных штампах. При этом лист до упора размещают в самом прессе, прочно там закрепляют.

					<i>23.05.01.2018.668 ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		69

Под действием пресса, который расположен сверху заготовки, осуществляется сгибание.

В настоящее время многие компании предлагают большой выбор оборудования для гибки металла в промышленных условиях:

- гидравлические трубогибы с электронным управлением или ручным приводом;
- гибочные станки;
- станки для гибки арматуры и многие другие.

Современное оборудование широко используется при проведении строительных и монтажных работ. Применение специального оборудования для гибки металла позволяет выполнять большой объем работ в короткие сроки, значительным образом повышает качество гибки.

Усилие гибки  $P$  (в кг) без калибровки рассчитывают по формуле:

$$P = K_{\Gamma} B S \sigma_{\text{св}}, \quad (4.1)$$

где  $B=10$  — ширина детали в мм;  $S=3$  — толщина материала в мм;  $\zeta_{\text{св}}=980$  — временное сопротивление в кг/мм<sup>2</sup>;  $K_{\Gamma}$  — коэффициент, зависящий от схемы гибки и принимаемый для одноугловой гибки равным 0,2.

$$P=0,2 \cdot 10 \cdot 3 \cdot 980=5880 \text{ кг.}$$

Оборудование для выполнения этой операции: Вертикальный листогибочный пресс с ЧПУ MetalMaster HPJ-K.



Рисунок 4.2 - Вертикальный листогибочный пресс с ЧПУ MetalMaster HPJ-K

Листогибочные прессы серии НРЖ-К имеют жесткое (через трубчатый торсион) соединение двух силовых гидроцилиндров для синхронизации их работы. Жесткость прессы обеспечивается прочной, сварной рамой, прошедшей термическую обработку для снятия напряжений.

Мощные гидроцилиндры и надёжная гидравлическая система с компонентами, поставляемыми ведущими мировыми производителями, позволяют производить операции гибки с высокой скоростью и точностью.

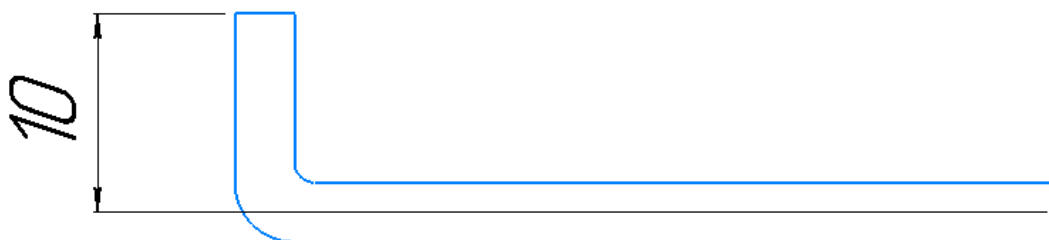


Рисунок 4.3 – Заготовка после операции 005

#### 4.3 Операция 010. Гибка кронштейна

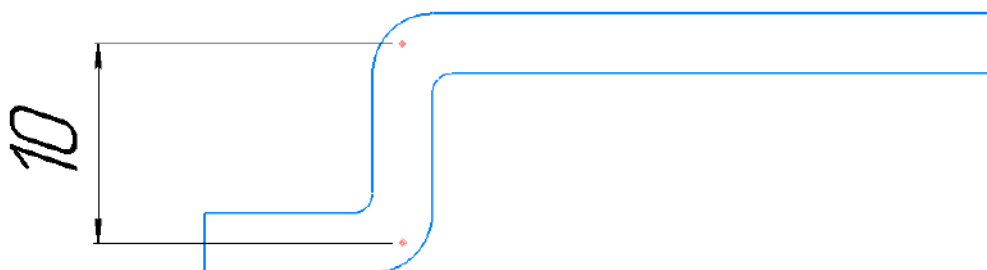


Рисунок 4.4 – Заготовка после операции 010

#### 4.4 Операция 015. Сверление кронштейна

Вторым после точения, самым распространенным видом механической обработки является сверление. К нему же приравнивается развертывание, зенковка, рассверливание. При расчете режимов резания можно, пренебрегая жесткостью системы обработки, представить, что это одновременное растачивание несколькими резцами, поэтому принцип расчета будет аналогичен токарной обработке.

Для сверления будем использовать вертикально-сверлильный модели 2Н135, рабочая часть сверла из стали Р6М5.

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

23.05.01.2018.668 ПЗ



Рисунок 4.5 – Вертикально-сверлильный модели 2Н135

Частота вращения шпинделя ( $\text{мин}^{-1}$ ): 31,5; 45; 63; 90; 125; 180; 250; 355; 500; 710; 1000; 1440.

Подача (мм/об): 0,1; 0,14; 0,2; 0,28; 0,4; 0,56; 0,8; 1,12; 1,6.

Максимальная осевая сила резания, допускаемая механизмом станка 1500кг (1500Н).

1) Глубина резания при сверлении в сплошном материале равна половине диаметра сверла  $t=D/2$ .

2) Выбираем сверло  $\varnothing 6$  мм нормальной заточки с подточкой перемычки (Нормальная-НП).

3) Выбор подачи (для 217НВ), диаметра сверления 6мм. Подача табличная- 0,23...0,32 мм/об. Принимаем среднее значение подачи, равное 0,27мм/об.

4) По паспорту станка подача корректируется до  $S_{ст}=0,28$  мм/об.

5) Проверку по максимальной осевой силе резания проводить не требуется, так как диаметр сверления меньше максимального  $\varnothing 35$  мм.

6) Скорость резания определяется по эмпирической зависимости.

$$V = (C_v \cdot D^q \cdot K_v) / (T^m \cdot t^x \cdot S^y) \cdot K_v, \quad (4.2)$$

где  $C_v = 9,8$ ;  $q=0,4$ ;  $y=0,5$ ;  $x=0$ ;  $m=0,20$ .

$$K_v = K_{пв} \cdot K_{ув} \quad (4.3)$$

$$K_{пв} = 1,0 \cdot (750/750) = 1,0$$

					Лист
					72
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	23.05.01.2018.668 ПЗ

При подстановке в расчетную формулу получаем

$$V=(9,8 \cdot 20^{0,4}) / (60^{0,2} \cdot 0,28^{0,5}) = (9,8 \cdot 3,31) / (2,26 \cdot 0,529) \cdot 0,8 = 21,7 \text{ м/мин.} \quad (4.4)$$

7. Частота вращения шпинделя

$$n=(1000 \cdot V) / (\pi \cdot D) = (1000 \cdot 21,7) / (3,14 \cdot 6) = 1151,6 \text{ мин}^{-1}. \quad (4.5)$$

8. По паспорту станка  $n_{ст} = 1000 \text{ мин}^{-1}$ .

9. Действительная скорость резания

$$V_d = (\pi \cdot D \cdot n_{ст}) / 1000 = (3,14 \cdot 20 \cdot 1000) / 1000 = 31,4 \text{ м/мин.} \quad (4.6)$$

10. Момент и мощность на резание рассчитываются по эмпирическим форм-лам:

$$M_{кр} = 10 \cdot C_m \cdot D^q \cdot s^y \cdot K_p \quad (4.6)$$

$$N_э = (M_{кр} \cdot \pi) / 9750, \quad (4.7)$$

где  $C_m = 0,0345$ ;  $q = 2,0$ ;  $y = 0,8$ ;  $K_p = 0,75$ ;

$$K_p = K_{mp} = (\zeta_v / 750)^p = (980 / 750)^{0,75} = 1,22. \quad (4.8)$$

$$M_{кр} = 10 \cdot 0,0345 \cdot 20^{2,0} \cdot 0,28 \cdot 1,22 = 60,6 \text{ Н}\cdot\text{м} \quad (4.9)$$

$$N_э = (60,6 \cdot 1000) / 9750 = 2,8 \text{ кВт.} \quad (4.10)$$

Потребная мощность 2,8 кВт и меньше мощности, развиваемой на шпинделе  $4,5 \cdot 0,8 = 3,6 \text{ кВт}$ .

11. Основное технологическое время на обработку отверстия

$$T_0 = (L + l) / (n_{см} \cdot s_{см}); \quad T_0 = (40 + 8) / (1000 \cdot 0,28) = 0,17 \text{ мин.} \quad (4.11)$$

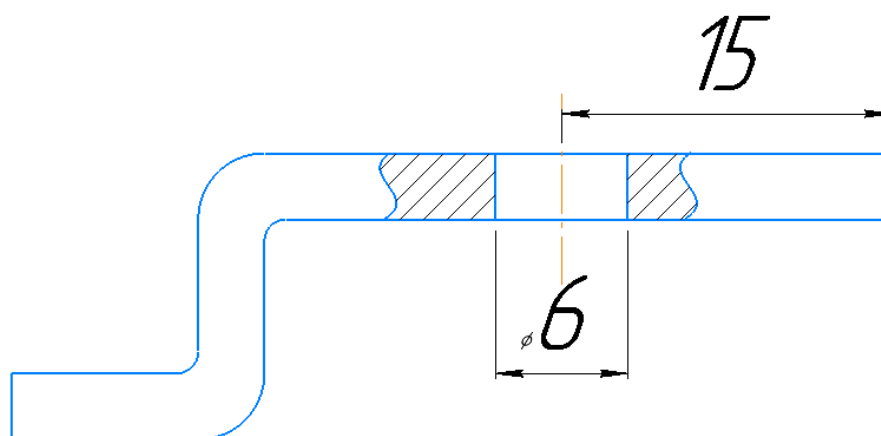


Рисунок 4.6 – Готовый кронштейн

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

23.05.01.2018.668 ПЗ

Лист

73

## Вывод по разделу четыре

Проведены необходимые технологические расчеты для изготовления кронштейна.

					23.05.01.2018.668 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		74

## 5 ЭКОНОМИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ

### 5.1 Себестоимость проектируемого автомобиля

Себестоимость автомобиля «Урал 4320» – 2 579 000 руб. с НДС.

Стоимость устанавливаемых агрегатов и узлов представлена в таблице 5.1.

Перечень основных материалов представлен в таблице 5.1.

Таблица 5.1 – Основные материалы

Наименование узла	Кол-во, шт.	Стоимость, руб.	в т.ч. НДС, руб. (18%)	Стоимость без НДС, руб.
Автомобиль Урал 4320	1	2 579 000	464 200	2 114 800
Электронный термостат	1	23 000	4 140	18 860
Итого		2 602 000	468 340	2 133 660

Таким образом, материальные затраты на единицу продукции составляют 2 133 660 руб. без НДС.

Сборка технического средства будет производиться бригадой из 3 человек (табл. 5.2). Длительность производственного процесса 1 день.

Таблица 5.2– Рабочие, непосредственно занятые производством продукции

Наименование	Разряд	Кол-во, чел.	Часовая тарифная ставка, руб./час
Оператор гибочного комплекса	4	1	120
Сварщик	6	1	115
Слесарь сборщик	4	1	100

Затраты на оплату труда рассчитаны исходя из положения о составе затрат предприятия (таблицы 5.3, 5.4).



Таблица 5.3 - Расчет заработной платы производственных рабочих

Показатель	Ед. изм.	Рабочие производственные
1 Тариф на заработную плату	Руб. за час	120
2 Отработанное время	н/ч.(трудоемкость)	168
3 Заработная плата	Руб.	20160
4 Премия 20%	Руб.	4032
6 Район. надбавка 15%	Руб.	3628
7 Основная заработная плата	Руб.	27820
8 Отчисления ФСС	Руб.	8346
9 Заработная плата без ФСС		19474

Таблица 5.4 – Численность производственных рабочих, заработная плата и отчисления ФСС по проекту

Наименование показателей	Ед. измерен.	1 год	2 год	3 год
1 Численность работающих по проекту, всего				
в том числе:	чел.	3	3	3
1.1 Производственные рабочие, непосредственно занятые производством продукции	чел.	3	3	3
2 Затраты на оплату труда производственных рабочих	руб.	701064	701064	701064
2.1 заработная плата	руб.	490745	490745	490745
2.2 отчисления ФСС (30%)	руб.	210319	210319	210319

На основании рассчитанных норм расхода материалов в таблице 5.5 представлена калькуляция на автомобиль.

Материальные затраты - это затраты на основные материалы (табл. 5.1).

Общепроизводственные расходы - это затраты на содержание, организацию и управление производствами (основным, вспомогательным, обслуживающим) (45% от заработной платы производственных рабочих). К ним относятся:

- стоимость материалов, запчастей, использованных для обслуживания и ремонта производственного оборудования;
- затраты на оплату труда сотрудников, занятых обслуживанием производства (мастеров, начальников цехов, технологов, рабочих, осуществляющих

техническое обслуживание и ремонт технологического оборудования), с отчислениями на социальные нужды;

- амортизационные отчисления и затраты на ремонт основных средств и иного имущества, используемого в производстве;

- расходы на демонтаж оборудования, затраты на материалы, детали, покупные полуфабрикаты, используемые при наладке оборудования;

- расходы, связанные с эксплуатацией основных средств, непосредственно задействованных в производстве;

- амортизационные отчисления по нематериальным активам, используемым в производстве;

- стоимость недостач и потерь от простоев, порчи ценностей в производстве и на складах и т. п.

Общехозяйственные расходы - расходы, непосредственно не связанные с производственным процессом (28% от заработной платы производственных рабочих). К ним относятся:

- административно-управленческие расходы;

- содержание общехозяйственного персонала;

- амортизационные отчисления и расходы на ремонт основных средств управленческого и общехозяйственного назначения;

- арендная плата за помещения общехозяйственного назначения;

- расходы по оплате информационных, аудиторских, консультационных и т.п. услуг;

- другие аналогичные по назначению управленческие расходы.

Затраты на оплату труда - это заработная плата рабочих (табл. 5.3).

Отчисления ФСС – это обязательные страховые взносы в Фонды социального страхования, составляют 30% от заработной платы (табл. 5.3).

Коммерческие расходы – это затраты, связанные с продажей продукции, товаров, работ, услуг (0,5% от производственной себестоимости).

К коммерческим расходам относятся издержки:

- на затаривание и упаковку;

					<i>23.05.01.2018.668 ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		<i>77</i>

- по доставке, погрузке и т.п.;
- на комиссионные сборы (отчисления), уплачиваемые посредническим организациям;
- по аренде и содержанию помещений для хранения и продажи продукции (товаров);
- на хранение товаров;
- по оплате труда продавцов;
- на рекламу;
- на представительские расходы;
- на иные аналогичные по назначению расходы.

Норма прибыли может определяться исходя из различных критериев, например по относительному показателю – рентабельности продукции, либо исходя из соотношения спроса и предложения. Для упрощения расчетов норма прибыли установлена в размере 30% от полной себестоимости.

Таблица 5.5 – Калькуляция на автомобиль

№	Статья	Сумма (руб.)
1	Сырье и материалы	2 133 660
2	Расходы на оплату труда	58 422
3	Отчисления ФСС	17 526
4	Общепроизводственные расходы	26 289
5	Общехозяйственные расходы	21 803
6	Производственная себестоимость	2 256 980
7	Коммерческие расходы	11 284
8	Полная себестоимость	2 268 264
9	Прибыль 30% от полной себестоимости	680 479
10	Цена	2 948 743
11	Налог на добавленную стоимость НДС	530 773
12	Цена реализации	3 479 516

Общие затраты на производство и сбыт продукции за 3 года составят 27 219 175 рублей.

Таблица 5.6 - Общие затраты на производство и сбыт продукции

Наименование показателей	1 год	2 год	3 год
1 Материальные затраты	25 603 920	25 603 920	25 603 920
3 Общехозяйственные затраты	252 996	252 996	252 996
4 Общепроизводственные затраты	315 468	315 468	315 468
5 Затраты на оплату труда	701 064	701 064	701 064
6 Отчисления ФСС	210 319	210 319	210 319
7 Коммерческие затраты	135 408	135 408	135 408
8 Всего затрат	27 219 175	27 219 175	27 219 175

Планируемый объем составляет 12 машин в год. В основе плана объема производства и реализации – портфель заказов исследуемого предприятия.

Суммарные затраты на весь объем выпуска представляют собой все статьи затрат, представленные в калькуляции на единицу продукции (табл. 5.5) умноженные на плановый объем производства в натуральном выражении.

#### 5.2 Капитальные вложения.

Капитальные вложения - инвестиции в основной капитал (основные средства), в том числе затраты на новое строительство, реконструкцию и техническое перевооружение действующих предприятий, приобретение машин, оборудования, инструмента, инвентаря, проектно-изыскательские работы и другие затраты.

Необходимо указать, как будет осуществлен производственный процесс: на действующих производственных мощностях, либо необходимо дополнительное расширение, строительство или аренда производственных площадей. Также необходимо обосновать наличие необходимого оборудования.

Оборудование, которое необходимо докупить представлено в таблице 5.7.

Таблица 5.7 –Оборудование

Наименование	Кол-во	Цена с НДС, руб.
Листогибочный станок Stalex EB 625x1.6 373401	1	161 370
Сварочный инверторный полуавтомат Аугога PRO SPEEDWAY 160 IGBT 16335	1	28 500
Итого:		189 870

Стоимость расходов по доставке и монтажу оборудования составляют 10% от стоимости оборудования 18 987 руб.

Итого капитальные вложения составят 192 720 руб.

Таблица 5.8 – Капитальные вложения

Наименование показателей	Всего по проектно-сметной документации, тыс. руб.	Выполнено на момент начала работ, тыс. руб.	Подлежит выполнению до конца проекта, тыс. руб.
Капитальные вложения по утвержденному проекту, всего	192 720	0	192 720
в том числе:			
строительно-монтажные работы	18 987	0	18 987
оборудование	189 870	0	189 870
прочие затраты	0	0	0

По приобретаемому оборудованию должна начисляться амортизация.

Амортизация - это перенесение по частям стоимости основных средств и нематериальных активов по мере их физического или морального износа на стоимость производимой продукции (работ, услуг).

Активы, в отношении которых начисляется амортизация должны обладать стоимостью в пределах лимита, установленного в учетной политике организации, но не более 40 000 рублей за единицу.

Начисление амортизации объектов основных средств производится одним из следующих способов:

- линейный способ;
- способ уменьшаемого остатка;
- способ списания стоимости по сумме чисел лет срока полезного использования;

- способ списания стоимости пропорционально объему продукции (работ).

Применение одного из способов начисления амортизации по группе однородных объектов основных средств производится в течение всего срока полезного использования объектов, входящих в эту группу.

Годовая сумма амортизационных отчислений определяется:

- при линейном способе - исходя из первоначальной стоимости или (текущей (восстановительной) стоимости (в случае проведения переоценки) объекта основных средств и нормы амортизации, исчисленной исходя из срока полезного использования этого объекта;

- при способе уменьшаемого остатка - исходя из остаточной стоимости объекта основных средств на начало отчетного года и нормы амортизации, исчисленной исходя из срока полезного использования этого объекта и коэффициента не выше 3, установленного организацией;

- при способе списания стоимости по сумме чисел лет срока полезного использования - исходя из первоначальной стоимости или (текущей (восстановительной) стоимости (в случае проведения переоценки) объекта основных средств и соотношения, в числителе которого - число лет, остающихся до конца срока полезного использования объекта, а в знаменателе - сумма чисел лет срока полезного использования объекта.

В течение отчетного года амортизационные отчисления по объектам основных средств начисляются ежемесячно независимо от применяемого способа начисления в размере  $1/12$  годовой суммы.

Для упрощения расчетов рекомендуется использовать линейный способ начисления амортизации. (Амортизационные отчисления = Стоимость оборудования / Срок полезного использования по данной группе оборудования 15 лет).

Амортизационные отчисления будут начисляться по оборудованию, стоимость которого превышает 40 000 руб. (амортизационные отчисления в год = стоимость оборудования / срок полезного использования по данной группе оборудования 15 лет) (табл. 5.7). Результаты расчетов сводятся в таблицу 5.9.

					<i>23.05.01.2018.668 ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		<i>81</i>

Таблица 5.9 – Амортизационные отчисления

Наименование показателей	Аморт. от- числ.	1 год	2 год	3 год
1 Основные фонды (оборудование), всего	0	192 720	0	0
в том числе:				
1.1 здания и сооружения	0	0	0	0
1.2 оборудование	0	192 720	0	0
1.3 начисленная амортизация	56 961	18 987	18 987	18 987
2 Остаточная стоимость основных фондов по проекту	135 759			

### 5.3 Планирование программы производства и реализации продукции (работ, услуг)

Всего планируемый объем составляет 12 машин в год.

Выручка от реализации продукции, производимой и реализуемой по договорам, определяется путем умножения планово-расчетной цена реализации единицы каждого вида продукции на объем продаж каждого вида продукции в натуральном выражении.

Программа производства и реализации продукции представлена в таблице 5.10.

Таблица 5.10 - Программа производства и реализации продукции

Наименование показателей	Ед. измерен.	1 год	2 год	3 год
1 Объем производства в натуральном выражении	шт.	12	12	12
3 Объем реализации в натуральном выражении	шт.	12	12	12
3 Цена реализации за единицу продукции	руб.	3 479 516	3 479 516	3 479 516
4 Выручка от реализации продукции	руб.	44 994 192	44 994 192	44 994 192
4.1 в том числе НДС	руб.	8 098 954	8 098 954	8 098 954
4.2 Выручка без НДС	руб.	36 895 238	36 895 238	36 895 238

#### 5.4 Определение потребности в инвестициях, выбор источника финансирования

Инвестиционные затраты включают в себя вложения в основные материалы с учетом запаса на 1 квартал и капитальные затраты на приобретение оборудования.

Таблица 5.11 - Инвестиции

Статьи затрат	Всего по проекту	1 год
1 Капитальные вложения	192 720	192 720
2 Приобретение основных материалов	6 804 793	6 804 793
3 Итого - объем инвестиций	6 997 513	6 997 513

Источники финансирования проекта могут быть внутренними и внешними.

К внутренним источникам относятся:

- собственные денежные средства, сформированные от амортизации основного капитала, отчислений из прибыли на инвестиционные нужды, денежные средства, перечисленные от страховых компаний и др.;

- полученные средства от выпуска и продажи собственных акций;



- денежные средства, выделенные вышестоящими акционерными и холдинговыми компаниями;

- благотворительные вклады и др.

К внешним источникам инвестиций относятся:

- ассигнования из разных бюджетов и фондов, предоставленные средства на возвратной или безвозвратной основе;

- зарубежные инвестиции, которые предоставляются в виде материальных и нематериальных частей уставного капитала предприятия, либо в виде прямых денежных вложений международных объединений и финансовых институтов;

- разные виды заемных средств: кредиты банков, кредиты, которые даются государством и фондами поддержки предпринимательства с гарантией возврата денег, а также векселя.

В данном проекте денежные средства – собственные денежные средства.

### 5.5 Планирование финансовых результатов по проекту

Финансовые результаты - это совместный результат от производственной и коммерческой деятельности предприятия в виде выручки от реализации, а также конечный результат финансовой деятельности в виде прибыли от продаж, прибыли до налогообложения и чистой прибыли (табл. 5.12).

					<i>23.05.01.2018.668 ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		<i>84</i>

Таблица 5.12 – Финансовые результаты

Наименование показателей	1 год	2 год	3 год
1 Общая выручка от реализации продукции	44 994 192	44 994 192	44 994 192
2 НДС от реализации выпускаемой продукции	8 098 954	8 098 954	8 098 954
3 Общая выручка от реализации продукции по проекту без НДС	36 895 238	36 895 238	36 895 238
4 Затраты на производство и сбыт продукции	27 219 175	27 219 175	27 219 175
5 Амортизация	18 987	18 987	18 987
6 Прибыль по проекту	9 657 076	9 657 076	9 657 076
7 Погашение основного долга и выплата процентов за кредит	0	0	0
8 Прибыль до налогообложения	9 657 076	9 657 076	9 657 076
9 Налог на прибыль	1 931 415	1 931 415	1 931 415
10 Прибыль чистая	7 725 661	7 725 661	7 725 661
11 Платежи в бюджет	10 030 369	10 030 369	10 030 369

### 5.6 Оценка эффективности и окупаемости инвестиционного проекта

Оценка эффективности инвестиционного проекта основана на расчете денежных потоков по трем видам деятельности и показателей эффективности.

Денежные потоки предприятия по годам от операционной, финансовой и инвестиционной деятельности наглядно представлены в таблице 5.14.

Денежный поток состоит из притока (поступления денежных средств) и оттока (затраты, платежи). Сальдо денежного потока – это разность притока и оттока.

К притоку от операционной деятельности относится выручка от реализации услуг и начисленная амортизация по проекту. К оттоку по операционной деятельности относятся затраты на производство и сбыт продукции, налоги и платежи в бюджет.

К притоку от инвестиционной деятельности относятся собственные денежные средства на реализацию проекта, к оттоку относятся инвестиционные вложения.

К притоку от финансовой деятельности относятся кредиты и займы. К оттоку по финансовой деятельности относятся выплаты осинового долга и процентов по кредиту (в данном проекте отсутствуют).

Общее сальдо по всем видам деятельности должно быть положительно на всех расчетных шагах – это является обязательным условием финансовой реализуемости проекта.

Общее сальдо является чистым доходом по проекту. Так как чистый доход прогнозируется на несколько периодов (в данном примере на 3 года) необходимо привести стоимость всех выплат и поступлений к начальному моменту времени, т.е. продисконтировать. Дисконтирование является базой для расчетов стоимости денег с учётом фактора времени. Дисконтирование осуществляется путем умножения чистого дохода на коэффициент дисконтирования. Коэффициент дисконтирования находится по формуле:

$$a_t = 1/(1+E)^t, \quad (5.1)$$

где  $t$  – номер шага расчета,  $E$  – ставка дисконтирования.

В российской практике ставка дисконтирования рассчитывается как сумма ставки рефинансирования (ключевая ставка), устанавливаемой Центробанком РФ и поправки на риск. Размер поправки на риск устанавливается в соответствии с методическими рекомендациями по оценке инвестиционных проектов ВК477.

Ориентировочные величины поправок на риск неполучения предусмотренных проектом доходов представлены в таблице 5.13.

Таблица 5.13 - Ориентировочная величина поправок на риск неполучения предусмотренных проектом доходов

Величина риска	Пример цели проекта	Величина поправки на риск, %
Низкий	Вложения в развитие производства на базе освоенной техники	3 - 5
Средний	Увеличение объема продаж существующей продукции	8 - 10
Высокий	Производство и продвижение на рынок нового продукта	13 - 15
Очень высокий	Вложения в исследования и инновации	18 - 20

Ставка рефинансирования учитывает макроэкономические риски, а поправка на риск выбирается разработчиками инвестиционного проекта в зависимости от типа проектов.

Если инвестиционные вложения необходимы для увеличения объема продаж на базе существующей техники и технологии, то поправка на риск может быть минимальной, при внедрении инноваций поправка на риск должна быть максимальной.

В данном проекте ставка дисконтирования равна 16%.

К основным показателям, используемым для оценки эффективности проекта используются:

- чистый дисконтированный доход;
- индексы доходности инвестиций;
- срок окупаемости.

1) Чистый дисконтированный доход (ЧДД) рассчитан по формуле 5.2.

$$\text{ЧДД} = \sum_{t=1}^T (R_t - Z_t) \cdot a_t - \sum_{t=1}^T K_t \cdot a_t, \quad (5.2)$$

где  $R_t$  – поступления от реализации проекта, руб.;  $Z_t$  – текущие затраты на реализацию проекта, руб.;  $a_t$  – коэффициент дисконтирования;  $K_t$  – капитальные вложения в проект (инвестиции), руб.;  $t$  – номер временного интервала реализации проекта;  $T$  – срок реализации проекта (во временных интервалах).

Критерий эффективности инвестиционного проекта выражается следующим образом: ЧДД>0. Положительное значение чистого дисконтированного дохода говорит о том, что проект эффективен и может приносить прибыль в установленном объеме. Отрицательная величина чистого дисконтированного дохода свидетельствует о неэффективности проекта (т.е. при заданной норме прибыли проект приносит убытки предприятию и/или его инвесторам).

2) Индекс доходности инвестиций (ИД) рассчитывается по формуле 5.3.

$$\text{ИД} = \frac{\sum_{t=1}^T (R_t - Z_t) \cdot a_t}{\sum_{t=1}^T K_t \cdot a_t}, \quad (5.3)$$

Эффективным считается проект, индекс доходности которого выше единицы, т.е. сумма дисконтированных текущих доходов (поступлений) по проекту превышает величину дисконтированных капитальных вложений.

3) Срок окупаемости (Ток) рассчитывается по формуле 5.4.

$$T = \frac{K}{P_q + A} \leq T_{\text{эо}} \quad \text{или} \quad T = \frac{K}{D_q} \leq T_{\text{эо}}, \quad (5.4)$$

где Т – срок окупаемости инвестиционного проекта, годы; Р<sub>ч</sub> – чистые поступления (чистая прибыль) в первый год реализации инвестиционного проекта при равномерном поступлении доходов за весь срок окупаемости, руб.; К – полная сумма расходов на реализацию инвестиционного проекта, включая затраты на научно-исследовательские и опытно-конструкторские работы, руб.; Р<sub>і</sub> – чистые поступления (чистая прибыль) в і-м году, руб.; Т<sub>эо</sub> – экономически оправданный срок окупаемости инвестиций, определяется руководством фирмы субъективно, годы; А – амортизационные отчисления на полное восстановление в расчете на год реализации инвестиционного проекта при равномерном поступлении доходов за весь срок окупаемости, руб.; А<sub>і</sub> – амортизационные отчисления на полное восстановление в і-м году, руб.; D<sub>ч</sub> = Р<sub>ч</sub> + А - чистый доход в первый год реализации инвестиционного проекта при равномерном поступлении доходов за весь срок окупаемости, руб.

Таблица 5.14 – План денежных поступлений и выплат

Наименование показателей	1 год	2 год	3 год
<b>ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ ПО ПРОИЗВОДСТВУ И СБЫТУ ПРОДУКЦИИ (УСЛУГ)</b>			
1 Денежные поступления, всего	44 994 192	44 994 192	44 994 192
в том числе:			
1.1 Выручка	44 994 192	44 994 192	44 994 192
2 Денежные выплаты, всего	37 268 531	37 268 531	37 268 531
в том числе:			
2.1 Затраты по производству и сбыту продукции	27 219 175	27 219 175	27 219 175
2.2 Амортизация	18 987	18 987	18 987
2.3 Налоги и платежи в бюджет	10 030 369	10 030 369	10 030 369
3 Сальдо потока от деятельности по производству и сбыту продукции	7 725 661	7 725 661	7 725 661
<b>ИНВЕСТИЦИОННАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ</b>			
4 Приток средств	6 997 513	0	0
в том числе:			
4.1 Собственные денежные средства	6 997 513	0	0
5 Отток средств,	6 997 513	0	0
6 Сальдо потока от инвестиционной деятельности	0	0	0
<b>ФИНАНСОВАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ</b>			
7 Приток средств, всего	0	0	0
7.1 Кредиты, всего	0	0	0
8 Отток средств, всего	0	0	
8.1 Погашение основного долга по коммерческому кредиту	0	0	0
8.2 Уплата процентов за предоставленные средства			
9 Сальдо потока по финансовой деятельности	0	0	0
10 Общее сальдо потока по всем видам деятельности	7 725 661	7 725 661	7 725 661
11 Чистый доход	7 725 661	7 725 661	7 725 661
12 Инвестиции	6 997 513		
13 Ставка дисконтирования	0,16		
14 Коэффициенты дисконтирования	0,86	0,74	0,64
15 Приведенный эффект	6 644 068	5 716 989	4 944 423
16 Сумма приведенных	17 305 480		
17 Чистый дисконтированный доход	10 307 967		
18 Индекс доходности	2,4		

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата
------	------	----------	---------	------

23.05.01.2018.668 ПЗ

Лист

89

Определение срока окупаемости:

В первый год окупается 6 644 068 руб.

Во второй год необходимо окупить

6 997 513 руб.– 6 644 068 руб. = 353 445 руб.

Эта сумма окупится за

353 445 руб./ 5 716 989руб. = 0,06 года

Срок окупаемости 1 год 1 месяц.

Расчет точки безубыточности:

$$T_{\text{без}} = \frac{\text{Пост.затраты} \cdot 12}{\text{Цена без НДС} - \text{Перемен.затраты}} \quad (5.5)$$

$$T_{\text{без}} = \frac{47342 \cdot 12}{2\,948\,743 - 2\,220\,892} = 0,79 \approx 1 \text{ шт.}$$

Построим график безубыточности (рис. 5.1).

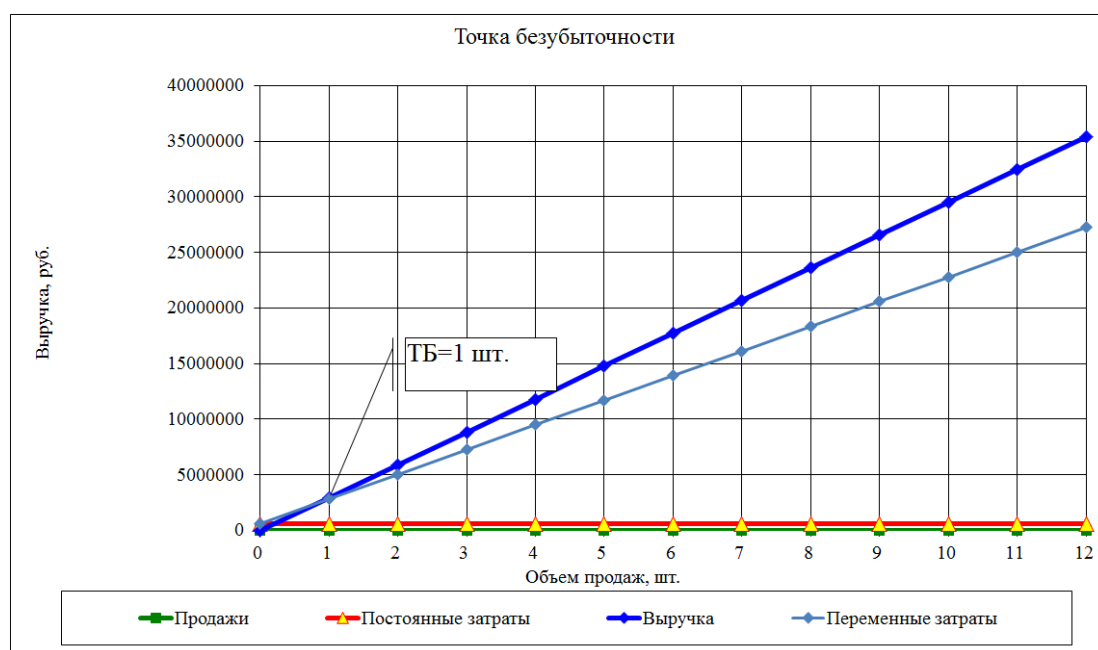


Рисунок 5.1 – График безубыточности

## **Вывод по разделу пять**

Сальдо по всем видам деятельности положительное на каждом шаге расчета, чистый дисконтированный доход положительный, индекс доходности превышает 1, срок окупаемости в пределах горизонта расчета, можно сделать вывод об эффективности и окупаемости инвестиционного проекта и рекомендовать его к реализации.

					<i>23.05.01.2018.668 ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		<i>91</i>



## **6 БЕЗОПАСНОСТЬ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ**

Перед началом работы осмотреть двигатель, убедиться в его исправности и только тогда приступать к его запуску. Для облегчения запуска при низких температурах запрещается пользоваться открытым пламенем для прогрева трубопроводов и масла в поддоне двигателя.

Заправку топливом и маслом производить с помощью насосной установки, оборудованной фильтром тонкой очистки.

Ежедневно проверять состояние трубопроводов и соединений. Не допускать подтеканий топлива и масла. Своевременно очищать и вытирать все части двигателя.

Во время пуска и работы двигателя не допускать к нему посторонних лиц.

Во время пуска, работы и после остановки двигателя запрещается останавливать крыльчатку вентилятора с помощью каких-либо подручных средств.

Не смазывать, не регулировать и не обтирать работающий двигатель.

Запрещается проводить работы с топливной аппаратурой и электрическими цепями форсунок при работающем двигателе.

При выполнении работ по техническому обслуживанию, осмотру и ремонту пользуйтесь низковольтным освещением до 36В.

Запрещается прогревать двигатель в закрытых помещениях с плохой вентиляцией во избежание отравления угарным газом.

При проведении технического обслуживания использовать только исправный инструмент, соответствующий своему назначению.

При перегреве двигателя крышку заливной горловины в системе охлаждения открывать в рукавицах, соблюдая осторожность, т. к. может произойти выброс горячей воды и пара.

При тушении разлитого воспламенившегося топлива применять огнетушители, засыпать пламя песком, накрыть асбестовым одеялом, войлоком или брезентом. Не заливать пламя водой.

					<i>23.05.01.2018.668 ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		92

При проведении электросварочных работ непосредственно на автомобиле с целью предотвращения выхода из строя электронной системы управления, а также реле-регулятора необходимо отключить выключатель «массы» и отсоединить провод с клеммы «+» генератора. Провод массы сварочного аппарата должен быть подсоединен в непосредственной близости от сварного шва.

Принять меры, исключающие попадания искр и брызг расплавленного металла, образующихся во время сварки, на жгуты электропроводов, топливные трубопроводы и другие детали и узлы двигателя, подверженные тепловому повреждению.

										<i>Лист</i>
										<i>93</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>	<i>23.05.01.2018.668 ПЗ</i>					

## **Вывод по разделу шесть**

Автомобиль Урал-4320 с электронным термостатом соответствует всем требованиям по экологии и безопасности.

					<i>23.05.01.2018.668 ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		<i>94</i>

## 7 ГРАЖДАНСКАЯ ОБОРОНА

Чрезвычайные ситуации (далее ЧС) классифицируют в зависимости от причины возникновения, количества людей, погибших или пораженных в этих ситуациях, количества людей, у которых были нарушены условия жизнедеятельности, нанесенного материального ущерба, а также с учетом зон распространения.

К ЧС природного характера относят:

- землетрясения;
- извержение вулканов;
- наводнения;
- цунами;
- стихийные бедствия метеорологического порядка.

Из ЧС техногенного характера наибольшую опасность представляют:

- аварии и катастрофы на радиационно-опасных объектах;
- аварии и катастрофы на химически опасных объектах;
- пожары и взрывы;
- катастрофы на транспорте и др.

Среди различных видов ЧС техногенного и природного характера наиболее опасны катастрофы.

Катастрофа - внезапное быстротечное событие, повлекшее за собой человеческие жертвы, ущерб здоровью людей, разрушение или уничтожение объектов и других материальных ценностей в значительных размерах, а также нанесшее серьезный ущерб окружающей среде.

Всемирная организация здравоохранения предлагает различать:

- метеорологические катастрофы- бури (ураганы, смерчи, циклоны, бураны), морозы, необычайная жара, засухи и др.;
- топологические катастрофы- наводнения, снежные обвалы, оползни, снежные заносы, сели;

										Лист
										95
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	23.05.01.2018.668 ПЗ					

- теллурические и тектонические катастрофы- землетрясения, извержения вулканов и др.;

- аварии- выход из строя сооружений (плотин, туннелей, зданий, шахт и др.), пожары, кораблекрушения, крушения поездов, крупные взрывы и др.

Наряду с катастрофами большую опасность для жизни людей и окружающей среды представляют аварии и стихийные бедствия.

Стихийные бедствия могут служить причиной различных аварий и катастроф. По виду (характеру) источника ЧС их подразделяют:

- на биолого-социальные (инфекционная заболеваемость людей, инфекционная заболеваемость сельскохозяйственных животных, поражения сельскохозяйственных растений болезнями и вредителями, голод, терроризм);

- военные (военные конфликты, войны);

- природные (землетрясения, наводнения, ураганы, цунами, оползни, селевые потоки и др.);

- техногенные (радиационные, химические, биологические аварии, пожары и взрывы, обрушение сооружений, аварии на очистных сооружениях, затопление, а также крушение, т.е. авария транспортных средств);

- экологические (в атмосфере, биосфере, гидросфере и литосфере).

## **Вывод по разделу семь**

Проектируемый автомобиль имеет важное значение в плане гражданской обороны. Это обусловлено тем, что автомобиль имеет уникальную проходимость, большую манёвренность и высокую ремонтпригодность в непредназначенных для этого условиях. Поэтому для устранения военных и стихийных последствий данный автомобиль незаменим.

					<i>23.05.01.2018.668 ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		<i>97</i>

## **ЗАКЛЮЧЕНИЕ**

Цель дипломного проекта состояла в Установке электронного термостата на Урал-4320.

По данным проведенного анализа аналогов был сделан вывод, что данная конструкция, способна обеспечить требования эксплуатации. Данные тягово-динамического расчета автомобиля показали, что двигатель ЯМЗ-236, обладает необходимыми ресурсами для работы, а трансмиссия автомобиля обеспечивает необходимую скорость движения.

Методом расчета определили тепловой режим работы двигателя при установленном электронном термостате.

Срок окупаемости проекта в пределах горизонта расчета, можно сделать вывод об эффективности и окупаемости инвестиционного проекта и рекомендовать его к реализации.

В разделах БЖД и гражданская оборона дано описание разрабатываемого автомобиля с точки зрения безопасности и возможности использования разрабатываемого автомобиля в составе подразделений ГО.

Внедрение разработки, рассмотренной в данном проекте, позволит улучшить экологичность и комфорт проектируемого автомобиля, а также повысит надежность двигателя.

					<i>23.05.01.2018.668 ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		<i>98</i>

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Вахламов В.К. Автомобили: основы конструкции/ В.К. Вахламов – 3-е изд. – М.: Издательский центр «Академия», 2007. – 528 с.
2. Мацкерле Ю., Автомобиль сегодня и завтра. М.: «Машиностроение», 1980. – 453 с.
3. Автомобильные двигатели: учебник/ под ред. М.С. Ховаха – М.: изд-во «Машиностроение», 1977. – 592 с.
4. Технология тракторостроения/ А.В. Победин, А.Г. Схиртладзе, Ю.Н. Полянчиков и др. – Волгоград: Изд-во ИУНЛ ВолгГТУ, 2011. – 476 с.
5. Методические рекомендации по разработке экономической части выпускной квалификационной работы по специальности 23.05.01 Наземные транспортно-технологические средства: методические указания/О.Н. Пастухова, Н.С. Комарова. – Челябинск: Изд-во ЮУрГУ, 2018. – 25 с.
6. Лукин П.П., Гаспарянц Г.А., Родионов В.Ф и др. Конструирование и расчёт автомобиля. – М.: Машиностроение, 1984. – 756 с.
7. Осенчугов В. В. ,Фрумкин А. К. Автомобиль.Анализ конструкций, элементы расчёта. – М.: Машиностроение, 1989. – 645 с.
8. Мокроусов Д.С. двигатели ЯМЗ-536, ЯМЗ-5361, ЯМЗ-5362, ЯМЗ-5363, ЯМЗ-5364, их модификации и комплектации. Руководство по эксплуатации. – Ярославль, 2008. – 284 с.
9. СТО ЮУрГУ 04–2008 Стандарт организации. Курсовое и дипломное проектирование. Общие требования к содержанию и оформлению / составители: Т.И. Парубочая, Н.В. Сырейщикова, В.И. Гузеев, Л.В. Винокурова. – Челябинск: Изд-во ЮУрГУ, 2008. – 56 с.
10. Система охлаждения двигателя с электронным регулированием. – М.: Изд-во «ФОЛЬКСВАГЕН Груп Рус», 2017. – 28 с.

					<i>23.05.01.2018.668 ПЗ</i>	<i>Лист</i>
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>		<i>99</i>