

ВВЕДЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ

Экономия топливно-энергетических ресурсов, снижение загрязнений окружающей среды, увеличение ресурса двигателей - важнейшие проблемы, стоящие перед автомобильным транспортом. Одним из радикальных средств решения этих проблем является использование в качестве моторного топлива сжиженного нефтяного ГАЗа (ГСН).

Стоимость газообразного топлива в два-три раза ниже стоимости бензина и дизельного топлива, а запасы его сырья превосходят нефтяные.

В настоящее время в народном хозяйстве успешно эксплуатируется большое количество автомобилей, работающих на ГСН. Использование ГАЗообразного топлива для автомобилей обуславливается не только его высокими технико-экономическими и санитарно-гигиеническими свойствами, но и значительными его запасами. Перевод автомобильного транспорта на ГСН производится как за счет получения новых ГАЗобаллонных автомобилей, так и за счет переоборудования (силами работников СТО) для работы на ГСН бензиновых автомобилей, находящихся в эксплуатации.

Применение ГСН особое практическое значение приобретает для автотранспортных предприятий, расположенных в районах нефте- и ГАЗодобычи. Перевод бензиновых автомобилей на ГСН является для таких СТО одним из наиболее действенных мероприятий, направленных на экономию жидких моторных топлив и рациональное использование местных энергоресурсов. Причем наибольший эффект может быть получен при использовании ГСН в конвертированных двигателях (с комбинированной системой питания). Однако, при технической эксплуатации ГАЗобаллонных автомобилей, необходимо учитывать ряд дополнительных требований, вызванных наличием у них ГАЗовой системы питания, работающей под избыточным давлением. Эти

требования должны учитываться при организации технического обслуживания (ТО) и текущего ремонта (ТР) как системы питания двигателя, так и автомобиля в целом. При этом стратегия организации технологических процессов должна быть направлена на своевременное обнаружение и устранение различных неисправностей ГАЗовой системы питания. Характерные её неисправности связаны преимущественно с нарушением герметичности отдельных агрегатов и ГАЗопроводов, а также с нарушением регулировок ГАЗового редуктора /22/. Конструкция современной ГАЗовой аппаратуры надёжно обеспечивает безопасную эксплуатацию ГАЗобаллонных автомобилей. Но надо иметь в виду, что эта безопасность во многом зависит от того, насколько добросовестно обслуживающий персонал выполняет требования техники безопасности и соблюдает технологическую дисциплину /14/, /26/.

Опыт автотранспортных предприятий /28/ показывает, что для эффективной и безопасной эксплуатации ГАЗобаллонных автомобилей особую значимость приобретает решение вопросов организации заправки автомобилей ГСН, обеспечения надёжности ГАЗобаллонной аппаратуры, организации технического обслуживания и ремонта ГАЗовой системы питания двигателя. Естественно, положительный наибольший результат возможно получить только при комплексном решении этих вопросов.

1 ОБЪЕКТ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

1.1 Обоснование темы проекта

Применение ГАЗообразных топлив является достойной альтернативой применению высокооктановых бензинов.

Снижение коэффициента наполнения происходит в результате того, что топливо поступает в двигатель в ГАЗообразном состоянии, занимая больший объем, по сравнению с каплями жидкого топлива. Поэтому в одном и том же объеме рабочей смеси содержится меньший массовый заряд, чем при использовании жидкого топлива. Наиболее заметно снижается мощность ГАЗового двигателя (по сравнению с бензиновым) при высокой частоте вращения коленчатого вала, когда кроме уменьшения коэффициента наполнения проявляется более низкая скорость сгорания ГАЗо-воздушной смеси (по сравнению с бензо-воздушной), особенно при недостаточной степени сжатия. При этом увеличиваются непроизводительные потери тепла с выхлопными ГАЗами, что приводит к повышению удельного расхода топлива. При небольшой частоте вращения, когда объем заряда смеси невелик. Заметного снижения мощности не происходит. Для того. Чтобы ГАЗо-воздушная успевала сгореть, и большая часть энергии топлива перешла в механическую энергию, необходимо повышать степень сжатия. Поэтому, при сохранении степени сжатия, приемлемой для использования бензина АИ-92, использование ГАЗообразного топлива вызывает необходимость увеличения угла опережения зажигания, что ведет к необходимости увеличения угла опережения зажигания, что ведет в свою очередь, к увеличению теплоотдачи в стенки цилиндра, следовательно увеличивается удельный расход топлива.

Использование ГАЗового топлива на автомобильном транспорте получило широкое применение в Японии, США, Канаде, Италии, Голландии, Германии, Франции, Бельгии, Великобритании.

Экономический эффект от применения ГАЗообразного топлива, только за счет разницы в стоимости топлив составляет:

$$\Theta = V_{\text{бенз}}(C_{\text{бенз}} - 1,3C_{\text{ГАЗ}}), \text{ руб./100 км,}$$

Где Θ – экономия, руб. на 100 км пробега автомобиля;

$V_{\text{бенз}}$ – удельный расход бензина, литров на 100 км пробега;

$C_{\text{бенз}}$ – цена одного литра бензина, руб.;

$C_{\text{ГАЗ}}$ – цена одного литра ГАЗа, руб.

Учитывая специфику перевозимых грузов и применяемую на предприятии схему использования ГАЗового топлива, позволяющую списывать часть расходуемого топлива на заказчика перевозок, предприятию выгодно использовать ГАЗобаллонные автомобили, оборудованные специальными цистернами для перевозки ГАЗа и специальными кузовами для перевозки ГАЗовых баллонов.

В связи с переходом на новые модели подвижного состава (ГАЗобаллонные автомобили вместо дизельных) возникло рассогласование производственно-технической базы предприятия и обслуживаемого подвижного состава. Изменение состава парка предприятия представлено на Рисунке 1.1.

В связи с вышеизложенным возникает необходимость в проведении реконструкции производственно-технической базы предприятия с разработкой новых технологических планировок производственных помещений и разработкой соответствующих технологических процессов.

2 ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ РАСЧЕТ

2.1 Технологический расчет СТО

Технологический расчет СТО ведется цикловым методом по методике, изложенной в учебнике Напольского Г.М. 1993 года согласно ОНТП 01-91

Исходные данные

Тип подвижного состава	ГАЗ – 130, ВАЗ 5240;
Условия эксплуатации	Сибирь;
Годовой пробег:	
ГАЗ	300000 км;
ВАЗ	175000 км;

Определение нормативов

По ОНТП 01-91 определяются коэффициенты корректирования

K_1 – коэффициент корректирования нормативов в зависимости от условий эксплуатации;

K_2 – коэффициент корректирования нормативов в зависимости от модификации подвижного состава и организации его работ;

K_3 – коэффициент корректирования нормативов в зависимости от природно-климатических условий;

K_4 – коэффициент, учитывающий пробег автомобиля с начала эксплуатации;

K_5 – коэффициент корректирования нормативов трудоемкости и текущего ремонта в зависимости от количества обслуживаемых и ремонтируемых автомобилей на СТО и количества технологически совместимых групп подвижного состава.

Коэффициенты корректирования нормативов представлены в таблице

Таблица 1 - Коэффициенты корректирования нормативов

Норматив ТЭА	K ₁	K ₂	K ₃	K ₄	K ₅	K _{рез}
Межремонтный пробег	0,8	1	1	-	-	0,8
Периодичность ТО	0,8	-	0,9	-	-	0,8
Трудоемкость ТО	-	1	-	-	0,9	0,9
Трудоемкость ТР	1,2	1	1,1	1,1	0,9	1,3
Расчет запасных частей	1,25	1	1	-	-	1,25

Выбор и корректирование периодичности ТО:

$$L_i = L_i^H * K_1 * K_3 = L_i^H * K_{рез}, \quad (1)$$

K_{рез} – результирующий коэффициент периодичности ТО;

L_i^H - нормативная периодичность данного вида ТО, км.

$$L_1 - 4000 * 0,8 = 3200 \text{ км};$$

$$L_2 - 16000 * 0,8 = 12800 \text{ км}.$$

Пробег автомобиля до первого капитального ремонта:

$$L_{кр} = L_{кр}^H * K_1 * K_2 * K_3 = L_{кр}^H * K_{рез} \quad (2)$$

Где L_{кр}^H – нормативный пробег автомобиля, км;

L_{рез} – результирующий коэффициент корректирования до первого капитального ремонта, км.

Для ГАЗ:

$$L_{кр} = 300000 * 0,8 = 240000 \text{ км};$$

Для ВАЗ:

$$L_{кр} = 175000 * 0,8 = 140000 \text{ км}.$$

$$L_{eo} = L_{cc} \quad \text{и} \quad (3)$$

$$\text{Для ГАЗ: } L_{eo} = 260 \text{ км};$$

$$\text{Для ВАЗ: } L_{eo} = 200 \text{ км}.$$

Определение коэффициентов кратности

$$n_1 = L_1 / l_{cc}; \quad (4)$$

$$n_2 = L_2 / (l_{cc} * n_1); \quad (5)$$

$$n_3 = L_{кр} / (l_{cc} * n_1 * n_2); \quad (6)$$

$$\text{Для ГАЗ: } n_1 = 3200 / 260 = 12,3, \text{ принимаем } 12;$$

$$n_2 = 12800 / (260 * 12) = 4,1, \text{ принимаем } 4;$$

$$n_3=240000/(260*12*4)=19,2, \text{ принимаем } 20.$$

Для расчетов принимаем:

$$L_1^p=3120;$$

$$L_2^p=12480.$$

$$L_3^p=24960.$$

Для ВАЗ:

$$n_1=3200/200=16, \text{ принимаем } 16;$$

$$n_2=12800/(200*16)=4, \text{ принимаем } 4;$$

$$n_3=12800/(200*16*4)=10,9, \text{ принимаем } 12.$$

Для расчетов принимаем:

$$L_1^p=3200;$$

$$L_2^p=12800;$$

$$L_3^p=153600;$$

Таблица 2 – Корректировка пробега до ТО-1, ТО-2 и КР

Модель а/м	Вид пробега	Обозначение	Пробег, км		
			Нормативный	Откорректированный	Принятый к расчету
ГАЗ-3307	среднесуточный	l_{cc}	260	260	260
	до ТО-1	L_1	4000	3200	3120
	до ТО-2	L_2	16000	12800	12480
	до КР	$L_{кр}$	300000	240000	249600
ВАЗ 2115	среднесуточный	l_{cc}	200	200	200
	до ТО-1	L_1	4000	3200	3200
	до ТО-2	L_2	16000	12800	12800
	до КР	$L_{кр}$	175000	140000	153600

2.1.1 Корректирование нормативов единицы ТО и ТР на 1000 км пробега автомобиля

Расчетная трудоемкость на одно обслуживание:

$$t_{eo}^p = t_{eo}^H * K_{то}, \quad (7)$$

где t_{eo}^H – нормативная трудоемкость

$K_{то}$ – результирующий коэффициент трудоемкости ТО.

$$t_1^P = t_1^H * K_{\text{то}} \quad (8)$$

где t_1^P – нормативная трудоемкость

$$t_2^P = t_1^H * K_2 * K_5 * (1 - K_{\text{д-2}}) = t_2^H * K_{\text{то}} * (1 - K_{\text{д-2}}) \quad (9)$$

где t_2^P - нормативная трудоемкость

$$t_{\text{тр}}^P = t_{\text{тр}}^H * K_{\text{тр}} \quad (10)$$

где $t_{\text{тр}}^P$ - нормативная трудоемкость ТР

$$t_{\text{д-2}}^P = t_2^H * K_{\text{то}} * K_{\text{д-2}} \quad (11)$$

Для ГАЗ:

$$t_{\text{ео}}^H = 0,30 \text{ чел*ч};$$

$$t_{\text{ео}}^P = 0,30 * 0,9 = 0,27 \text{ чел*ч};$$

$$t_1^H = 3,6 \text{ чел*ч};$$

$$t_1^P = 3,6 * 0,9 = 3,24 \text{ чел*ч};$$

$$t_2^H = 14,4 \text{ чел*ч};$$

$$t_2^P = 14,4 * 0,9 * (1 - 0,12) = 11,4 \text{ чел*ч};$$

$$t_{\text{тр}}^H = 3,5 \text{ чел*ч};$$

$$t_{\text{тр}}^P = 3,5 * 1,3 = 4,55 \text{ чел*ч};$$

$$t_{\text{д-2}}^P = 14,4 * 0,9 * 0,12 = 1,6 \text{ чел*ч};$$

Для ВАЗ:

$$t_{\text{ео}}^H = 0,30 \text{ чел*ч};$$

$$t_{\text{ео}}^P = 0,30 * 0,9 = 0,27 \text{ чел*ч};$$

$$t_1^H = 2,4 \text{ чел*ч};$$

$$t_1^P = 2,4 * 0,9 = 2,16 \text{ чел*ч};$$

$$t_2^H = 9,6 \text{ чел*ч};$$

$$t_2^P = 9,6 * 0,9 * (1 - 0,12) = 7,6 \text{ чел*ч};$$

$$t_{\text{тр}}^H = 2,7 \text{ чел*ч};$$

$$t_{\text{тр}}^P = 2,7 * 1,3 = 3,51 \text{ чел*ч};$$

$$t_{\text{д-2}}^P = 9,6 * 0,9 * 0,12 = 1 \text{ чел*ч};$$

Таблица 3 – Корректирование нормативов трудоемкости ТО и ТР

Модель а/м	Коэффициент корректирования							Трудоемкость ТО и ТР							
	исходные					Результы-рующийся		нормативная				расчетная			
	K ₁	K ₂	K ₃	K ₄	K ₅	K _{то}	K _{тр}	t _{ео}	t ₁	t ₂	t _{тр}	t _{ео}	t ₁	t ₂	t _{тр}
ГАЗ -3307	1,2	1	1,1	1,1	0,9	0,9	1,3	0,3	3,6	14,4	3,5	0,27	3,24	11,4	4,55
ВАЗ -2115	1,2	1	1,1	1,1	0,9	0,9	1,3	0,30	2,4	9,6	2,7	0,27	2,16	7,6	3,51

2.1 Расчет годовой и суточной производственных программ по видам обслуживания и ремонта

Количество КР:

$$N_k=1;$$

Количество ТО-2:

$$N_k=(L_{кр}^p/L_2^p)-1;$$

Для ГАЗ:

$$N_2=(249600/12480)-1=19;$$

Для ВАЗ:

$$N_2=(153600/12800)-1=11;$$

Количество ТО-1:

$$N_1=(L_{кр}^p/L_1^p)-(N_1+1); \tag{14}$$

Для ГАЗ:

$$N_1=(249600/3120)-20=60;$$

Для ВАЗ:

$$N_1=(153600/3200)-12=36;$$

Количество ЕО:

$$N_{eo} = L_{кр}^P / L_{сс};$$

Для ГАЗ:

$$N_{eo} = 249600 / 260 = 960;$$

Для ВАЗ:

$$N_{eo} = 153600 / 200 = 768;$$

Переводной коэффициент цикличности определяется:

$$\eta_{ц} = L_T / L_{кр}^P; \quad (16)$$

$$L_T = D_{рг} * I_{сс} * \alpha_b; \quad (17)$$

где L_T – годовой пробег автомобиля, км;

$D_{рг}$ – количество дней работы СТО в году (255 дней);

α_b – коэффициент выпуска автомобилей на линию.

$$\alpha_T = D_{эц} / (D_{эц} + D_{рц}); \quad (18)$$

$$D_{эц} = L_{кр}^P / I_{сс}; \quad (19)$$

$$D_{рц} = D_{кр} + D_T + D_{то-тр} * L_{кр}^P * K_4 / 1000; \quad (20)$$

где α_T – коэффициент технической готовности;

$D_{эц}$ – дни эксплуатации за цикл;

$D_{рц}$ – дни простоя автомобиля в ремонте за цикл;

$D_{кр}$ - дни простоя автомобиля в КР (18дней);

D_T – дни транспортировки автомобиля до АРЗ и обратно, D_T

$$(0,1 \dots 0,2) * D_{кр};$$

$D_{то-тр}$ - дни простоя автомобиля на ТО и ТР на 1000км пробега.

Для ГАЗ:

$$D_T = 0,1 * 18 = 1,8 = 2 \text{ дня};$$

$$D_{рц} = 18 + 2 * 0,3 * 249600 * 1,1 / 1000 = 102 \text{ дня};$$

$$D_{эц} = 249600 / 260 = 960 \text{ дней};$$

$$\alpha_T = 960 / (960 + 102) = 0,90;$$

$$\alpha_b = 0,90 * 0,97 = 0,87;$$

$$L_T = 255 * 200 * 0,90 = 45900 \text{ км};$$

$$\eta_{ц} = 45900 / 153600 = 0,30.$$

2.1.2 Определение годового пробега парка

$$L_{\text{пр}} = A_{\text{и}} * I_{\text{сс}} * D_{\text{кг}} * \alpha_{\text{б}}; \quad (21)$$

где $L_{\text{пр}}$ – годовой пробег автомобилей парка;

$A_{\text{и}}$ – количество автомобилей;

$D_{\text{кг}}$ – дни календарные в году.

Для ГАЗ:

$$L_{\text{пр}} = 100 * 260 * 365 * 0,87 = 8256300 \text{ км};$$

Для ВАЗ:

$$L_{\text{пр}} = 20 * 200 * 365 * 0,90 = 1314000 \text{ км};$$

2.1.3 Расчет годовой производственной программы по видам ТО

$$N_2^{\text{r}} = A_{\text{и}} * N_2 * \eta_{\text{ц}}; \quad (21)$$

$$N_1^{\text{r}} = A_{\text{и}} * N_1 * \eta_{\text{ц}}; \quad (22)$$

$$N_{\text{ео}}^{\text{r}} = A_{\text{и}} * N_{\text{ео}} * \eta_{\text{ц}}; \quad (23)$$

$$N_{\text{ео}}^{\text{r}} = 2 * A_{\text{и}} \quad (24)$$

Для ГАЗ:

$$N_2^{\text{r}} = 100 * 19 * 0,23 = 437;$$

$$N_1^{\text{r}} = 100 * 60 * 0,23 = 1380;$$

$$N_{\text{ео}}^{\text{r}} = 100 * 960 * 0,23 = 22080;$$

$$N_{\text{ео}}^{\text{r}} = 2 * 100 = 200.$$

Для ВАЗ:

$$N_2^{\text{r}} = 20 * 11 * 0,30 = 66;$$

$$N_1^{\text{r}} = 20 * 36 * 0,30 = 216.$$

$$N_{\text{ео}}^{\text{r}} = 20 * 768 * 0,30 = 4608;$$

$$N_{\text{ео}}^{\text{r}} = 2 * 20 = 40.$$

2.2 Определение числа диагностических воздействий на весь парк

за год

$$N_{д-2}^r = N_2^r * 0,2; N_2^r = 1,2 * N_1^r; \quad (25)$$

$$N_{д-2}^r = 1,2 * 437 = 524,4;$$

Для ВАЗ:

$$N_{д-2}^r = 1,2 * 66 = 79,2;$$

2.2.1 Расчет суточной производственной программы

$$N_i^c = N_i^r / Д;$$

где N_i^c – суточная производственная программа по видам обслуживания ($N_2^c, N_1^c, N_{eo}^c, N_{д-2}^c$);

N_i^r - годовая производственная программа по видам обслуживания ($N_2^r, N_1^r, N_{eo}^r, N_{д-2}^r$);

Д – дни работы зоны конкретного вида обслуживания.

Для ГАЗ:

$$N_2^c = 437 / 255 = 1,7, \text{ принимаем } 2;$$

$$N_1^c = 1380 / 255 = 5,4, \text{ принимаем } 5;$$

$$N_{eo}^c = 22080 / 255 = 86,5, \text{ принимаем } 87;$$

$$N_{д-2}^c = 524,4 / 255 = 2, \text{ принимаем } 2.$$

Для ВАЗ:

$$N_2^c = 66 / 255 = 0,25, \text{ принимаем } 1;$$

$$N_1^c = 216 / 255 = 0,9, \text{ принимаем } 1;$$

$$N_{eo}^c = 4608 / 255 = 18, \text{ принимаем } 18;$$

$$N_{д-2}^c = 79,2 / 255 = 0,79, \text{ принимаем } 1;$$

Таблица 4 – Производственная программа по парку

Марка а/м	За год			За сутки		
	N_1^r	N_2^r	N_{eo}^r	N_1^c	N_2^c	N_{eo}^c
ГАЗ	437	1380	22080	5	2	87
ВАЗ	66	216	4608	1	1	18

2.3 Расчет годовых работ по техническому обслуживанию, диагностике, текущему ремонту и самообслуживанию

$$T_{eo}^r = N_{eo}^r * t_{eo}^p; \quad (27)$$

Где T_{eo}^r – годовой объем работ по ЕО, чел*ч

$$T_1^r = N_1^r * t_1^p \quad (28)$$

где T_1^r - годовой объем работ по ТО-1, чел*ч.

$$T_2^r = (N_2^r * t_2^p + 2 * A_{и} * t_2^p * K_{eo}) * (1 - K_{д-2});$$

где T_2^r - годовой объем работ по ТО-2, чел*ч.

K_{eo} - коэффициент сезонного обслуживания;

$$K_{eo} = 0,2$$

$$T_{д-2}^r = N_{д-2}^r * t_{д-2}^p; \quad (30)$$

где $T_{д-2}^r$ – годовой объем работ по Д-2;

$t_{д-2}^p$ – расчетная трудоемкость работ по Д-2, чел*ч.

Для ГАЗ:

$$T_{eo}^r = 22080 * 0,27 = 5961,6 \text{ чел*ч};$$

$$T_1^r = 1380 * 3,24 = 4471,2 \text{ чел*ч};$$

$$T_2^r = (437 * 11,4 + 2 * 100 * 11,4 * 0,2) * 0,88 = 4785,3 \text{ чел*ч};$$

$$T_{д-2}^r = 524,4 * 1,6 = 839 \text{ чел*ч};$$

Для ВАЗ:

$$T_{eo}^r = 4608 * 0,27 = 1244,16 \text{ чел*ч};$$

$$T_1^r = 216 * 2,16 = 466,5 \text{ чел*ч};$$

$$T_2^r = (66 * 7,6 + 2 * 20 * 7,6 * 0,2) * 0,88 = 494,9 \text{ чел*ч};$$

$$T_{д-2}^r = 79,2 * 1 = 79,2 \text{ чел*ч};$$

Годовой объем работ всех видов ТО по предприятию определяется:

$$T_{то}^r = T_{eo}^r + T_1^r + T_2^r + T_{д-2}^r; \quad (31)$$

Для ГАЗ:

$$T_{то}^r = 5961,6 + 4471,2 + 4785,3 + 839 = 16057,1 \text{ чел*ч};$$

Для ВАЗ:

$$T_{то}^r = 1244,1 + 466,5 + 494,9 + 79,2 = 1789,8 \text{ чел*ч};$$

Годовой объем работ ТР по предприятию определяется:

$$TR^r = L_r * A_{и} * t_{тр}^p / 1000; \quad (32)$$

Для ГАЗ:

$$TR^r = 57681 * 100 * 4,55 / 1000 = 26244,9 \text{ чел*ч};$$

Для ВАЗ:

$$TR^r = 45900 * 20 * 3,51 / 1000 = 3222,9 \text{ чел*ч};$$

Таблица 5 – Распределение трудоемкости по видам работ

Вид воздействий	N_i^r	t_i^p (чел*ч)	T_i^r (чел*ч)
ГАЗ			
ЕО	22080	0,27	5961,6
ТО-1	1380	3,24	4471,2
ТО-2	437	14,4	4785,3
Д-2	524,4	1,6	839
ТР	-	4,55	26244,9
ВАЗ			
ЕО	4608	0,27	1244,16
ТО-1	216	2,16	466,5
ТО-2	66	7,6	494,9
Д-2	79,2	1	79,2
ТР	-	3,51	3222,9

2.4 Определение годового объема вспомогательных работ

$$T_{всп} = (T_{то}^r + TR^r) * K_{всп} / 100; \quad (33)$$

где $K_{всп}$ – объем вспомогательных работ;

$$K_{всп} = 30\%$$

Для ГАЗ:

$$T_{всп} = (16057,1 + 26244,9) * 0,3 / 100 = 12690,6;$$

Для ВАЗ:

$$T_{всп} = (1789,8 + 3222,9) * 0,3 / 100 = 1503,8;$$

Объем вспомогательных работ по видам

$$T_{всп} = T_{всп} * C_{всп} / 100; \quad (34)$$

Таблица 6 – Распределение вспомогательных работ по видам

Виды вспомогательных работ	ГАЗ		ВАЗ	
	Доля данного вида вспомогательных работ $C_{всп.}$, %			
		Расчетная трудоемкость		Расчетная трудоемкость
Ремонт и обслуживание технологического оборудования и оснастки	25	3172,65	25	375,95
Ремонт и обслуживание инженерного оборудования, сетей и коммуникаций	20	2538,12	20	300,76
Транспортные работы	8	1015,24	8	120,30
Прием, хранение материальных ценностей	12	1522,87	12	180,46
Уборка производственных помещений	7	9771,76	7	105,27
Перегон подвижного состава	10	1269,06	10	150,38
Уборка территории	8	1015,24	8	120,30
Обслуживание компрессорного оборудования	10	1269,06	10	150,30

Для ГАЗ:

$$T_{всп.тех} = 12690,6 * 25 / 100 = 3172,65 \text{ чел*ч};$$

$$T_{всп.инж.} = 12690,20 * 20 / 100 = 2538,12 \text{ чел*ч};$$

$$T_{всп.тр.} = 12690,20 * 8 / 100 = 1015,24 \text{ чел*ч};$$

$$T_{всп.мат.} = 12690,20 * 12 / 100 = 1522,87 \text{ чел*ч};$$

$$T_{всп.произ.} = 12690,20 * 7 / 100 = 9771,76 \text{ чел*ч};$$

$$T_{всп.пер.} = 12690,20 * 10 / 100 = 1269,06 \text{ чел*ч};$$

$$T_{\text{всп.тер.}} = 12690,20 * 8 / 100 = 1015,24 \text{ чел*ч};$$

$$T_{\text{всп.комп.}} = 12690,20 * 10 / 100 = 1269,06 \text{ чел*ч}.$$

Для ВАЗ:

$$T_{\text{всп.тех.}} = 1503,8 * 25 / 100 = 375,95 \text{ чел*ч};$$

$$T_{\text{всп.инж.}} = 1503,8 * 20 / 100 = 300,76 \text{ чел*ч};$$

$$T_{\text{всп.тр.}} = 1503,8 * 8 / 100 = 120,3 \text{ чел*ч};$$

$$T_{\text{всп.маг.}} = 1503,8 * 12 / 100 = 180,46 \text{ чел*ч};$$

$$T_{\text{всп.произ.}} = 1503,8 * 7 / 100 = 105,27 \text{ чел*ч};$$

$$T_{\text{всп.пер.}} = 1503,8 * 10 / 100 = 150,38 \text{ чел*ч};$$

$$T_{\text{всп.тер.}} = 1503,8 * 8 / 100 = 120,30 \text{ чел*ч};$$

$$T_{\text{всп.комп.}} = 1503,8 * 10 / 100 = 150,38 \text{ чел*ч}.$$

2.5 Годовой объем работ по самообслуживанию предприятия

$$T_{\text{сам}} = T_{\text{всп}} * K_{\text{сам}} / 100; \quad (35)$$

$K_{\text{сам}}$ – объем работ по самообслуживанию;

$$K_{\text{сам}} = 55\%$$

Для ГАЗ:

$$T_{\text{сам}} = 12690,6 * 55 / 100 = 6979,83 \text{ чел*ч};$$

Для ВАЗ:

$$T_{\text{сам}} = 1503,8 * 55 / 100 = 827,09 \text{ чел*ч};$$

Объем работ по самообслуживанию по видам:

$$T_{\text{сам}} = T_{\text{сам}} * K_{\text{сам}} / 100; \quad (36)$$

где $K_{\text{сам}}$ – доля данного вида работ по самообслуживанию, %;

Для ГАЗ:

$$T_{\text{сам.эл.}} = 6979,83 * 25 = 1744,96 \text{ чел*ч};$$

$$T_{\text{сам.мех.}} = 6979,83 * 10 = 697,98 \text{ чел*ч};$$

$$T_{\text{сам.сл.}} = 6979,83 * 16 = 1116,77 \text{ чел*ч};$$

$$T_{\text{сам.кузн.}} = 6979,83 * 2 = 139,59 \text{ чел*ч};$$

$$T_{\text{сам.свар.}} = 6979,83 * 4 = 279,19 \text{ чел*ч};$$

$$T_{\text{сам.жест.}} = 6979,83 * 4 = 279,19 \text{ чел*ч}.$$

$$T_{\text{сам.медн}}=6979,83*1=69,79\text{чел*ч};$$

$$T_{\text{сам.рем}}=6979,83*16=1116,77\text{чел*ч};$$

$$T_{\text{сам.труб}}=6979,83*22=1535,56\text{чел*ч};$$

Таблица 7 – Распределение работ по самообслуживанию

Виды работ	ГАЗ		ВАЗ	
	%	$T_{\text{сам}}$	%	$T_{\text{сам}}$
Электромеханические	25	1744,96	25	206,77
механические	10	697,98	10	82,71
Слесарные	16	1116,77	16	132,33
Кузнечные	2	139,59	2	16,54
Сварочные	4	279,19	4	33,08
Жестяницкие	4	279,19	4	33,08
Медницкие	1	69,79	1	8,27
Ремонтно-строительные	16	1116,77	16	132,33
Трубопроводные	22	1535,56	22	181,96

Для ВАЗ:

$$T_{\text{сам.эл.}}=827,09*25=206,77\text{чел*ч};$$

$$T_{\text{сам.мех.}}=827,09*10=82,71\text{чел*ч};$$

$$T_{\text{сам.сл.}}=827,09*16=132,33\text{чел*ч};$$

$$T_{\text{сам.кузн.}}=827,09*2=16,54\text{чел*ч};$$

$$T_{\text{сам.свар.}}=827,09*4=33,08\text{чел*ч};$$

$$T_{\text{сам.жест.}}=827,09*4=33,08\text{чел*ч};$$

$$T_{\text{сам.медн}}=827,09*1=8,27\text{чел*ч};$$

$$T_{\text{сам.рем}}=827,09*16=132,33\text{чел*ч};$$

$$T_{\text{сам.труб}}=827,09*22=181,96\text{чел*ч};$$

2.6 Расчет численности производственных рабочих

Технологически необходимое (явочное) количество рабочих рассчитывается:

$$P_{\text{яв}}=T_i^{\Gamma}/\Phi_{\text{рвм}}$$

T_i^{Γ} - годовой объем работ по зоне ТО ТР;

$\Phi_{\text{рвм}}$ – фонд рабочего времени

$\Phi_{\text{рвм}}=2070$ час.

Штатное число рабочих рассчитывается:

$$P_{\text{ш}} = T_i^{\Gamma} / \Phi_{\text{рвм}};$$

$\Phi_{\text{рвм}}=1860$ час; (для зоны ЕО)

$\Phi_{\text{рвм}}=1840$ час; (все остальные работы)

$\Phi_{\text{рвм}}=1610$ час; (малярные работы)

Для ГАЗ:

$$P_{\text{я ео}}=5961,6/2070=2,9 \text{ чел};$$

$$P_{\text{я то-1}}=4471,2/2070=2,2 \text{ чел};$$

$$P_{\text{я то-2}}=4785,3/2070=2,3 \text{ чел};$$

$$P_{\text{я д-2}}=839/2070=0,4 \text{ чел};$$

$$P_{\text{я тр}}=9710,61/2070=4,7 \text{ чел};$$

$$P_{\text{я агр}}=3674,29/2070=1,8 \text{ чел};$$

$$P_{\text{я с-м}}=2624,49/2070=1,3 \text{ чел};$$

$$P_{\text{я элек}}=1312,25/2070=0,6 \text{ чел};$$

$$P_{\text{я акк}}=393,67/2070=0,2 \text{ чел};$$

$$P_{\text{я рем}}=656,12/2070=0,3 \text{ чел};$$

$$P_{\text{я шин}}=656,12/2070=0,3 \text{ чел};$$

$$P_{\text{я вулк}}=393,67/2070=0,2 \text{ чел};$$

$$P_{\text{я кузн}}=524,9/2070=0,3 \text{ чел};$$

$$P_{\text{я медн}}=524,9/2070=0,3 \text{ чел};$$

$$P_{\text{я свар}}=393,67/2070=0,2 \text{ чел};$$

$$P_{\text{я жест}}=393,67/2070=0,2 \text{ чел};$$

$$P_{\text{я арм}}=1181,02/207=0,6 \text{ чел};$$

$$P_{\text{я обойн}}=1181,02/207=0,6 \text{ чел};$$

$$P_{\text{я огм}}=4397,29/2070=2,2 \text{ чел};$$

$$P_{\text{я мал}}=2099,6/2070=0,3 \text{ чел};$$

Для ВАЗ:

$$P_{\text{я ео}}=1244,1/2070=0,6 \text{ чел};$$

$R_{я\ то-1} = 446,5/2070 = 0,22$ чел;
 $R_{я\ то-2} = 445,4/2070 = 0,21$ чел;
 $R_{я\ д-2} = 79,2/2070 = 0,04$ чел;
 $R_{я\ тр} = 1192,5/2070 = 4,7$ чел;
 $R_{я\ агр} = 451,2/2070 = 0,22$ чел;
 $R_{я\ с-м} = 322,3/2070 = 0,16$ чел;
 $R_{я\ элек} = 161,1/2070 = 0,08$ чел;
 $R_{я\ акк} = 48,3/2070 = 0,03$ чел;
 $R_{я\ рем} = 80,6/2070 = 0,04$ чел;
 $R_{я\ шин} = 80,6/2070 = 0,04$ чел;
 $R_{я\ вулк} = 48,3/2070 = 0,03$ чел;
 $R_{я\ кузн} = 64,5/2070 = 0,03$ чел;
 $R_{я\ медн} = 64,5/2070 = 0,03$ чел;
 $R_{я\ свар} = 48,3/2070 = 0,03$ чел;
 $R_{я\ жест} = 48,3/2070 = 0,03$ чел;
 $R_{я\ арм} = 145/2070 = 0,07$ чел;
 $R_{я\ обойн} = 145/2070 = 0,07$ чел;
 $R_{я\ огм} = 520,9/2070 = 0,12$ чел;
 $R_{я\ мал} = 64,5/2070 = 0,03$ чел;
 $R_{я\ такс} = 64,5/2070 = 0,03$ чел;

Численность производственных рабочих для автомобиля ГАЗ рассчитана и представлена в таблице 9.

Таблица 9 - Численность производственных рабочих

| Наименование зон и цехов |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| Зоны: | | | | |
| ЕО | 5961,6 | 2070 | 2,9 | 1860 |
| ТО-1 | 4471,2 | 2070 | 2,2 | 1840 |
| ТО-2 | 4785,3 | 2070 | 2,3 | 1840 |
| Д-2 | 839 | 2070 | 0,4 | 1840 |
| ТР | 9710,61 | 2070 | 4,7 | 1840 |

Продолжение таблицы 9

1	2	3	4	5
Агрегатный	3674,29	2070	1,8	1840
Слесарно-механический	4439,25	2070	1,3	1840
Электротехнический	2508,58	2070	0,6	1840
Аккумуляторный	1590	2070	0,2	1820
По ремонту системы питания	1852,45	2070	0,3	1820
Шино-монтажный	1852,45	2070	0,3	1820
Вулканизационный	393,67	2070	0,2	1820
Кузнечно-рессорный	664,5	2070	0,3	1820
Медницкий	594,69	2070	0,3	1820
Сварочный	672,86	2070	0,2	1840
Жестяницкий	672,86	2070	0,2	1840
Арматурный	1181,02	2070	0,6	1840
Обойный	1181,02	2070	0,6	1840
ОГМ	4397,29	2070	2,2	1840
Малярный	2099,6	2070	1	1610
Таксо-моторный	524,9	2070	0,3	1840
ИТОГО	33710,3	2070	23	

Численность производственных рабочих для автомобиля ВАЗ представлена в таблице 10.

Таблица 10 – Численность производственных рабочих

Наименование зон и цехов	Годовой объем работ, чел - ч	Годовой фонд времени рабочего места	Расчетное кол-во тех. необходимых рабочих	Годовой фонд рабочего времени
1	2	3	4	5
Зоны:				
ЕО	1244,1	2070	0,6	1860
ТО-1	466,5	2070	0,22	1840
ТО-2	445,4	2070	0,21	1840
Д-2	79,2	2070	0,04	1840
ТР	1192,5	2070	0,58	1840

Продолжение таблицы 10

1	2	3	4	5
Агрегатный	451,2	2070	0,22	1840
Слесарно-механический	322,3	2070	0,16	1840
Электротехнический	161,1	2070	0,08	1840
Аккумуляторный	48,3	2070	0,03	1820
По ремонту системы питания	80,6	2070	0,04	1820
Шиномонтажный	80,6	2070	0,04	1820
Вулканизационный	48,3	2070	0,03	1820
Кузнечно-рессорный	64,5	2070	0,03	1820
Медницкий	64,5	2070	0,03	1820
Сварочный	48,3	2070	0,03	1840
Жестяницкий	48,3	2070	0,03	1820
Арматурный	145,0	2070	0,07	1840
Обойный	145,0	2070	0,07	1840
ОГМ	520,9	2070	0,25	1840
Малярный	257,8	2070	0,12	1610
Таксомоторный	64,5	2070	0,03	1840
ИТОГО	4544,89	2070	4	

В связи с тем, что подвижный состав относится к одной категории и не имеет существенных отличий в технологии обслуживания и ремонта, а также в большинстве случаев позволяет использование одного и того же технологического оборудования, а трудоемкость по отдельным маркам относительно небольшая. Планировки производятся как для одной марки подвижного состава.

Суммарная трудоемкость и количество технологически необходимых рабочих представлено в таблице 11.

2.7 Расчет числа постов ТО

Ритм производства – R_i

$$R_i = (60 * T_{см} * C) / N^c \quad (39)$$

где $T_{см}$ – продолжительность смены, час;

$$T_{\text{см}} = 7 \text{ час};$$

C – число смен;

$$C_{\text{ео}} = 2; \quad C_{\text{то-1, то-2}} = 1;$$

N^c - суточная производственная программа данного вида ТО.

для ГАЗ:

$$R_{\text{ео}} = (60 * 7 * 1) / 87 = 4,8 \text{ мин}$$

$$R_{\text{то-1}} = (60 * 7 * 1) / 5 = 84 \text{ мин}$$

$$R_{\text{то-2}} = (60 * 7 * 1) / 2 = 120 \text{ мин}$$

Для ВАЗ:

$$R_{\text{ео}} = 420 / 18 = 23,3 \text{ мин}$$

$$R_{\text{то-1}} = 420 / 1 = 420 \text{ мин}$$

$$R_{\text{то-2}} = 420 / 1 = 420 \text{ мин}$$

Такт поста - τ_i ;

$$\tau_i = (60 * t_i^p) / P_n + t_p;$$

где - t_p - время затрачиваемое на продвижение автомобиля при установке его на пост и съезд с поста, 2 мин;

P_n – число рабочих, одновременно работающих на посту, $P_{n \text{ ео}} = 1$;

$$P_{n \text{ то-1, то-2}} = 2;$$

Для ГАЗ:

$$\tau_{\text{ео}} = (60 * 0.27) / 1 + 2 = 18.2 \text{ мин};$$

$$\tau_{\text{то-1}} = (60 * 3.24) / 2 + 2 = 99.2 \text{ мин};$$

$$\tau_{\text{то-2}} = (60 * 14.4) / 2 + 2 = 434 \text{ мин};$$

для ВАЗ:

$$\tau_{\text{ео}} = (60 * 0.27) / 1 + 2 = 18.2 \text{ мин};$$

$$\tau_{\text{то-1}} = (60 * 2.16) / 2 + 2 = 66.8 \text{ мин};$$

$$\tau_{\text{то-2}} = (60 * 7.6) / 2 + 2 = 230 \text{ мин};$$

Число постов обслуживания определяются:

$$X_i = \tau_i / R_i; \tag{41}$$

Для ГАЗ:

$$X_{\text{ео}} = 18.2 / 4.8 = 3.7, \text{ принимаем } 4;$$

$$X_{\text{ТО-1}} = 99.2/84 = 1.1, \text{ принимаем } 1;$$

$$X_{\text{ТО-2}} = 434/120 = 3.6, \text{ принимаем } 4;$$

Для ВАЗ:

$$X_{\text{ЕО}} = 18.2/23.3 = 0.7, \text{ принимаем } 4;$$

$$X_{\text{ТО-1}} = 66.8/420 = 0.3, \text{ принимаем } 1;$$

$$X_{\text{ТО-2}} = 230/420 = 0.5, \text{ принимаем } 1;$$

Определяем метод обслуживания:

Если τ поста больше $3R_{\text{пр}}$ для ЕО и ТО – 1 и τ поста больше $2R_{\text{пр}}$, тогда принимаем поточный метод обслуживания, в противном случае – метод универсальных постов.

Проанализировав данные, полученные выше, для обслуживания автомобилей принимаем метод универсальных постов.

Расчет числа постов ТР:

$$X_{\text{тр}} = (T_{\text{тр}}^{\text{г}} * \varphi * 0.60) / (D_{\text{рг}} * T_{\text{см}} * C * P_{\text{г}} * \eta_{\text{п}}); \quad (43)$$

где φ – коэффициент неравномерности поступления автомобилей на пост;

$$\Phi = 1.2 - 1.4;$$

$\eta_{\text{п}}$ - коэффициент использования рабочего времени поста;

$$\eta_{\text{п}} = 0.85 - 0.90;$$

C – число смен;

$$P_{\text{г}} = 1 \text{ чел};$$

$D_{\text{рг}}$ – число рабочих дней в году постов ТР;

Для ГАЗ:

$$X_{\text{тр}} = (26244.9 * 1.2 * 0.6) / (255 * 7 * 1 * 1 * 0.85) = 12.4, \text{ принимаем } 12 \text{ постов};$$

Для ВАЗ:

$$X_{\text{тр}} = (3222.9 * 1.2 * 0.6) / (255 * 7 * 1 * 1 * 0.85) = 1.53, \text{ принимаем } 2 \text{ поста};$$

2.8 Расчет производственных цехов и участков

$$F_{\text{ц}} = f_1 + f_2 (P_{\text{т}} - 1); \quad (44)$$

где f_1 и f_2 – удельные площади на первого и последующих рабочих, m^2 ;

P_T – количество технологически необходимых рабочих цеха в наиболее многочисленной смене, чел;

В таблице 12 представлены площади производственных помещений рассчитанные по удельным площадям приходящиеся на одного производственного рабочего.

Таблица 12 – площади производственных помещений

Цех	f_1	f_2	P_T	$F_{ц}$
Агрегатный	15	12	2	27
Слесарно-механический	12	10	1	12
Электротехнический	10	5	2	15
Аккумуляторный	15	10	1	15
По ремонту системы питания	8	5	1	8
Шиномонтажный	15	10	1	15
Вулканизационный	15	10	1	15
Кузнечно-рессорный	20	15	1	20
Медницкий	10	8	1	20
Сварочный	15	10	1	15
Жестяницкий	12	10	1	12
Арматурный	8	5	1	8
Обойный	15	10	1	15
ОГМ	12	10	3	32
Малярный	30	15	2	30
Таксомоторный	10	5	1	10

$$F_{\text{агр}} = (15+12)*(2-1) = 27m^2;$$

$$F_{\text{сл мех}} = (12+10)*(1-1) = 12 m^2;$$

$$F_{\text{эл техн}} = (10+5)*(2-1) = 15 m^2;$$

$$F_{\text{акк}} = (15+10)*(1-1) = 15m^2;$$

$$F_{\text{по рем}} = (8+5)*(1-1) = 8 m^2;$$

$$F_{\text{шином}} = (15+10)*(1-1) = 15 m^2;$$

$$F_{\text{вулк}} = (15+10)*(1-1) = 15 m^2;$$

$$F_{\text{кузн}} = (20+15)*(1-1) = 20 m^2;$$

$$F_{\text{медн}} = (10+8)*(1-1) = 10 m^2;$$

$$F_{\text{свр}} = (15+10)*(1-1) = 15 \text{ м}^2;$$

$$F_{\text{жест}} = (12+10)*(1-1) = 12 \text{ м}^2;$$

$$F_{\text{арм}} = (8+5)*(1-1) = 8 \text{ м}^2;$$

$$F_{\text{обойн}} = (15+10)*(1-1) = 15 \text{ м}^2;$$

$$F_{\text{огм}} = (12+10)*(3-1) = 32 \text{ м}^2;$$

$$F_{\text{такс}} = (10+5)*(1-1) = 10 \text{ м}^2;$$

$$F_{\text{мал}} = (30+15)*(2-1) = 30 \text{ м}^2;$$

2.9 Расчет площадей складских помещений

Расчет складских помещений рассчитывается по формуле:

$$F_i = L_{\text{м}} * f_i; \quad (48)$$

Таблица 13 – удельные площади складских помещений (в м²) на 1 млн. км пробега

Складские помещения	Удельные площади, (м ²)
Запасных частей	1.6
Агрегатов	2.5
Материалов	1.5
Шин	1.5
Смазочных материалов	2.6
Лакокрасочных материалов	0.15
Химикатов	0.15
Инструментально-раздаточная кладовая	0.15
Промежуточный склад	15-20% от суммы площадей складов запасных частей

где F_i - площадь складских помещений, м²;

f_i – удельная площадь занимаемая оборудованием, м²;

$L_{\text{пр}}$ – годовой пробег автомобилей (парка);

$$F_{\text{зч}} = 9.6 * 1.6 = 15.36 \text{ м}^2;$$

$$F_{\text{агр}} = 9.6 * 2.5 = 24 \text{ м}^2;$$

$$F_{\text{мат}} = 9.6 * 1.5 = 14.4 \text{ м}^2;$$

$$F_{\text{шин}} = 9.6 * 1.5 = 14.4 \text{ м}^2;$$

$$F_{\text{смаз}} = 9.6 * 2.6 = 24.96 \text{ м}^2;$$

$$F_{\text{лак}} = 9.6 * 0.6 = 5.76 \text{ м}^2;$$

$$F_{\text{хим}} = 9.6 * 0.15 = 1.44 \text{ м}^2;$$

$$F_{\text{инстр}} = 9.6 * 0.15 = 1.44 \text{ м}^2;$$

$$F_{\text{пром}} = (15.36 + 24) * 15\% = 5.9 \text{ м}^2;$$

2.10 Выбор технологического оборудования

Подбор технологического оборудования производится согласно методике изложенной у Г.М. Напольского /3/. Результаты подбора сведены в таблицу 14

Таблица 14 – Свободная ведомость технологического оборудования

участок	Технологическое оборудование	Кол-во	Тип или модель	Краткая характеристика и габаритные размеры	Площадь, м ²	
					На ед.	Общая
1	2	3	4	5	6	7
Участок по ремонту системы питания	Стенд для проверки ВАЗовой аппаратуры	1	Собственного изготовления	1200x600	0.72	0.72
	2. стеллаж для узлов и деталей	1	Собственного изготовления	700x600	0.42	0.42
	3. подставка под оборудование	1	Собственного изготовления	400x600	0.24	0.24
	4. настольно-сверлильный станок	1		500x600	0.3	0.3
	5. виброемечная установка для мойки деталей	1		1140x600	0.68	0.68
	6. слесарный верстак	1		1200x600	0.72	0.72

Продолжение таблицы 14

1	2	3	4	5	6	7
Участок по ремонту системы питания	7. ящик обтирочных материалов	1	Собственного изготовления	500x700	0.35	0.35
	8.бункер для утиля	1	Собственного изготовления	500x700	0.35	0.35
	9. стол для дефектовки	1		1200x600	0.72	0.72

По результатам проведенных расчетов выполнена планировка главного производственного корпуса и технологическая планировка участка.

3 РЕЗУЛЬТАТЫ ПРОВЕДЕННОГО ИССЛЕДОВАНИЯ (РАЗРАБОТКИ)

3.1 Технологический процесс обслуживания и регулирования

При эксплуатации ГАЗобаллонного автомобиля и его двигателя возникают отказы и неисправности ГТА системы питания или двигателя. ГОСТ 51709 – 2001 излагает требования к техническому состоянию двигателя и его системы питания (в том числе ГАЗовой) по условиям безопасности. Применительно к ГБА содержание предельно допустимых токсичных веществ в отработавших ГАЗах АТС должно соответствовать нормам ГОСТ 17.2.2.06 – 99, также требуется, чтобы системы питания не имела подтекания топлива. Запоры топливных баков и устройства перекрытия топлива должны быть в работоспособном состоянии. ГАЗовая система питания ГАЗобаллонных АТС должна быть герметична. Отказ или неисправность одного элемента становится часто причиной нескольких отказов системы ГБО. Например, при разрыве диафрагмы редуктора возникает не герметичность и наступает изменение заданного давления в камере и следствием этого является перебои в работе или невозможность работы на ГАЗе двигателя.

В таблице представлены сведения о возможных неисправностях и способах их устранения.

Таблица 15 – возможности неисправности и их способы устранения

Особенности проявления неисправностей	Причина	Способ обнаружения	Метод устранения
1	2	3	4
Запах ГАЗа около автомобиля или в салоне			

<p>На неработа ющем или включен- ном двигатели</p>	<p>Нарушение герметичност и элементов ГБО и соединений ГАЗовой магистрали</p>	<p>Органолептиче-ски, Течеискателем или омыливанием. Внешним осмотром при разборке. Проверкой герметичности элементов</p>	<p>Подтягивание или замена соединений и уплотнителей трубопроводов с приборами и агрегатами ГБО. Замена неисправных деталей уплотнителей или всего вентиля, или мультиклапана в сборе.</p>
--	---	---	--

1	2	3	4
	Утечка ГАЗа на выходе из РНД вследствие зависания якорей электромагнитных клапанов в вернем положении или нарушения их герметичности	Органолептически течеискателем или омыливание трубопровода на выходе из РНД или клапана	Замена неисправных уплотнителей или всего клапана в сборе
При включенном зажигании в положении и переключателя «ГАЗ» слышны поступления ГАЗа из РНД	Неисправно (негерметично) разгрузочное устройство, негерметичен клапан 2-й ступени	При выключении зажигания и, следовательно, одновременном выключении магистрального электромагнитного клапана через 10...30 с не слышно поступления ГАЗа из РНД	Отремонтировать разгрузочное устройство или клапан 2 ступени
При включенном зажигании в положении и переключателя «ГАЗ» слышны поступления ГАЗа из РНД	Неисправно (негерметично) разгрузочное устройство, негерметичен клапан 2-й ступени	При выключении зажигания и, следовательно, одновременном выключении магистрального электромагнитного клапана через 10...30 с не слышно поступления ГАЗа из РНД	Отремонтировать разгрузочное устройство или клапан 2 ступени

1	2	3	4
Слышна утечка ГАЗа из РВД РЗАА	Износ клапана или его седла	По запаху ГАЗа на слух	Заменить клапан или седло
Холостой или прогре-тый предвари-тельно на бензине двигатель не запуска-ется на ГАЗе и не перево-дятся на ГАЗ	ГАЗ не поступает в редуктор или смеситель. Неисправны переключатель вида топлива, электронный блок, электромаг-нитные клапаны. На выходе из РНД, а также РУ с РНД. «залип» шарик предохра-нительного магистраль-ного клапана	Проверка соединения разгрузочного устройства с впускным коллектором. Попытка запуска в обход электрической цепи электронного блока. Проверка соединения и работы переключателя вида топлива, проверка присоединения электропроводки или обрыва в обмотке магистрального или входного электромагнитного клапана изменением сопротивления катушки, на слух по характерному щелчку при включении переключателя в положении «ГАЗ». Проверка срабатывания шарика предохранительного магистрального клапана	Восстановление электрической цепи включения клапанов замена переключателя. Восстановление соединения разгрузочного устройства с впускным коллектором или проводки. Замена шарика или пружины предохранительного магистрального клапана

Продолжение таблицы 15

1	2	3	4
<p>Двигатель заводится и тут же глохнет. Педалью ГАЗа удаётся поддерживать только высокие обороты, не регулируется холостой ход, и двигатель неустойчиво работает</p>	<p>На ГТА «Автосистема» повреждена диафрагма экономайзера</p>	<p>При снятии вакуумного шланга с экономайзера появляется холостой ход, но при попытке трогания с места двигатель глохнет</p>	<p>Заменить мембрану экономайзера</p>
<p>Холодный или прогретый на бензине двигатель заводится на ГАЗе с трудом, сразу после запуска глохнет, или при работе обмерзает трубка между РНД и ГАЗовым</p>	<p>Частичное засорение фильтрующего элемента электромагнитного клапана и фильтра на выходе в РНД или заборной трубки в баллоне</p>	<p>Проверка пропускной способности фильтрующих элементов и заборной трубки путем визуальной оценки поступления ГАЗа</p>	<p>Очистка или замена фильтрующих элементов. Очистка заборной трубки в баллоне</p>

1	2	3	4
<p>Прогреть двигатель заводится с трудом или только из нейтрального положения переключателя</p>	<p>Переобогащенная смесь из-за повышенного давления в 1-ой или 2-й ступени РНД. Увеличенное сечение дозирующего устройства</p>	<p>Легкий запуск из нейтрального положения переключателя вида топлива (положение «0») с переходом после «схватывания» на ГАЗ. При работе на холостом ходу и в движении ощущается сильный запах ГАЗа из выхлопной трубы. Проверка содержания СО и СН ГАЗоанализатором и давление в 1-й ступени РНД</p>	<p>Регулировка давления в 1-й и во 2-й ступенях. Регулировка или замена клапанов и пружин этих ступеней</p>

1	2	3	4
<p>Двигатель не заводится на ГАЗе, но хорошо работает на ГАЗе при движении на различных режимах (при переводе с бензина на ГАЗ), но при минимальной частоте вращения коленчатого вала на обороты холостом ходу глохнет</p>	<p>На РНД РЗАА, НЗГА, «Компрессор» не открывается клапан холостого или неотрегулирован холостой ход</p>	<p>При принудительном открытии клапана холостого хода или дополнительном ослаблении пружины клапан 2-й ступени неисправность устраняется</p>	<p>Ремонт и регулировка системы холостого хода. Заменить катушку соленоида холостого хода</p>
<p>После заправки ГСН двигатель глохнет</p>	<p>Магистральный клапан не открывается из-за повышенного давления ГСН, поступающего в баллон</p>	<p>По прошествии некоторого времени после падения давления в баллоне двигатель нормально заводится</p>	<p>При заправке перекрыть магистральный вентиль, некоторое время после заправки не работает на ГАЗе</p>

1	2	3	4
<p>При движении при низких температурах окружающего воздуха двигатель постепенно теряет частоту вращения коленчатого вала и глохнет</p>	<p>Повышенное содержание влаги в КПП. Замерзание влаги на фильтрующем элементе РВД состав ГСН не обеспечивает необходимое избыточное давление в баллоне</p>	<p>Через некоторое время при движении на бензине возобновляется возможность работы на КПП на короткое время. При постепенном нагреве баллона в теплом помещении восстанавливаются динамические качества, однако при дальнейшем движении при низких температурах признаки неисправности возобновляются</p>	<p>Продуть каналы подогрева ГАЗа и заменить фильтрующий элемент РВД. Выработать или слить некондиционированный ГАЗ из баллона</p>
<p>Двигатель через некоторое время работы на ГАЗе (на холостом ходу или при движении) теряет мощность или частоту вращения коленчатого вала и глохнет</p>	<p>Обмерзание РНД из-за образования а полости паровой пробки или загрязнения каналов подогрева</p>	<p>РНД через некоторое время работы на ГАЗе покрывается инеем, при переключении на бензин иней быстро тает</p>	<p>Устранить паровую пробку путем долива в систему подогрева РНД охлаждающей жидкости. Выбрать редуктор, прочистить каналы полости подогрева</p>

1	2	3	4
<p>При переключении коробки передач в нейтральное положение и продолжения накатом двигателя глохнет</p>	<p>Переобеднение смеси из-за наддува в смеситель от встречного потока воздуха, поступающего в воздушный фильтр</p>	<p>При установке воздухозаборного патрубка или переключателя забора воздуха в положение забора подогрева воздуха (зима) данный эффект пропадает</p>	
<p>При медленном нажатии на педаль в режиме холостого хода возникает «провал» и двигатель глохнет. При трогании автомобиля при полностью открытой дроссельной заслонке двигатель глохнет</p>	<p>Обеднение смеси на переходном режиме из-за неправильной регулировки усилия пружины 2-й ступени или подсоса воздуха в соединении проставки. Неправильная регулировка дозаторов</p>	<p>Определяют путем омывания места возможного подсоса воздуха. Провал частично или полностью пропадает при ослаблении пружины 2 –й ступени или регулировке (открытии сечения) дозатора (бедная смесь)</p>	<p>Устранение негерметичности соединения проставки с карбюратором. Регулировка дозатора</p>

1	2	3	4
	Провалы, вызванные уменьшением эжекционного эффекта из-за снижения компрессии	Обнаруживается при частичном перекрытии выходного отверстия патрубка воздушного фильтра	Частичное перекрытие входного отверстия воздушного фильтра
При резком закрытии дроссельной заслонки (режим холостого хода) нет «подхвата» оборотов и двигатель глохнет	Резкое обеднение смеси. При переходе с режима максимальных частот на минимальную частоту холостого хода система холостого хода не обеспечивает требуемой подачи ГАЗа	При дополнительном открытии клапана холостого хода и одновременно ослаблении пружины 2-й ступени устанавливается хороший «подхват»	Регулировка винта холостого хода и пружины 2-й ступени
При движении при полностью нажатой педали ГАЗа постепенно начинают падать скорость и мощность	Кончается ГАЗ в баллоне. Ступени РД переполнены конденсатом. Частичное засорение фильтрующих элементов на входе в РВД или РНД и заборной трубки в баллоне ГСН	Слить конденсат из РНД. После заправки баллона провести проверку пропускной способности фильтрующих элементов и заборной трубки путем визуальной оценки поступления ГАЗа на выходе фильтра и затем в трубке, подводящей ГАЗ к фильтру	Заправить баллоны ГАЗом. Промыть фильтрующий элемент и, если это не помогает, прочистить заборную трубку мультиклапана

1	2	3	4
ГСН поступает в баллон медленно или совсем не поступает	Залип шарик предохранительного клапана на мультиклапане. Засорился фильтрующий элемент ВЗУ	По показанию счетчика ГАЗа на заправке	Заменить шарик и пружину предохранительного клапана на мультиклапане или фильтрующем элементе ВЗУ

В основе организации технологических процессов лежит принцип преимущественного времени и наработки технического обслуживания базового автомобиля и ГБО. Ниже приведены перечни дополнительных операций ТО ГАЗовых систем ГБА.

После возвращения автомобиля в СТО внешним осмотром следует проверить герметичность аппаратуры ГАЗового баллона и расходных вентилей. Очистить снаружи и при необходимости вымыть аппаратуру ГАЗового баллона и приборов ГАЗовой системы питания.

При постановке автомобиля на стоянку нужно закрыть расходный вентиль и выработать весь ГАЗ, находящийся в системе, а в холодное время года при использовании в системе охлаждения воды слить ее из полости редуктора.

Первое техническое обслуживание (ТО - 1)

Проверяют внешнее состояние и крепление элементов ГБО, герметичность полости теплоносителя, подводящих и отводящих шлангов подогревателя ГАЗа.

Второе техническое обслуживание (ТО – 2)

Снимают электромагнитный клапан – фильтр, очищают отстойник от фильтра. При необходимости заменяют фильтр и шток и другие неисправные детали, собирают и проверяют работоспособность, устанавливают электромагнитный клапан на место.

При ТО – 2 выполняется часть ремонтных работ. Если оговорено в перечне работ, снимают РВД, заменяют мембрану, уплотнительные прокладки в соединениях с манометром и предохранительным клапаном, заменяют фильтры РВД и РНД, проверяют на стенде внутреннюю и внешнюю герметичность, производят регулировку выходного давления. Устанавливают РВД на место.

В завершение ТО – 2 необходимо проверить мыльным раствором соединения ГАЗопроводов с крестовиной, запорочным и магистральным вентилями, герметичность запорочного и магистрального вентилей, соединение ГАЗопроводов с РВД и электромагнитным клапаном, герметичность соединения манометра и предохранительного клапана.

Сезонное обслуживание (СО)

Сезонное обслуживание совмещается с очередным ТО – 2 работы СО представляют собой контроль всех элементов ГАЗовой системы за исключением ГАЗовых баллонов. СО включает в себя ремонтные работы по разборке, замене всех резинотехнических изделий: диафрагм, клапанов, прокладок, уплотнителей, отказавших элементов ГБО, смазке подвижных шарнирных соединений, сборке и проверке работоспособности и герметичности.

При необходимости вывинчивают седло клапана второй ступени 17 и 7. При ремонте редуктора можно заменить только мембраны 1, 3 и прокладку 9. Для обеспечения надежной работы редуктора можно заменить клапаны первой и второй ступени. Сборку производят в обратной последовательности. В процессе сборки проверяют параллельность прилегания клапанов первой и второй ступеней к седлам. Для этого проверяют визуальный след от касания уплотнителя седла клапана к форме окружности, образующейся после первого нажатия на клапан.

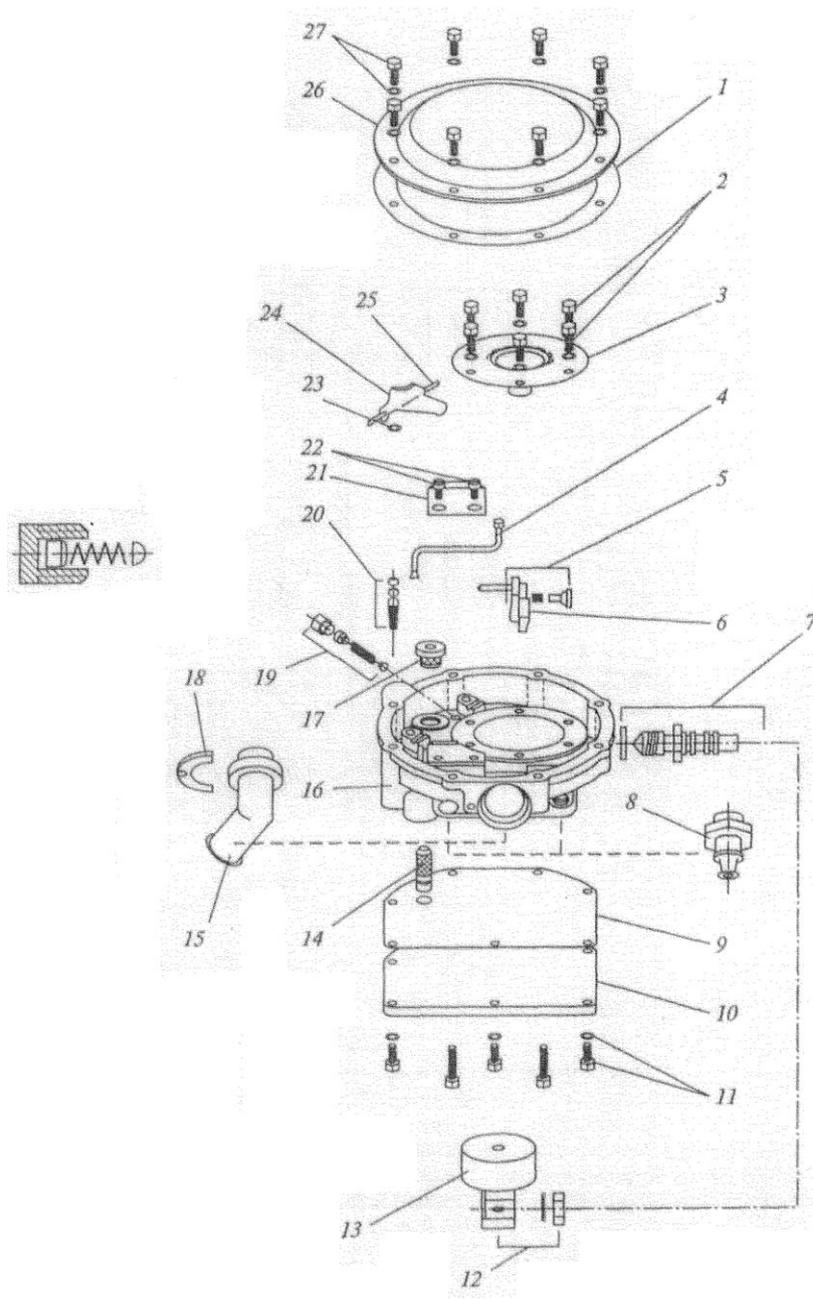


Рис. 3.7 – Демонтаж деталей редуктора

3.3 Аппаратура ГБА – 2

Аппаратура ГБА – 2 (рис 8) разработана в Сибирской автомобильно-дорожной академии (СибАДИ), г. Омск



Рисунок 3. 8 – внешний вид узлов комплекта ГБА

Особенностью аппаратуры ГБА – 2 является применение сервопривода регулирующего клапана второй ступени редуктора – испарителя, что позволяет избежать зависимость выходных показателей редуктора – испарителя от входного давления ГАЗа. Следовательно, исключается влияние состава ГАЗа и его температуры на выходные показатели редуктора – испарителя, поэтому отсутствует необходимость дополнительных регулировок при каждой заправке и изменении температуры воздуха.

В отличие от редуктора – испарителя РЗАА, в редукторе – испарителе ГБА – 2 имеется возможность проверки состояния отдельных деталей и их замены без полной разборки редуктора – испарителя.

Редуктор – испаритель ГБА – 2

Предназначен для испарения сжиженного ГАЗа, снижения давления и автоматического поддержания установленного давления, подаваемого в смеситель ГАЗа на всех режимах работы двигателя, подачи дозированной предпусковой порции ГАЗа, а также автоматического прекращения подачи ГАЗа при остановки двигателя.

Редуктор – испаритель ГБА-2 – двухступенчатый, мембранно-рычажного типа с сервоприводом клапана во второй ступени. В качестве первой ступени редуктора применен регулятор типа «А» в качестве второй – регулятор типа «С» с сервоприводом регулирующего клапана. Редуктор – испаритель (рис. 3.9) имеет корпус 1, отлитый из алюминиевого сплава.

Первая ступень редуктора – испарителя имеет клапан 2, мембрану первой ступени 3, рычаг первой ступени 4, шарнирно связывающий клапан 2 с мембраной 3. Между мембраной 3 и корпусом 1 редуктора – испарителя образована полость «Г» первой ступени. Пружина 5 первой ступени установлена на мембрану 3 со стороны атмосферной полости «А» и поджата крышкой 6 первой ступени.

Вторая ступень редуктора – испарителя имеет клапан 7 второй ступени; мембрану 8 второй ступени, установленную на корпусе сервопривода, с образованием вакуумной полости «В» сервопривода; рычаг 9 второй ступени, связанный с клапаном 7; толкатель 10, установленный подвижно во втулке вакуумной полости «В» сервопривода, между мембраной 8 и рычагом 9.

На клапан 7 со стороны полости «Б» второй ступени установлена пружина 11 клапана второй ступени и поджата колпачком 12 с наружной стороны редуктора.

Вакуумная полость «В» сервопривода сообщена с полостью «Б» второй ступени через периферийные каналы 13 и 14 с седлом 15 управления.

Уплотнителем клапана управления является мембрана управления 16, расположенная между седлом клапана управления 15 и мембраной 8 второй ступени с образованием атмосферной полости «Д».

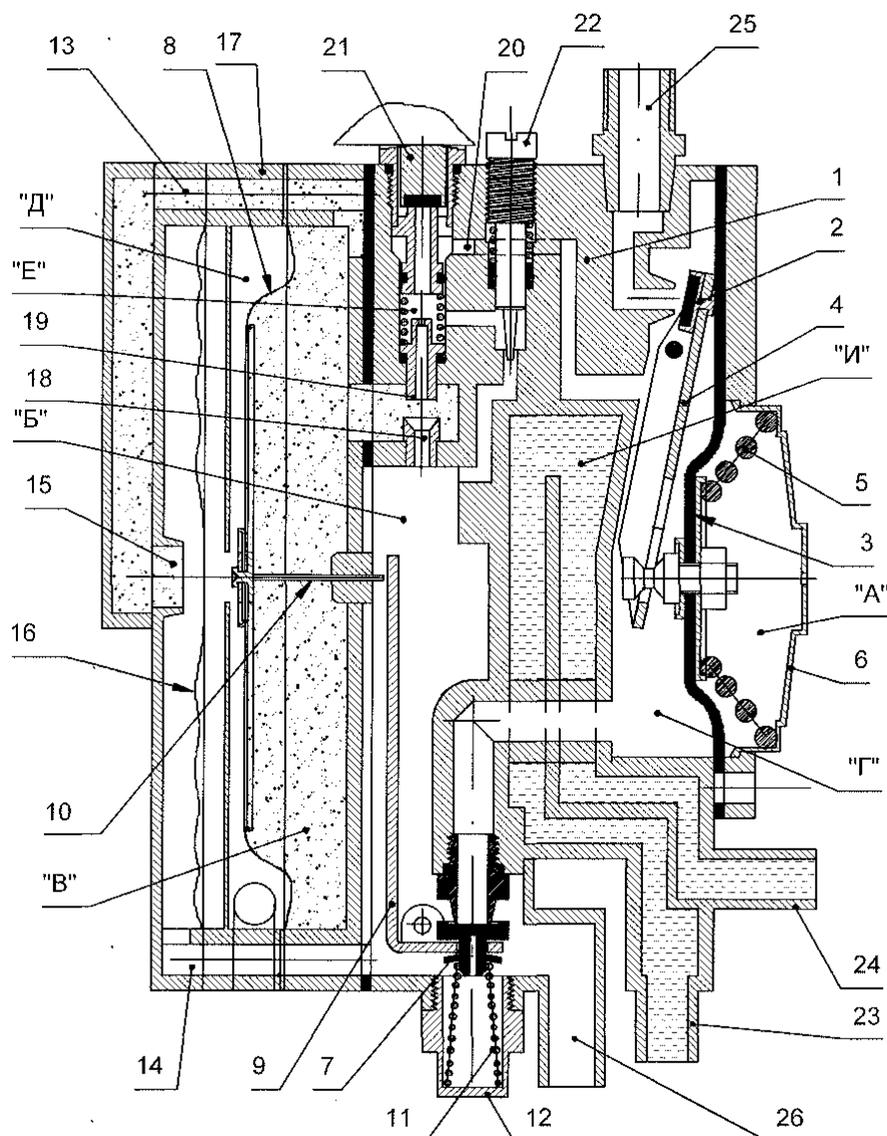


Рисунок 3.9 – Редуктор – испаритель ГБА -2

Полость «Д» сообщается с атмосферной через отверстие в разделительном кольце 17, установленном между мембраной 8 и мембраной 16.

В вакуумной полости «В» сервопривода установлен диффузор 18 эжектора, отделяющий вакуумную полость «В» от полости «Б» второй ступени.

Также в вакуумной полости «В» напротив диффузора 18 расположен жиклер 19 эжектора между вакуумной полостью «В» и полостью «Е» системы холостого хода. Полость «Е» соединена каналом 20 с полостью «Г» первой ступени. В канале 20 установлен электромагнитный клапан 21 отключения сервопривода и системы

холостого хода. В этом же канале последовательно с клапаном 21 установлен регулировочный винт 22 холостого хода. В корпусе 1 редуктора-испарителя имеется полость «И» испарителя. Кроме этого имеются подводящий 23 и отводящий 24 штуцеры теплоносителя, сообщающиеся с полостью «И» испарителя. Для подвода и отвода ГАЗа в редукторе-испарителе имеются соответственно подводящий 25 и отводящий 26 штуцеры.

Редуктор-испаритель работает следующим образом.

При включении зажигания с положением переключателя вида топлива «ГАЗ» открываются электромагнитный магистральный ГАЗовый клапан и клапан 21 холостого хода редуктора-испарителя. Полость «Г» первой ступени заполняется ГАЗом. Давление ГАЗа в полости «Г» первой ступени определяется усилием пружины 5. Клапан 7 второй ступени остается закрытым. ГАЗ поступает по каналу 20 через регулируемое винтом 22 сечение в полость «Е» и далее, через жиклер 19 и диффузор 18, в полость «Б» и через отводящий штуцер 26 в смеситель. Через 1 ...2 секунды электронный блок управления закрывает электромагнитные клапаны. Клапан 21 перекрывает канал 20, и подача ГАЗа через редуктор-испаритель прекращается. Этим обеспечивается предпусковое заполнение системы питания ГАЗом. При вращении коленчатого вала двигателя стартером и при работе двигателя на электронный блок управления подаются импульсы, дающие сигнал на включение ГАЗовых клапанов, в результате двигатель запускается и начинает работать в режиме холостого хода.

При этом клапан 7 второй ступени остается закрытым, а в двигатель поступает только количество ГАЗа, отрегулированное винтом 22 холостого хода и проходящее через жиклер 19 и диффузор 18 эжектора.

При нажатии на педаль акселератора дроссельная заслонка карбюратора-смесителя открывается, увеличивается поток воздуха,

проходящий через ГАЗовый смеситель, вызывая возрастание разрежения в полости «Б» второй ступени редуктора-испарителя. Это разрежение передается через канал 14 на мембрану управления 16. Под действием этого разрежения мембрана управления 16 перемещается к седлу 15 клапана управления, перекрывая его. В изолированной таким образом полости «В» возникает разрежение, создаваемое потоком ГАЗа из жиклера 19 через диффузор 18 в результате реакции. Под действием этого разрежения мембрана 8 второй ступени перемещается, давит на толкатель 10 и рычагом 9 открывает клапан 7 второй ступени, преодолевая усилие пружины 11. ГАЗ из полости «Г» первой ступени через клапан 7 поступает в полость «Б» второй ступени. Как только поступление ГАЗа через клапан 7 второй ступени становится больше расхода ГАЗа через отводящий штуцер 26 редуктора-испарителя (и соответственно через смеситель ГАЗа), давление в полости «Б» второй ступени повышается. Под действием этого избыточного давления мембрана управления 16 перемещается, открывая седло 15. ГАЗ из полости «Б» второй ступени поступает через каналы 13, 14 и седло 15 в полость «В» сервопривода, снижая там разрежение. Усилие на мембране 8 второй ступени уменьшается. Клапан 7 второй ступени под действием пружины 11 начинает закрываться, уменьшая количество ГАЗа, поступающего через него из полости «Г» в полость «Б». Когда поступление ГАЗа через клапан 7 становится меньше расхода через штуцер 26, вновь появляется разрежение в полости «Б» второй ступени и процесс повторяется, обеспечивая давление в полости «Б», близкое к атмосферному, независимо от расхода ГАЗа через редуктор-испаритель и от давления ГАЗа в полости «Г» первой ступени.

Оптимальное направление потока теплоносителя (подвод и первое изменение направления потока теплоносителя находится в зоне расположения винта холостого хода и подводящего штуцера ГАЗа)

обеспечивает достаточный подвод тепла к редуктору – испарителю для устойчивой работы двигателя холодного двигателя.

Таблица 16 – перечень элементов

Поз. обозн.	НАИМЕНОВАНИЕ	Кол	ПРИМЕЧАНИЕ
ВН1	Вентиль подачи сжатого воздуха	1	P=2,5МПа; D = 0,008м
ВН2	Вентиль	1	P=2,5МПа; D = 0,008м
ДР1,2	Дозатор	2	
КМ 1	Компрессор	1	
ДМ 1	Манометр для измерения входного давления	1	ДМ 1681-2,5МПа - 1,5ТУ
ДМ 2	Манометр для измерения давления первой ступени		ДМ 252–0,2МПа – 1,5ТУ
ДВ	Вакуумметр	1	ДВ 3598-5кПА-1,5ТУ ГОСТ 2405 – 88
МН	Пьезометр для измерения давления второй ступени		ММН – 240 – 0,02
Н 1	Вакуумный насос №1	1	
Н 2	Вакуумный насос №2	1	Насос*
Р 1	Ротаметр для контроля за расходом ГАЗа		РМ – 4,0 ГУЗ ГОСТ 13045 - 81
РИ	Редуктор – испаритель	1	
Ф 1	Фильтр		

Примечание * - пылесос типа ПР – 140 «Шмель - 4» УХЛ4.2 ГОСТ 10280 – 83, ТУ 27 – 56 – 784 - 79

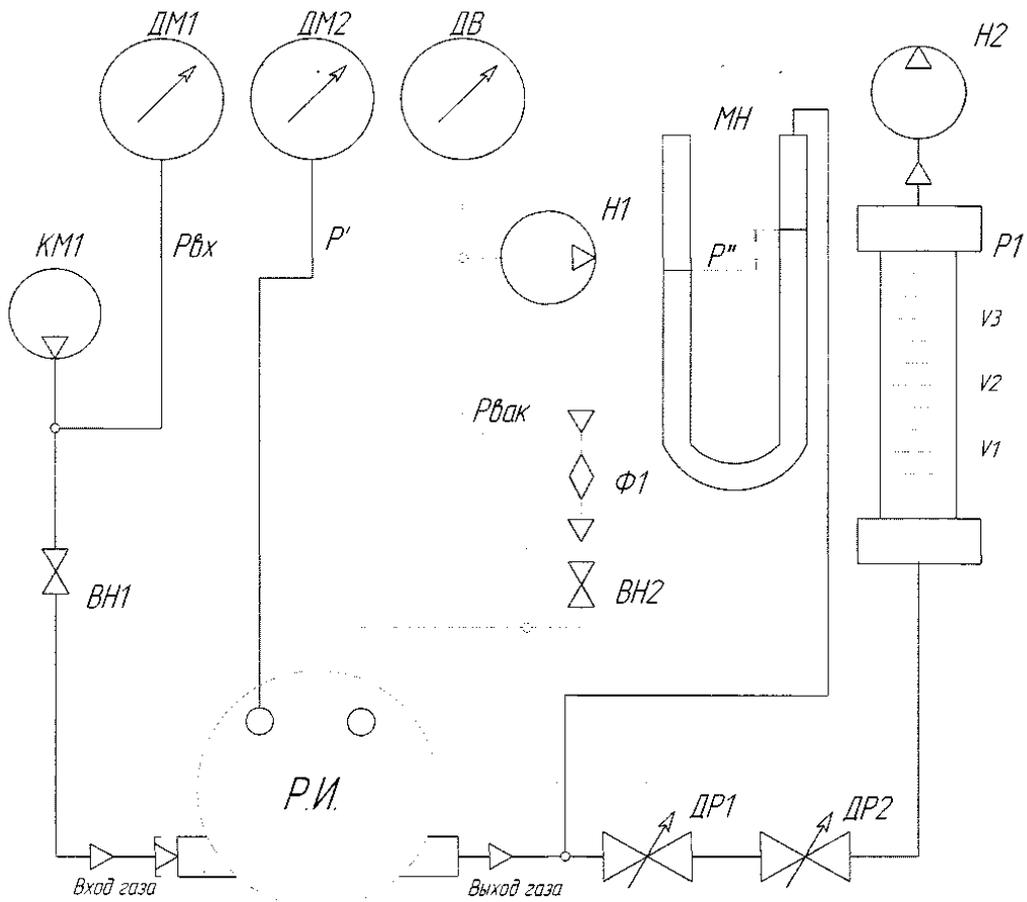


Рис. 3.10 – Схема установки редуктора испарителя на стенд для испытаний узлов ГАЗобаллонной аппаратуры

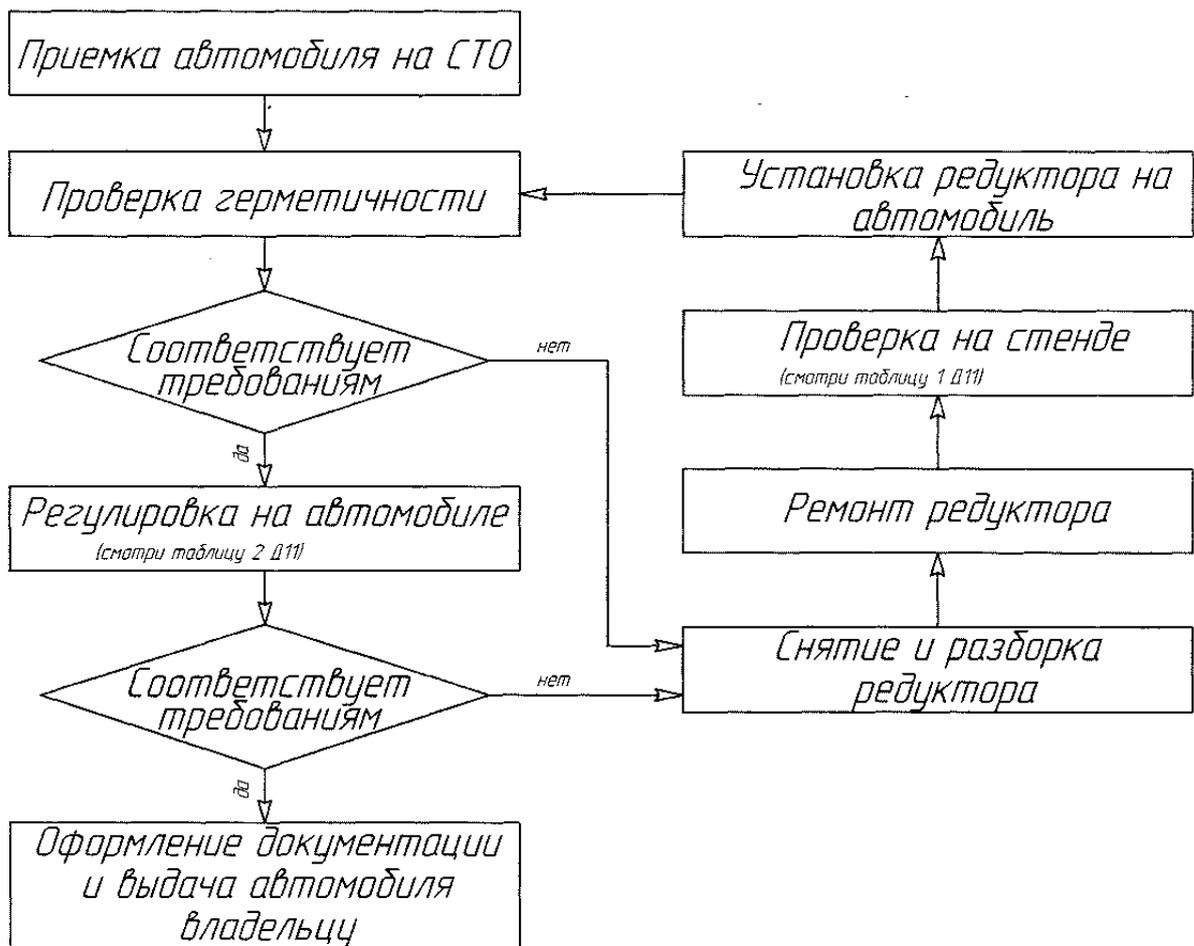


Рисунок 3.11 – Алгоритм выполнения регулировки ГАЗобаллонной аппаратуры

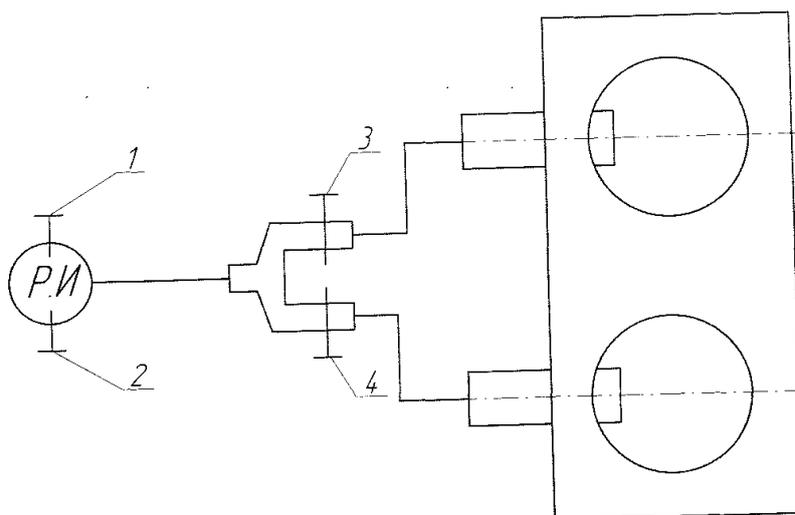


Рисунок 3.12 – регулируемые элементы ГАЗобаллонного оборудования

1 – винт регулировки холостого хода, 2 – винт регулировки давления во второй ступени, 3 – винт первичной камеры тройника дозатора, 4 – винт второй камеры тройника дозатора

5 ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ, РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ

В данном разделе ВКР устанавливается размер капитальных вложений, рассчитывается величина эксплуатационных затрат и себестоимости продукции (работы), определяются показатели экономической эффективности.

5.1 Определение технико-экономической эффективности внедрения прибора для проверки ГАЗ газобаллонного оборудования

Внедряемый в СТО прибор предназначен для проверки технического состояния ГАЗ газобаллонного оборудования. Внедрение прибора, имеющего большее количество контрольных манометров и мест их подключения к контрольным выходам ГАЗ газобаллонного оборудования автомобиля, позволяет снизить трудоемкость работ по проверке и определению неисправностей.

Экономический эффект от внедрения предлагаемого оборудования достигается за счет снижения трудоемкости операций по диагностированию; исключения операций повторных подключений манометров и замеров величин давления в контрольных выходах пневмопривода автомобиля.

Для определения экономической эффективности необходимо рассчитать затраты на изготовление разработанной конструкции, удельные приведенные затраты, определить технико-экономические показатели разработанного средства технологического оснащения. При расчете использованы источники /16/, /15/.

5.2 Исходные данные для расчета экономической эффективности

Таблица 18 - Исходные данные

Показатель	До внедрения	После внедрения
Годовая программа обслуживания $\sum N_{д-2г}$ авт./год	480	480
Трудоемкость одного диагностирования Т, чел*ч: - при ТО-2 - при СО	1,5 2,9	0,8 1,54
Часовая тарифная ставка слесаря диагноста IV разряда С _Т , руб/ч (из источника /15/	6,7	6,7
Действительный годовой фонд времени рабочего Т _{ф.д.} , ч	1820	1820

5.3 Определение капитальных вложений на изготовление разработанной конструкции

Затраты на изготовление прибора включают в себя стоимость покупных изделий, стоимость металла, пластмасс и др., а также затраты на заработную плату рабочих, занятых изготовлением деталей и сборкой прибора.

Стоимости покупных изделий берем из прейскурантов с учетом коэффициента удорожания и сводим в таблицу 20.

Таблица 19- Стоимость покупных изделий

Наименование	Цена, руб.	Кол-во	Сумма, руб.
1	2	3	4
1. Тройник 25х3-8х3 ГОСТ 17376-83	150	4	600
2. Труба стальная l=0,2м	25	14	350
3. Штуцер прямой 16-022 ГОСТ16049-70	50	6	300
4. Кран шаровой DN50PN4ТУ 26-07-1023-92	200	3	800

1	2	3	4
5. Манометр класса точности 1,5	350	3	1050
6. Винт 2 М10х1,25-6gx25.58.35Х.01 ГОСТ Р 11738-84	17,5	0,3 кг	5,25
7. Гайка 1 М10х1,25-6Н.12.40Х.16 ГОСТ 5915-70	10,2	0,3 кг	3,06
8. Гайка 1 М16х1,25-6Н.12.40Х.16 ГОСТ 5915-70	10,2	0,3 кг	3,06
9. Шайба А.2.0,1.08Х18Н12Т. Т и 9 ГОСТ 11371-72	8,5	0,3 кг	2,55
Итого:			3113,92

Затраты на материалы определяются ценой материала и количеством, необходимым для изготовления прибора:

$$Z_m = G_m \cdot C_m, \quad (54)$$

где G_m - масса израсходованного материала, кг;

C_m - цена материала, руб./кг.

В нашем случае расходуемым материалом будет пластмасса, необходимая для изготовления корпуса прибора, и уголок стальной для изготовления кронштейнов крепления панелей корпуса между собой.

Принимаем массу пластмассы

$$C_{my} = 1.5 \text{ руб./кг.}$$

Тогда затраты составят:

- на пластмассу:

$$Z_{mn} = 5 \cdot 9 = 45 \text{ руб}$$

- на уголок стальной:

$$Z_{my} = 1 \cdot 1,5 = 1,5 \text{ руб}$$

- окончательно затраты на материалы:

$$Z_m = Z_{mn} + Z_{my} = 45 + 1,5 = 46,5 \quad (55)$$

Заработная плата рабочих, занятых изготовлением прибора:

$$Z = (Z_{\Pi} + Z_{Д} + Z_{Н}) \cdot K_p \cdot K_n \quad (56)$$

где Z_n - прямая заработная плата, руб.;

Z_d - дополнительная заработная плата, руб.;

Z_n - начисления на заработную плату по социальному страхованию, руб.;

K_p - районный коэффициент (для Омской области $K_p = 1,15$);

K_n – коэффициент, учитывающий выплату премий и доплат, принимаем $K_n = 1,4$

Так как прибор изготавливается в штучном варианте, то для его производства требуется один рабочий, для которого устанавливается оклад за сборку прибора в размере 1000 руб. Данный оклад включает в себя прямую заработную плату Z_n и дополнительную заработную плату Z_d .

Начисления на заработную плату составят:

$$Z_H = \frac{Z_n + Z_d}{100} \cdot P_H = \frac{1000}{100} \cdot 26 = 260 \text{руб.}$$

где $P_H=26\%$ - процент начислений по социальному страхованию, который включает в себя единый социальный налог равный 35,6 % и процент начислений на профессиональные заболевания, и производственный травматизм равный 0,2 %.

Итого заработная плата составит:

$$Z = (1000 + 358) \cdot 1,15 \cdot 1,4 = 2186,38 \text{руб.}$$

$$C_{об} = Z_n + Z_M + Z + H, \quad (57)$$

где Z_u - стоимость покупных изделий, руб. (по табл. 25);

H - накладные расходы, руб.

Накладные расходы определяют укрупнение в процентах от прямой зарплаты:

$$H = \frac{Z_n \cdot P_{н.р.}}{100} = \frac{1000 \cdot 140}{100} = 1400 \text{руб.}, \quad (58)$$

где $P_{н.р.} = 140\%$ - процент накладных расходов.

Итого по формуле (169) затраты на изготовление разработанного оборудования составят:

$$C_{об2} = 3113,92 + 46,5 + 2186,38 + 1400 = 6746,8 \text{ руб.}$$

Затраты на демонтаж-монтаж и транспортировку оборудования:

$$C_{дм2} = 0,2 \cdot C_{об2} = 0,2 \cdot 6746,8 = 1349,36 \text{ руб.}, \quad (59)$$

Результаты расчета капитальных вложений K_2 на изготовление прибора заносим в таблицу 20.

Таблица 20 - Калькуляция капитальных вложений на изготовление прибора

Статья затрат		Сумма, руб.
Изготовление	Покупные изделия	3113,92
	Материалы	46,5
	Заработная плата	2186,38
	Накладные расходы	1400
Демонтаж – монтаж и транспортировка		1349,36
Итого:		8096,16

5.4 Определение удельных приведенных затрат по конструкции

5.4.1 Удельные приведенные затраты на диагностирование, выполняемое при ТО-2 с помощью базового и предлагаемого оборудования

Удельные приведенные затраты определяют по формуле:

$$Z_i = C_i + E_{и} \cdot k_i, \quad (60)$$

$E_{и} = 0,15$ - нормативный коэффициент эффективности капитальных вложений;

k_i - удельные капитальные вложения, руб./ед.

Удельные капитальные вложения на внедряемый прибор:

$$k_2 = \frac{K_2}{\sum N_{д-2}} = \frac{8096,16}{480} \approx 16,87 \text{ руб/ед.}, \quad (61)$$

Стоимость операции, определяется по формуле:

$$C_i = C_{pi} + C_{api} + C_{zi} + H_i, \quad (62)$$

где C_{pi} - удельные затраты на зарплату рабочего, руб./ед.;

C_{api} - удельные затраты на амортизацию и ремонт оборудования, руб./ед.;

C_{zi} - удельные затраты на энергию (электроэнергию, сжатый воздух, пар), воду, масло гидравлическое, моющие растворы, специальные жидкости и др., руб./ед.;

H - удельные накладные расходы, руб./ед.

Удельные затраты на зарплату рабочего C_{pi} определяются по формуле:

$$C_{pi} = (Z_{pi} + Z_{di} + Z_{ni}) \cdot K_p \cdot K_n, \quad (63)$$

где Z_{pi} - удельная прямая заработная плата, руб./ед.;

Z_{di} - удельная дополнительная заработная плата, руб./ед.;

Z_{ni} - удельные начисления на заработную плату по социальному страхованию, руб./ед.;

K_p - районный коэффициент (для Омской области $K_p=1,15$);

K_n - коэффициент, учитывающий выплату премий и доплат, принимаем, $K_n = 1.4$.

Удельная прямая заработная плата:

$$Z_{pi} = C_T \cdot T_i, \quad (64)$$

где C_T - тарифная ставка рабочего соответствующего разряда, руб./ч;

T_i - трудоемкость диагностирования с помощью базового или разрабатываемого оборудования, чел-ч;

Таким образом, по формуле удельная прямая заработная плата до внедрения составляет:

$$Z_{pi}^{TO} = C_T \cdot T_1^{TO} = 6,7 \cdot 1,5 = 10,05 \text{ руб./ед.}$$

после внедрения разрабатываемого оборудования:

$$z_{П2}^{TO} = C_T \cdot T_2^{TO} = 6,7 \cdot 0,8 = 5,36 \text{ руб./ед.}$$

Удельная дополнительная заработная плата составляет 8...10 % от удельной прямой зарплаты:

$$z_D = \frac{z_{П} \cdot П_D}{100}, \quad (65)$$

$$z_{Д1}^{TO-2} = \frac{z_{П1}^{TO-2} \cdot П_D}{100} = \frac{10,05 \cdot 10}{100} \approx 1,01 \text{ руб./ед.}$$

$$z_{Д2}^{TO-2} = \frac{z_{П2}^{TO-2} \cdot П_D}{100} = \frac{5,36 \cdot 10}{100} \approx 0,54 \text{ руб./ед.}$$

Удельные начисления на заработную плату:

$$z_H = \frac{z_{П} \cdot П_D}{100} \cdot П_H, \quad (66)$$

$$z_{H1}^{TO-2} = \frac{z_{П1}^{TO-2} \cdot П_D}{100} \cdot П_H = \frac{10,05 \cdot 10}{100} \cdot 35,8 \approx 3,96 \text{ руб./ед.}$$

$$z_{H2}^{TO-2} = \frac{z_{П2}^{TO-2} \cdot П_D}{100} \cdot П_H = \frac{5,36 \cdot 0,54}{100} \cdot 35,8 \approx 2,11 \text{ руб./ед.}$$

где $П_H = 26\%$ - процент начислений по социальному страхованию.

Окончательно определяем удельные затраты на заработную плату рабочего до внедрения разрабатываемого оборудования и после будут равны:

$$C_{p2}^{TO-2} = (z_{П2}^{TO-2} + z_{Д2}^{TO-2} + z_{H2}^{TO-2}) \cdot K_p \cdot K_{П} = (5,36 + 0,54 + 2,11) \cdot 1,15 \cdot 1,4 \approx 12,90 \text{ руб./ед.}$$

Удельные затраты на амортизацию и ремонт оборудования:

$$C_{api} = (a + a_p) \cdot \frac{C_{оби}}{100 \cdot \sum N_{Д-2p}}, \quad (67)$$

где a и a_p - нормы отчислений на амортизацию и ремонт оборудования, %; $a_p = 4,6\% / 16/$.

Норма отчислений на амортизацию при сроке службы прибора $n=12$ лет:

$$a = \frac{100}{n} = \frac{100}{12} = 8,3\%, \quad (68)$$

Тогда по удельные затраты на амортизацию и ремонт внедряемого оборудования составят:

$$C_{ap1} = (a + a_p) \cdot \frac{C_{об1}}{100 \cdot \sum N_{Д-2р}} = (3,3 + 4,6) \cdot \frac{6746,8}{100 \cdot 601} \approx 1,45 \text{ руб./ед.}$$

Т.к. диагностирование пневматического тормозного привода автомобиля не требует затрат каких-либо видов энергии, кроме энергии сжатого воздуха, находящегося в пневмоприводе автомобиля; а также не требует применения каких-либо специальных эксплуатационных материалов, то удельные эксплуатационные затраты будут равны нулю, т.е. $C_{эi} = 0$.

Удельные накладные расходы:

$$H_i = Z_{пi} \cdot \frac{П_{ИР}}{100}, \quad (69)$$

где $П_{ИР} = 140\%$ - процент накладных расходов.

Тогда:

$$H_1^{ТО-2} = Z_{п1}^{ТО-2} \cdot \frac{П_{И.Р}}{100} = 10,05 \cdot \frac{140}{100} = 14,07 \text{ руб./ед.}$$

$$H_2^{ТО-2} = Z_{п2}^{ТО-2} \cdot \frac{П_{И.Р}}{100} = 5,36 \cdot \frac{140}{100} = 7,50 \text{ руб./ед.}$$

Окончательно стоимость операции диагностирования при ТО-2, выполняемой с помощью базового и предлагаемого оборудования составит:

$$C_1^{ТО-2} = C_{р1}^{ТО-2} + H_1^{ТО-2} = 24,18 + 14,07 = 38,25 \text{ руб./ед.}$$

$$C_2^{ТО-2} = C_{р2}^{ТО-2} + C_{ap2} + H_2^{ТО-2} = 12,90 + 1,45 + 7,50 = 21,85 \text{ руб./ед.}$$

Таблица 21 - Калькуляция себестоимости операции диагностирования при ТО-2

Статья затрат	Сумма, руб.	
	базовое	предлагаемое
Заработная плата рабочего	24,18	12,90
Амортизация и ремонт оборудования	-	1,45
Накладные расходы	14,07	7,50
Итого:	38,25	21,85

Тогда удельные приведенные затраты будут равны:

$$z_1^{TO-2} = C_1^{TO-2} = 38,25 \text{ руб./ед.}$$

$$z_2^{TO-2} = C_2^{TO-2} + E_H \cdot k_2 = 21,18 + 0,15 \cdot 16,87 \approx 24,38 \text{ руб./ед.}$$

5.4.2 Удельные приведенные затраты на диагностирование, выполняемое при СО с помощью базового и предлагаемого оборудования

Трудоемкость диагностических работ при СО по ГАЗобаллонного оборудования при использовании базового оборудования составляет 2,9 чел·ч, а при использовании разрабатываемого прибора – 1,54 чел·ч.

По формуле удельная прямая заработная плата до внедрения составит:

$$z_{П1}^{CO} = C_T \cdot T_1^{CO} = 6,7 \cdot 2,9 = 19,43 \text{ руб./ед.}$$

после внедрения разрабатываемого оборудования:

$$z_{П2}^{CO} = C_T \cdot T_2^{CO} = 6,7 \cdot 1,54 = 10,32 \text{ руб./ед.}$$

Удельная дополнительная заработная плата составит:

$$z_{Д1}^{CO} = \frac{z_{П1}^{CO} \cdot П_D}{100} = \frac{19,43 \cdot 10}{100} \approx 1,94 \text{ руб./ед.}$$

$$z_{Д2}^{CO} = \frac{z_{П2}^{CO} \cdot П_D}{100} = \frac{10,32 \cdot 10}{100} \approx 1,03 \text{ руб./ед.}$$

Удельные начисления на заработную плату

$$z_{Н1}^{CO} = \frac{z_{П1}^{CO} + z_{Д1}^{CO}}{100} \cdot П_H = \frac{19,43 + 1,94}{100} \cdot 35,8 \approx 7,65 \text{ руб./ед.}$$

$$z_{Н2}^{CO} = \frac{z_{П2}^{CO} + z_{Д2}^{CO}}{100} \cdot П_H = \frac{10,32 + 1,03}{100} \cdot 35,8 \approx 4,06 \text{ руб./ед.}$$

Окончательно удельные затраты на заработную плату рабочего будут равны:

$$C_{pi} = (Z_{\Pi} + Z_{\text{д}} + Z_{\text{н}}) \cdot K_p \cdot K_{II} = (9,43 + 1,94 + 7,65) \cdot 1,15 \cdot 1,4 \approx 46,72 \text{ руб./ед.}$$

$$C_{pi} = (Z_{\Pi} + Z_{\text{д}} + Z_{\text{н}}) \cdot K_p \cdot K_{II} = (0,32 + 1,03 + 4,06) \cdot 1,15 \cdot 1,4 \approx 24,81 \text{ руб./ед.}$$

Удельные накладные расходы по формуле (181) будут равны:

$$H_1^{CO} = Z_{\Pi}^{CO} \cdot \frac{\Pi_{IP}}{100} = 19,43 \cdot \frac{140}{100} = 27,20 \text{ руб./ед.}$$

$$H_2^{CO} = Z_{\Pi}^{CO} \cdot \frac{\Pi_{IP}}{100} = 10,32 \cdot \frac{140}{100} = 14,45 \text{ руб./ед.}$$

Окончательно стоимость операции диагностирования при сезонном обслуживании, выполняемой с помощью базового и предлагаемого оборудования составит:

$$C_1^{CO} = C_{p1}^{CO} + H_1^{CO} = 46,72 + 27,20 = 73,92 \text{ руб./ед.}$$

$$C_2^{CO} = C_{p2}^{CO} + C_{ap2} + H_2^{CO} = 10,32 + 1,45 + 14,45 = 26,22 \text{ руб./ед.}$$

Результаты расчетов стоимости операции диагностирования пневматического тормозного привода при сезонном обслуживании сводим в таблицу 8

Таблица 22 – Калькуляция себестоимости операции диагностирования при СО

Статья затрат	Сумма, руб.	
	базовое	предлагаемое
Заработная плата рабочего	46,72	24,81
Амортизация и ремонт оборудования	-	1,45
Накладные расходы	27,20	14,45
Итого:	73,92	26,22

Тогда удельные приведенные затраты будут равны:

$$Z_1^{CO} = C_1^{CO} = 73,92 \text{ руб./ед.}$$

$$Z_2^{CO} = C_2^{CO} + E_{II} \cdot k_2 = 26,22 + 0,15 \cdot 16,87 \approx 28,75 \text{ руб./ед.}$$

Экономия денежных средств, полученная за счет снижения удельных приведенных затрат на единицу диагностирования:

$$\mathcal{E}_3 = \mathcal{Z}_1 + \mathcal{Z}_2 \text{ руб./ед.}$$

- при ТО-2:

$$\mathcal{E}_3^{TO-2} = \mathcal{Z}_1^{TO-2} - \mathcal{Z}_2^{TO-2} = 38,25 - 24,38 = 13,87 \text{ руб./ед.}$$

- при СО:

$$\mathcal{E}_3^{CO} = \mathcal{Z}_1^{CO} - \mathcal{Z}_2^{CO} = 73,92 - 28,75 = 45,17 \text{ руб./ед.}$$

Учитывая, что сезонное обслуживание проводится два раза в год и совмещается с ТО-2, определяем годовой экономический эффект от внедрения разрабатываемого прибора:

$$\begin{aligned} \mathcal{E} &= \mathcal{E}_3^{TO-2} \cdot \left(\sum N_{Д-2Г} - 2 \right) + \mathcal{E}_3^{CO} \cdot 2 - E_H \cdot K_2 = \\ &= 13,87 \cdot (480 - 2) + 45,17 \cdot 2 - 0,15 \cdot 8096,16 = 5505,78 \text{ руб.} \end{aligned}$$

где $E_H = 0,15$ – нормативный коэффициент эффективности капитальных вложений;

Снижение численности персонала (условное высвобождение рабочих):

$$\begin{aligned} \mathcal{C} &= \frac{\left(t_{um1}^{TO-2} - t_{um2}^{TO-2} \right) \cdot \left(\sum N_{Д-2Г} - 2 \right) + \left(t_{um1}^{CO} - t_{um2}^{CO} \right) \cdot 2}{T_{ф.д.}} = \\ &= \frac{(5 - 0,8) \cdot 478 + (0,9 - 1,54) \cdot 2}{1820} \approx 0,19 \text{ чел.} \end{aligned} \quad (70)$$

снижение себестоимости выполняемой операции:

$$P_C = 100 \cdot \left(\frac{C_1}{C_2} - 1 \right), \% \quad (71)$$

- при ТО-2:

$$P_C = 100 \cdot \left(\frac{C_1^{TO-2}}{C_2^{TO-2}} - 1 \right) = 100 \cdot \left(\frac{38,25}{24,38} - 1 \right) \approx 56,89\%$$

- при СО:

$$P_C = 100 \cdot \left(\frac{C_1^{CO}}{C_2^{CO}} - 1 \right) = 100 \cdot \left(\frac{73,92}{28,75} - 1 \right) \approx 157,11\%$$

Срок окупаемости внедряемого оборудования:

$$T = \frac{K_2}{\mathcal{E}} = \frac{8096,16}{5505,78} \approx 1,47 \text{ год} = 1,47 \cdot D_{\text{раб.г.Д-2}} = 1,47 \cdot 255 \approx 375 \text{ дней} \quad (72)$$

где $D_{\text{раб.з.Д-2}} = 255$ дней – годовое число рабочих дней зоны Д-2 (из раздела 2).

Вывод: расчетные показатели показывают, что внедрение разрабатываемого прибора на предприятии экономически целесообразно.

5.5 Выводы по экономическому расчету

В данном разделе определена технико-экономическая эффективность от организации ТО грузовых машин и внедрения разработанного прибора. В результате расчета получено, что ежегодный экономический эффект от внедрения прибора, составит 5505,78 рублей при капитальных вложениях в изготовление и монтаж прибора равных 8096,16 рублей. Рассчитан срок окупаемости внедряемого прибора, который составил 375 рабочих дней (1,47 года). Срок окупаемости проекта составит 1,7 года.

СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. «Доклад «Инжекторные ГАЗобаллонные системы GIG»»,
2. Методические указания по выполнению конструкторской части дипломного проекта по специальности 15.02.00 /Сост.: Л.Н. Бухаров, В.Ф. Крылов, В.А. Некипелов, В.Ф. Рачков. - Омск: Изд-во СибАДИ, 2001.-56 с.
3. Напольский Г. М. Технологическое проектирование автотранспортных предприятий и станций технического обслуживания: Учебник для вузов. - М.: Транспорт, 1993.-271 с.
4. ОНТП - 01 - 86. Общесоюзные нормы технического проектирования предприятий автомобильного транспорта. - М.: Мин. автомоб. Трансп. РСФСР, 1986.- 129 с.
5. Организационно-техническое обоснование тем дипломных проектов: Методические указания для студентов специальности 15.02.00/Сост. Н.Г. Певнев. - Омск: Изд-во СибАДИ, 2001. - 28 с.
6. ОСТ 37. 001.653 - 99. ГАЗобаллонное оборудование транспортных средств, использующих ГАЗ в качестве моторного топлива: Общие технические требования и методы испытания - М.: 2000. - 33 с.
7. Певнев Н. Г. Техническая эксплуатация ГАЗобаллонных автомобилей: Учебное пособие. - Омск: издана ОМПИ, 1993.-182 с.
8. Росс Твег. Системы впрыска бензина. Устройство, обслуживание, ремонт: Прак. Пособ. - М.: Издательство «За рулем», 1998. - 144 с, ил.
9. Содержание и оформление пояснительной записки дипломного проекта: Методические указания для студентов специальности 150200/Сост.; Л.Н. Бухаров, В.Ф. Крылов, В.А. Некипелов, В.Ф. Рачков; Под ред. Н.Г. Певнева. - Омск: Изд-во СибАДИ, 2001. - 30 с.

