

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

Институт машиностроения

(наименование института полностью)

Кафедра «Проектирование и эксплуатация автомобилей»

(наименование)

23.03.03 «Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов»

(код и наименование направления подготовки / специальности)

Автомобили и автомобильный сервис

(направленность (профиль) / специализация)

ВЫПУСКНАЯ КВАЛИФИКАЦИОННАЯ РАБОТА (БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА)

на тему «Разработка стенда для проверки и ремонта радиаторов грузовых автомобилей и автобусов»

Обучающийся

Д.А. Попов

(Инициалы Фамилия)

(личная подпись)

Руководитель

канд. экон. наук Л.Л. Чумаков

(ученая степень (при наличии), ученое звание (при наличии), Инициалы Фамилия)

Консультант

канд. техн. наук, доцент А.Н. Москалюк

(ученая степень (при наличии), ученое звание (при наличии), Инициалы Фамилия)

Тольятти 2025

Аннотация

Тема бакалаврской работы: «Разработка стенда для проверки и ремонта радиаторов грузовых автомобилей и автобусов».

В первом разделе проведен технологический расчет АТП в соответствии с действующей методикой. Технологический расчет проводится для обоснования и оптимизации производственных процессов, определения необходимых ресурсов и обеспечения эффективной работы предприятия.

Во втором разделе представлен поиск аналогов стенда для проверки и ремонта радиаторов грузовых автомобилей и автобусов с целью подобрать прототип.

В третьем разделе в разделе разработано техническое задание на проектирование стенда и представлена разработка конструкции.

В четвертом разделе в разделе представлен технологический процесс проверки и ремонта радиаторов грузовых автомобилей и автобусов.

В пятом разделе представлен анализ обеспечения безопасных условий труда при проверке и ремонте радиаторов грузовых автомобилей и автобусов, а также представлены мероприятия по улучшению условий труда.

Содержание

Введение.....	4
1 Технологический расчет АТП.....	6
2 Поиск аналогов.....	26
2.1 Формирование программы исследования	27
2.2 Определение стран проверки.....	28
2.3 Определение категории объекта.....	28
2.4 Выбор технических решений.....	28
2.5 Установление глубины патентного поиска	29
3. Разработка конструкции	37
3.1 Техническое задание.....	37
3.2 Техническое предложение	41
3.3 Расчет конструкции стенда	48
3.4 Паспорт на стенд.....	53
4. Технологический процесс ремонта радиатора.....	58
5 Безопасность и экологичность объекта	67
Заключение	74
Список используемых источников.....	76
Приложение А Технологический процесс проверки радиатора	81

Введение

Актуальность темы бакалаврской работы обусловлена возрастающими требованиями к надежности и эффективности систем охлаждения грузовых автомобилей и автобусов. Радиатор, как ключевой элемент системы охлаждения, напрямую влияет на работоспособность двигателя, его топливную экономичность и экологические показатели. Однако в процессе эксплуатации радиаторы подвергаются механическим, термическим и коррозионным воздействиям, что приводит к их повреждениям и снижению эффективности. Таким образом, тема бакалаврской работы «Разработка стенда для проверки и ремонта радиаторов грузовых автомобилей и автобусов», актуальна.

В настоящее время на многих автотранспортных предприятиях диагностика и ремонт радиаторов выполняются с использованием устаревшего оборудования или вручную, что увеличивает время простоя техники и снижает качество восстановления. Отсутствие специализированных стендов затрудняет точное выявление дефектов (трещины, засоры, нарушение герметичности) и их оперативное устранение.

Целью данной дипломной работы является разработка стенда для проверки и ремонта радиаторов грузовых автомобилей и автобусов, который позволит: автоматизировать процесс диагностики, повысить точность выявления неисправностей, сократить время ремонта, снизить затраты на обслуживание.

В работе решаются следующие задачи:

- произвести технологический расчет АТП;
- провести анализ существующих патентов по средствам и методике диагностики радиаторов;
- представить конструктивные разработки стенда;

- проанализировать типовые неисправности радиаторов и описать способы их устранения;
- проанализировать безопасность и экологичность представленного проекта.

Практическая значимость работы заключается в том, что внедрение разработанного стенда на АТП и в сервисных центрах позволит повысить качество ремонта радиаторов, продлить срок их службы и снизить эксплуатационные расходы.

Таким образом, разработка стенда для проверки и ремонта радиаторов грузовых автомобилей и автобусов, решит проблему низкой эффективности ручного ремонта, сократит эксплуатационные расходы и повысит надежность систем охлаждения коммерческого транспорта. Проект особенно актуален для крупных АТП, автобусных парков и специализированных СТО.

1 Технологический расчет АТП

В настоящее время на рынке оказания транспортных услуг Самарской области сложилась ситуация, когда автомобильный транспорт играет наиболее важную роль. Он приобретает монополистическое значение, как в местных, так и в междугородних перевозках. Совершенно очевидно становится необходимость создания в регионе нового грузового АТП, способного обслуживать новые строительные объекты без создания перенасыщенности рынка транспортных услуг. Основанием для выбора типа грузового АТП и числа списочного состава автомобильного парка следует считать тот годовой объем грузовых перевозок, который предполагается выполнить при реализации проекта застройки по Генплану.

Статистические данные по Самарской области свидетельствуют, что среднее расстояние перевозок находится в пределах 150-250 км. Это также подтверждается расположением основных строительных организаций. При этом техническая скорость перевозок составляет 50–60 км/ч, а эксплуатационная скорость находится в пределах допустимого уровня 60–80 км/ч. Исходя из критического расстояния, и соотнося с особенностями эксплуатации автомобилей МАЗ.

«Для выполнения годового объема грузовых перевозок проектируемого АТП, определим необходимое число автомобилей. Число автомобилей определяется по формуле» [8]:

$$A_{\text{экс}} = Q_{\text{год}} / W_{\text{гг}} , \quad (1)$$

где, $A_{\text{экс}}$ – число автомобилей в эксплуатации;

$Q_{\text{год}}$ – годовой объем грузовых перевозок;

$W_{\text{гг}}$ – годовой объем перевозок, осуществляемый одним автомобилем» [8].

$$W_q = \frac{q_{\text{ном}} \cdot \gamma_{\text{ст}} \cdot \beta_{\text{ездки}} \cdot V_m \cdot t_{\text{наряде}}}{l_r + \beta \cdot V_m \cdot t_{\text{пр}}} \cdot D_{\text{год}}, \quad (2)$$

где, $q_{\text{ном}}$ – номинальная грузоподъемность автомобиля;

$\gamma_{\text{ст}}$ – коэффициент использования грузоподъемности;

β - коэффициент ездки;

V_t – техническая скорость;

l_r – средняя длина ездки с грузом;

$t_{\text{пр}}$ – время на погрузку-разгрузку;

$t_{\text{наряде}}$ – время нахождения в наряде;

D_r – число рабочих дней в году, принимаем для грузового АТП 255 дней.

Подставив в формулу данные по автомобилю «МАЗ-5340А5-370-010», и соотнеся с данными по региону, получим:

$$W_q = \frac{8,75 \cdot 0,85 \cdot 1 \cdot 55 \cdot 8}{100 + 0,5 \cdot 55 \cdot 1,5} \cdot 255 = 6615.$$

Приняв для приблизительного объема перевозимых грузов за год в объеме $Q_{\text{год}} = 2500470$ тонн, рассчитываем требуемое число автомобилей:

$$A_{\text{экс}} = 2500470 / 6615 = 378 \text{ автомобилей.}$$

С учетом расчетного коэффициента технической готовности 0,9 окончательный размер автопарка АТП установлен в 420 единиц. При неполной загрузке парка предусматривается возможность сдачи части автомобилей в аренду строительным компаниям и частным лицам. Дополнительно планируется использование техники для обслуживания

муниципальных и федеральных дорожных сетей. Представим исходные данные в таблице 1.

Таблица 1 – Исходные данные

Показатель	Наименование
тип предприятия	грузовое комплексное
марка и модель	МАЗ-5340А5-370-010
списочное число ТС	420 штук
количество рабочих дней в году	225 дней
количество рабочих дней зон ТО-2 и ТР	255 дней
природно-климатический район	умеренный
категория условий эксплуатации	III
пробег с начала эксплуатации	98000 км
время в наряде	12 часов
нормативный пробег до КР	600000 км
среднесуточный пробег	580 км
нормативный пробег до ТО-1	8000 км
нормативный пробег до ТО-2	24000 км
габаритные размеры автомобиля	7140x2500x260 мм

На основе представленных данных произведем расчет. Технологический расчет АТП является ключевым этапом проектирования и организации работы предприятия, так как позволяет:

- оптимизировать производственные мощности: определить необходимое количество постов ТО и ТР, производственных зон и рабочих мест, рассчитать потребность в оборудовании, инструментах и персонале;
- обеспечить эффективное использование автопарка: установить оптимальное количество транспортных средств с учетом их технической готовности и интенсивности эксплуатации, спрогнозировать возможные простои и разработать меры по их минимизации (аренда, резервный фонд и т. д.);
- повысить безопасность и надежность эксплуатации: рассчитать допустимые нагрузки на подвижной состав, определить

периодичность и трудоемкость ТО и ремонтов для снижения аварийности;

- снизить эксплуатационные затраты: оптимизировать расходы на обслуживание и ремонт за счет рационального распределения ресурсов, предусмотреть возможность дополнительных источников дохода (аренда техники, услуги сторонним организациям);
- обеспечить выполнение госзаказов и коммерческих проектов: рассчитать возможности предприятия для участия в муниципальных и государственных тендерах, спланировать загрузку автопарка с учетом сезонных колебаний спроса.

Технологический расчет АТП – это основа для принятия управленческих решений, позволяющая предприятию работать рентабельно, безопасно и с высокой эффективностью. Без точных расчетов возможны перерасход средств, недогрузка мощностей или, наоборот, перегрузка инфраструктуры, что ведет к снижению затрат предприятия.

«Для определения годовой трудоемкости каждого обслуживания и численности рабочих производится расчет производственной программы по количеству ЕО, ТО-1, ТО-2 и ТР» [6].

«Для расчёта программ профилактических воздействий ЕО, ТО-1, ТО-2, Д-1, Д-2 принят цикловой метод расчёта, где в основу положен нормируемый пробег автомобиля и нормируемые периодичности воздействий» [25].

«При расчете производственной программы учитывается периодичность только УМР. Рассчитаем периодичность УМР» [8]:

$$L_M = L_{cc} \cdot D_M, \quad (3)$$

где, « D_M – средняя продолжительность мойки автомобилей,
принимая 3 дня;

L_{cc} – среднесуточный пробег, по заданию 580км» [8].

$$L_M = 580 \cdot 3 = 1740 \text{ км.}$$

«Рассчитаем периодичность ТО-1 и ТО-2» [8]:

$$L_1 = L_1^H \cdot K_1 \cdot K_3, \quad (4)$$

$$L_2 = L_2^H \cdot K_1 \cdot K_3, \quad (5)$$

где, « L_1^H, L_2^H – нормативные периодичности ТО-1 и ТО-2, км;

K_1 – коэффициент корректирования нормативов в зависимости от условий эксплуатации, принимаем для третьей категории эксплуатации 0,8;

K_3 – коэффициент корректирования нормативов в зависимости от природно-климатических условий, для умеренного климата принимаем 1,0» [8].

$$L_1 = 8000 \cdot 0,8 \cdot 1,0 = 6400 \text{ км},$$

$$L_2 = 24000 \cdot 0,8 \cdot 1,0 = 19200 \text{ км}.$$

«Рассчитаем пробег автомобиля до капитального ремонта определим по формуле» [8]:

$$L_{\text{КР}} = L_{\text{КР}}^H \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3, \quad (6)$$

где, « $L_{\text{КР}}^H$ – норма пробега автомобиля до капитального ремонта, по заданию 600000км;

K_2 – коэффициент корректирования нормативов в зависимости от модификации подвижного состава и организации его работы, для базового автомобиля – 1,0» [8].

$$L_{\text{КР}} = 600000 \cdot 0,8 \cdot 1,0 \cdot 1,0 = 480000 \text{ км}.$$

«Периодичность ТО-1, ТО-2 и пробег до КР должны быть кратными среднесуточному пробегу» [8].

Регламентное техническое обслуживание (ТО-1 и ТО-2) является обязательным условием безопасной и бесперебойной эксплуатации автотранспорта. Периодичность ТО-1, выполняемого чаще, направлена на контроль основных узлов и систем, замену расходных материалов и устранение мелких неисправностей, предотвращая их развитие в серьезные поломки. Более углубленное ТО-2 позволяет провести комплексную диагностику, проверить критически важные компоненты (тормозная система, подвеска, двигатель) и выполнить ресурсоемкие работы, требующие специального оборудования. Соблюдение установленных межсервисных интервалов снижает риск внезапных отказов, продлевает срок службы техники, минимизирует затраты на ремонты и обеспечивает соответствие транспортных средств требованиям безопасности. Нарушение периодичности ТО ведет к ускоренному износу агрегатов, повышению аварийности и, как следствие, к экономическим убыткам предприятия.

Расчёты по корректировке сведём в таблицу 2.

Таблица 2 – Расчеты по корректировке

Вид воздействия	Обозначение пробега	Пробеги, км		
		Скорректированные по коэффициентам	Скорректированные по	Принятые для расчета
ЕО-1	L_{cc}	-	-	580
До ТО-1	L_1	6400	$580 \cdot 11$	6380
До ТО-2	L_2	19200	$6380 \cdot 3$	19140
До КР	L_{KP}	480000	$19140 \cdot 25$	478500

«Для расчета производственной программы по количеству обслуживанию применим методику, основанную на цикле, т.е. на пробеге автомобиля до КР» [8].

«Рассчитаем количество обслуживаний по одному автомобилю за цикл» [8]:

$$N_{\text{кр}} = \frac{L_{\text{ц}}}{L_{\text{кр}}}, \quad (7)$$

$$N_2 = \frac{L_{\text{ц}}}{L_2} - N_{\text{кр}}, \quad (8)$$

$$N_1 = \frac{L_{\text{ц}}}{L_1} - N_{\text{кр}} - N_2, \quad (9)$$

$$N_{\text{М}} = \frac{L_{\text{ц}}}{L_{\text{М}}}, \quad (10)$$

$$N_{\text{ЕО}} = \frac{L_{\text{ц}}}{L_{\text{сс}}}, \quad (11)$$

где, $N_{\text{кр}}$, N_1 , N_2 , $N_{\text{М}}$, $N_{\text{ЕО}}$ – количество соответственно КР, ТО-1,

ТО-2, уборочно-моечных операции, ЕО;

$L_{\text{ц}} = L_{\text{кр}} = 478500$ км – скорректированный пробег за цикл.

$$N_{\text{кр}} = \frac{478500}{478500} = 1,$$

$$N_2 = \frac{478500}{19140} - 1 = 24,$$

$$N_1 = \frac{478500}{6380} - 1 - 24 = 55,$$

$$N_M = \frac{478500}{1740} = 275,$$

$$N_{EO} = \frac{478500}{580} = 825.$$

«Переводной коэффициент от числа обслуживаний за цикл к годовому числу обслуживаний одного автомобиля» [8]:

$$\eta_{\Gamma} = \frac{D_{\Gamma\varepsilon}^{\Gamma}}{D_{\Gamma\varepsilon}^{\text{ч}}} = \frac{\alpha_{\Gamma} \cdot D_{\text{и}}^{\Gamma}}{D_{\Gamma\varepsilon}^{\text{ч}}}, \quad (12)$$

где $D_{\Gamma\varepsilon}^{\text{ч}}$ – «число дней за цикл, когда автомобиль годен к эксплуатации» [8]:

$$D_{\Gamma\varepsilon}^{\text{ч}} = \frac{L_{\text{ч}}}{L_{\text{сс}}}, \quad (13)$$

где, $D_{\Gamma\varepsilon}^{\Gamma}$ – «число дней за год, когда автомобиль годен к эксплуатации;
 $D_{\text{и}}^{\Gamma}$ – число дней работы автомобиля за год (включая дни работы на линии, дни простоя в ремонте)» [8]:

$$D_{\text{и}}^{\Gamma} = 365 - D_{\text{нп}}^{\Gamma}, \quad (14)$$

где, $D_{\text{нп}}^{\Gamma}$ – «число дней нормируемых простоев в год (выходные, праздничные дни), так как грузовое АТП работает 255 дней, принимаем 110 дней» [8].

$$\alpha_{\Gamma} = \frac{D_{\Gamma\varepsilon}^{\text{ч}}}{D_{\text{ц}}} = \frac{D_{\Gamma\varepsilon}^{\text{ч}}}{D_{\Gamma\varepsilon}^{\text{ч}} + D_{\text{р}}^{\text{ч}}}, \quad (15)$$

где, $D_{\text{ц}}$ – число дней в цикле;

$D_{\text{р}}^{\text{ч}}$ – суммарное число дней простоя автомобиля в ТО-2, ТР, КР за цикл:

$$D_p^ч = D + D_{кр} \cdot N_{кр} = \frac{d \cdot L_{кр}}{1000} + D_{кр} \cdot N_{кр}, \quad (16)$$

где, D – «суммарное число дней простоя в ТО-2 и ТР за цикл
 $D_{кр}$ – простой ТС в капитальном ремонте, дней» [8]:

$$D_{кр} = D_{кр}^н + D_{дос}, \quad (17)$$

где, $D_{кр}^н$ – «норма простоя автомобиля на специализированном
 предприятии, принимаем 22 дня;

$D_{дос}$ – транспортировка автомобиля на специализированное
 предприятие и обратно, так как АТП находится достаточно близко от
 ремонтного предприятия, то принимаем 9 дней;

d – простой автомобиля в ТО-2 и ТР, дн/1000 км» [8].

$$d = d_n \cdot K_4 \cdot K_{см}, \quad (18)$$

где, d_n – «норма простоя в ТО-2 и ТР, принимаем $d_n=0,5$ дней/1000км;

K_4 – коэффициент, учитывающий пробег автомобиля с начала
 эксплуатации, принимаем $K_4=0,7$;

$K_{см}$ – коэффициент учёта планируемой сменности работы
 производственных зон ТО-2 и ТР, принимаем по статистическим
 данным 0,8» [8].

Подставляя значения в формулы, получаем:

$$d = 0,5 \cdot 0,8 \cdot 0,7 = 0,2 \frac{\text{дн}}{1000} \text{ км.}$$

$$D_{кр} = 22 + 9 = 31 \text{ дн.}$$

$$D_p^ч = \frac{0,2 \cdot 478500}{1000} + 31 \cdot 1 = 126,7 \text{ дн.}$$

$$D_{\Gamma\text{Э}}^{\text{ч}} = \frac{478500}{580} = 825 \text{ дн.}$$

$$\alpha_{\Gamma} = \frac{825}{825 + 126,7} = 0,87.$$

$$D_{\text{и}}^{\Gamma} = 365 - 110 = 255 \text{ дн.}$$

$$\eta_{\Gamma} = \frac{255 \cdot 0,87}{825} = 0,27$$

Находим количество обслуживаний одного автомобиля за год:

$$N_2^{\Gamma} = N_2 \cdot \eta_{\Gamma}, \quad (19)$$

$$N_1^{\Gamma} = N_1 \cdot \eta_{\Gamma}, \quad (20)$$

$$N_{\text{М}}^{\Gamma} = N_{\text{М}} \cdot \eta_{\Gamma}, \quad (21)$$

$$N_{\text{ЕО}}^{\Gamma} = N_{\text{ЕО}} \cdot \eta_{\Gamma}, \quad (22)$$

$$N_{\text{КР}}^{\Gamma} = N_{\text{КР}} \cdot \eta_{\Gamma}, \quad (23)$$

$$N_2^{\Gamma} = 24 \cdot 0,27 = 6,48,$$

$$N_1^{\Gamma} = 55 \cdot 0,27 = 14,85,$$

$$N_{\text{М}}^{\Gamma} = 275 \cdot 0,27 = 74,25,$$

$$N_{EO}^{\Gamma} = 825 \cdot 0,27 = 222,25,$$

$$N_{KP}^{\Gamma} = 1 \cdot 0,27 = 0,27.$$

«Годовая производственная программа по группе автомобилей» [8]:

$$\Sigma N_2 = N_2^{\Gamma} \cdot A_{И}, \quad (24)$$

$$\Sigma N_1 = N_1^{\Gamma} \cdot A_{И}, \quad (25)$$

$$\Sigma N_M = N_M^{\Gamma} \cdot A_{И}, \quad (26)$$

$$\Sigma N_{EO} = N_{EO}^{\Gamma} \cdot A_{И}, \quad (27)$$

$$\Sigma N_{KP} = N_{KP}^{\Gamma} \cdot A_{И}, \quad (28)$$

$$\Sigma N_2 = 6,48 \cdot 420 = 2722,$$

$$\Sigma N_1 = 14,85 \cdot 420 = 6237,$$

$$\Sigma N_M = 74,25 \cdot 420 = 31185,$$

$$\Sigma N_{EO} = 222,75 \cdot 420 = 93555,$$

$$\Sigma N_{KP} = 0,27 \cdot 420 = 114.$$

«Суточная программа по техническому обслуживанию по группе автомобилей» [8]:

$$N_2^c = \frac{\Sigma N_2}{D_\Gamma}, \quad (29)$$

$$N_1^c = \frac{\Sigma 1}{D_\Gamma}, \quad (30)$$

$$N_M^c = \frac{\Sigma N_M}{D_\Gamma}, \quad (31)$$

$$N_{EO}^c = \frac{\Sigma N_{EO}}{D_\Gamma}, \quad (32)$$

где, D_Γ – «число дней работы зон ТО-2 и ТР в году, по исходным данным 225 дней» [8].

$$N_2^c = \frac{2722}{255} = 10,69 \approx 11$$

$$N_1^c = \frac{6237}{255} = 24,59 \approx 25,$$

$$N_M^c = \frac{31185}{255} = 122,81 \approx 123,$$

$$N_{EO}^c = \frac{93555}{255} = 366,88 \approx 367.$$

Годовая производственная программа по диагностированию Д-1:

$$N_{D1}^\Gamma = \Sigma N_1 + \Sigma N_2 + N_{ТР D1}^\Gamma, \quad (33)$$

где, $N_{ТР D1}^\Gamma$ – «годовая программа диагностирования автомобилей на постах Д-1 после ТР» [8].

$$N_{TP_{Д1}}^{\Gamma} = 0,1 \cdot \Sigma N_1, \quad (34)$$

$$N_{TP_{Д1}}^{\Gamma} = 0,1 \cdot 6237 = 624,$$

$$N_{Д1}^{\Gamma} = 6237 + 2722 + 624 = 9583.$$

«Годовая производственная программа по диагностированию Д-2» [8]:

$$N_{Д2}^{\Gamma} = \Sigma N_2 + N_{TP_{Д2}}^{\Gamma}, \quad (35)$$

где, $N_{TP_{Д2}}^{\Gamma}$ – «годовая программа диагностирования автомобилей на постах Д-2 после ТР» [8].

$$N_{TP_{Д2}}^{\Gamma} = 0,2 \cdot \Sigma N_2, \quad (36)$$

$$N_{TP_{Д2}}^{\Gamma} = 0,2 \cdot 2722 = 544,6 \approx 545,$$

$$N_{Д2}^{\Gamma} = 2722 \cdot 545 = 3267.$$

«Суточная производственная программа по соответствующему виду диагностирования» [8]:

$$N_{Дi}^c = \frac{N_{Дi}^{\Gamma}}{L_{раб}}, \quad (37)$$

$$N_{Д1}^c = \frac{9583}{255} = 37,58 \approx 38,$$

$$N_{Д2}^c = \frac{3267}{255} = 12,88 \approx 13.$$

«Произведем корректирование нормативов трудоемкостей. Для расчета годовых объемов работ по ТО и ТР используются установленные нормативы трудоемкости ежедневного обслуживания, технических обслуживаний ТО-1 и ТО-2» [8], а также удельные показатели трудоемкости текущего ремонта с учетом необходимых поправочных коэффициентов.

«Рассчитаем трудоёмкости ЕО, ТО-1, ТО-2 и ТР, чел.-ч» [8]:

$$t_{EO} = t_{EO}^H \cdot K_2 \cdot K_5 \cdot K_M, \quad (38)$$

$$t_1 = t_1^H \cdot K_2 \cdot K_5 \cdot K_M, \quad (39)$$

$$t_2 = t_2^H \cdot K_2 \cdot K_5 \cdot K_M, \quad (40)$$

$$t_{EO} = t_{TP}^H \cdot K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \cdot 4 \cdot K_5 \cdot K_M, \quad (41)$$

где, « t_{EO}^H , t_1^H , t_2^H , t_{TP}^H – исходные нормативы трудоёмкостей ЕО, ТО-1, ТО-2 и ТР соответственно, согласно нормативным данным принимаем $t_{EO}^H = 0,3$ чел.-ч., $t_1^H = 3,2$ чел.-ч., $t_2^H = 12,0$ чел.-ч., $t_{TP}^H = 5,8$ чел.-ч./1000км.

K_1 – коэффициент корректирования нормативных трудоёмкостей в зависимости от условий эксплуатации, принимаем для третьей категории 1,2;

K_2 – коэффициент корректирования нормативных трудоёмкостей в зависимости от модификации подвижного состава и организации его работы, для базового автомобиля принимаем 1,0.

K_4 – коэффициент корректирования нормативов удельной трудоёмкости в зависимости от пробега с начала эксплуатации, принимаем 0,7;

K_5 – коэффициент корректировки нормативов трудоемкости ТО и ТР с учетом количества обслуживаемых транспортных средств (420 грузовых ТС) и одной технологически совместимой группы подвижного состава, принимается равным 0,85;

K_m – коэффициент снижения нормативной трудоемкости, учитывающий использование механизированных моечных установок, позволяющих уменьшить затраты труда на ЕО в два раза, принимаем равным 0,71» [8].

Скорректированные трудоемкости обслуживаний необходимы для: точного планирования производственных мощностей – они позволяют реалистично оценить потребность в рабочих местах, оборудовании и персонале для выполнения ТО и ремонта; оптимизации затрат – учет фактических условий эксплуатации (климат, дорожные условия, интенсивность использования) помогает избежать как перерасхода ресурсов, так и недостаточного финансирования работ; повышения качества обслуживания – корректировка нормативов под конкретный парк техники и условия работы обеспечивает своевременное и полное выполнение всех операций ТО; снижения простоев – точные расчеты трудоемкости позволяют минимизировать время нахождения транспорта в ремонте, повышая коэффициент технической готовности; адаптации к современным технологиям – учет использования механизированного оборудования (например, автоматических моек) отражает реальное снижение трудозатрат и повышает эффективность работ; соблюдения нормативных требований – корректировка гарантирует соответствие процессов ТО и ТР актуальным стандартам безопасности и экологичности.

Скорректированные трудоёмкости по ТО и ТР сводим в таблицу 3.

Таблица 3 - Скорректированные трудоёмкости обслуживаний

Виды воздействий	Нормативная трудоёмкость, чел.-ч.	Коэффициенты						Скорректированная трудоёмкость, чел.-ч.
		K ₁	K ₂	K ₃	K ₄	K ₅	K _M	
t_{EO}	0,3	–	1,0	1,0	–	0,85	0,50	0,128
t_1	3,2	–	1,0	1,0	–	0,85	0,85	2,312
t_2	12,0	–	1,0	1,0	–	0,85	0,85	8,67
t_{TP}	5,8	1,2	1,0	1,0	0,7	0,85	0,70	2,416

Определим годовые объёмы работ по ТО и ТР. «Годовой объём ЕО, ТО-1, ТО-2 и ТР для группы автомобилей, чел.-ч» [8]:

$$T_{EO} = \Sigma N_M \cdot t_{EO}, \quad (42)$$

$$T_1 = \Sigma N_1 \cdot t_1, \quad (43)$$

$$T_2 = \Sigma N_2 \cdot t_2, \quad (44)$$

$$T_{cp} = \frac{L_{cc} \cdot D_{и}^{\Gamma} \cdot \alpha_T \cdot t_{TP} \cdot A_{и}}{1000}. \quad (45)$$

«Рассчитаем годовые объёмы работ» [8]:

$$T_{EO} = 93555 \cdot 0,12 = 11226,6 \text{ чел. -ч.}$$

$$T_1 = 6237 \cdot 2,312 = 14419,94 \text{ чел. -ч.}$$

$$T_2 = 2722 \cdot 8,67 = 32599,74 \text{ чел. -ч.}$$

$$T_{TP} = \frac{580 \cdot 255 \cdot 0,87 \cdot 2,416 \cdot 420}{1000} = 130567,1 \text{ чел. -ч.}$$

Общая трудоёмкость всех видов ТО и ТР подвижного состава:

$$T = T_{EO} + T_1 + T_2 + T_{ТР}, \quad (46)$$

$$T = 11226,6 + 14419,94 + 23599,74 + 130567,1 = 179813,45 \text{ чел. -ч.}$$

«Определим годовой объём работ по самообслуживанию предприятия. Рассчитаем годовой объём работ по самообслуживанию предприятия» [8]:

$$T_c = T \cdot K_c, \quad (47)$$

где « K_c – коэффициент объёма работ по самообслуживанию предприятия, для крупного предприятия принимаем 0,21» [8].

$$T_c = 179813,4 \cdot 0,2 = 35962,66 \text{ чел. -ч.}$$

«Произведем распределение трудоемкости ТО и ТР по видам работ, агрегатам, узлам и системам» [8]. Распределение работ по самообслуживанию АТП по видам работ сведено в таблицу 4.

Таблица 4 – Распределение работ по самообслуживанию АТП по видам работ

Виды работ	Самообслуживание	
	%	чел. -ч
Электротехнические	25	8990,7
Ремонтно-строительные	6	2157,8
Сантехнические	22	7911,8
Слесарные	16	5754,0

Продолжение таблицы 4

Виды работ	Самообслуживание	
	%	чел.-ч
Выполняемые в ОГМ	69	24814,2
Медницкие	1	359,6
Жестяницкие	4	1438,5
Сварочные	4	1438,5
Механические	10	3596,3
Столярные	10	3596,3
Кузнечные	2	719,3
Выполняемые в производственных цехах	31	11148,4
Итого	100	35962,7

«Полученные трудоёмкости различных работ суммируются с программой технологически однородных работ, выполняемых в производственных отделениях» [8].

«Определим трудоемкости диагностирования Д-1 и Д-2. Трудоемкость диагностических работ при всех видах воздействий суммируются и распределяются между Д-1 и Д-2» [8]:

$$T_D = T_{D1} + T_{D2} + T_{ДТР}, \quad (48)$$

где, « T_{D1} – «трудоемкость диагностических работ при ТО-1, 1586,19 чел.-ч.;

T_{D2} – трудоемкость диагностических работ при ТО-2, 2359,97 чел.-ч.;

$T_{ДТР}$ – трудоемкость диагностических работ при ТР, 2611,52 чел.-ч.» [8].

$$T_D = 1586,19 + 2359,97 + 2611,52 = 6557,69 \text{ чел. -ч.}$$

«Распределим общую трудоёмкость всех видов воздействий между Д-1 и Д-2. Учитывая, что АТП использует большегрузный и крупногабаритный подвижной состав, который представляет повышенную опасность на дорогах общего пользования, особое внимание следует уделять системам, обеспечивающим безопасность движения» [8]. Поэтому принимаем значения: $T_{д1} = 0,6T_d$, $T_{д2} = 0,4T_d$.

$$T_{д1} = 0,6 \cdot 6557,69 = 3940,61 \text{ чел. -ч.},$$

$$T_{д2} = 0,4 \cdot 6557,69 = 2623,08 \text{ чел. -ч.}$$

«Трудоёмкость диагностирования для одного автомобиля» [8]:

$$t_{д1} = \frac{T_{д1}}{N_{д1}^{\Gamma}}; \quad t_{д2} = \frac{T_{д2}}{N_{д2}^{\Gamma}}, \quad (49)$$

где, $N_{д1}^{\Gamma} = 9583$ и $N_{д2}^{\Gamma} = 3267$ – «годовые производственные программы по виду диагностирования из предыдущих расчётов» [8]

$$t_{д1} = \frac{3940,61}{9583} = 0,41 \text{ чел. -ч.},$$

$$t_{д2} = \frac{2623,08}{3267} = 0,8 \text{ чел. -ч.},$$

«Поскольку диагностирование Д-1 и Д-2 проводится на специализированных постах, требуется корректировка годовых объемов работ по ТО-1, ТО-2 и ТР, а также трудоёмкости обслуживания одного автомобиля при ТО-1 и ТО-2» [8]:

$$T_1^K = T_1 - T_{д1}, \quad (50)$$

$$T_2^K = T_2 - T_{Д2}, \quad (51)$$

$$T_{TP}^K = T_{TP} - T_{ДTP}. \quad (52)$$

$$T_1^K = 14419,94 - 1586,19 = 12833,75 \text{ чел. -ч.},$$

$$T_2^K = 23599,74 - 2359,97 = 20390,18 \text{ чел. -ч.},$$

$$T_{TP}^K = 49618,92 - 2611,52 = 47007,40 \text{ чел. -ч.}$$

где, T_1^K , T_2^K , T_{TP}^K – «соответственно скорректированные годовые объемы работ ТО-1, постовых работ ТО-2, постовых работ TP» [8].

«Скорректированная трудоемкость обслуживания одного автомобиля» [8]:

$$t_{TO1}^K = \frac{T_1^K}{\Sigma N_1}; \quad t_{TO2}^K = \frac{T_2^K}{\Sigma N_2} \quad (53)$$

$$t_1^K = \frac{12833,75}{6237} = 2,06 \approx 2 \text{ чел. -ч.},$$

$$t_1^K = \frac{2039018}{2722} = 7,49 \approx 8 \text{ чел. -ч.},$$

Вывод: в разделе произведен технологический расчет АТП. Технологический расчет проводится для обоснования и оптимизации производственных процессов, определения необходимых ресурсов и обеспечения эффективной работы предприятия.

2 Поиск аналогов

Проведем анализ патентов на полезные модели, промышленные образцы по объекту исследования и аналоги от отечественных и зарубежных производителей (в соответствии с тематикой ВКР). Конструкция предлагаемого стенда включает следующие основные элементы (рисунок 1):

- «ванну (1) с горизонтальной перегородкой (2), образующей второе дно;
- трубу (14), приваренную к центральной части перегородки;
- трубку (13), соединенную с редуктором (12);
- подъемный механизм, состоящий из: маховика (3) на откидной балке (4), поворотной вилки (5) с пружинным фиксатором (6), оси (7), соединяющей вилку с кронштейном (8), штока (9) с механизмом подъема (11);
- верстак (10) для ремонтных работ» [8].

Рассмотрим принцип работы стенда. На первом этапе – установка радиатора. В поднятом положении штока (9) с помощью маховика (3) закрепляют радиатор на поворотной вилке (4). Шток опускают в нижнее положение. «Проверка герметичности выполняется следующим образом: через трубку (13) подают сжатый воздух, вытесняющий воду через трубу (14) в верхнюю часть ванны. После заполнения ванны до рабочего уровня, воздух подают в радиатор через редуктор (12) по шлангу с наконечником.

При обнаружении дефектов шток поднимают. Поворотом кронштейна (8) и вилки (4) радиатор перемещают на верстак (10). После устранения дефектов радиатор возвращают в ванну для повторной проверки» [8].

После успешной проверки герметичности шток поднимают. Радиатор снимают с вилки с помощью маховика (3).

Данная конструкция обеспечивает удобный монтаж/демонтаж радиаторов, эффективную проверку их герметичности и комфортные условия для выполнения ремонтных работ.

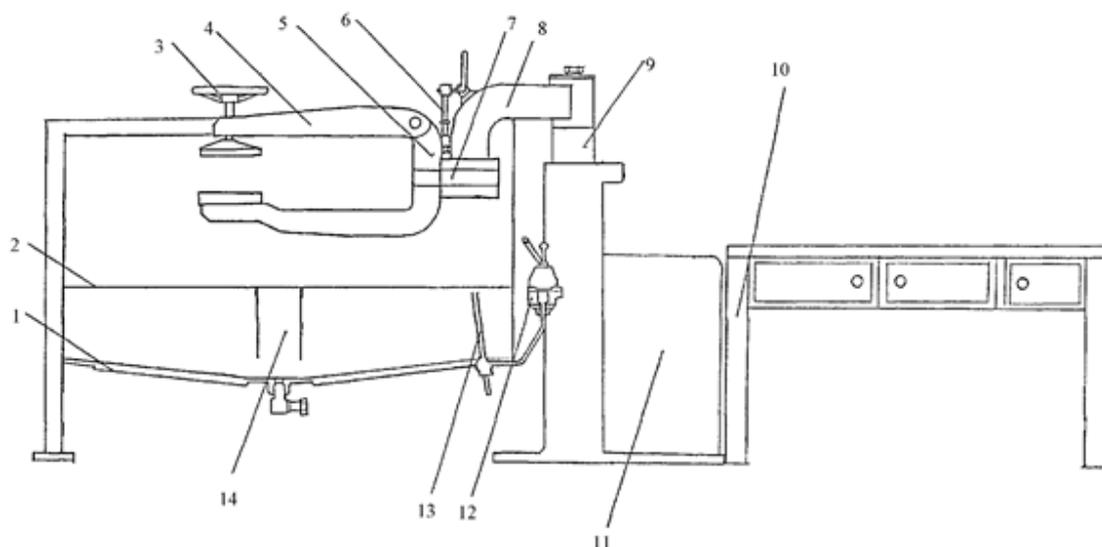


Рисунок 1 – Конструкция предлагаемого станда

Недостатки объекта исследования «Стенд для проверки и ремонта радиаторов»: стенд для проверки и ремонта радиаторов неудобен в эксплуатации.

2.1 Формирование программы исследования

Цель работы: создание функционального станда с улучшенными эксплуатационными характеристиками для сокращения временных затрат на тестирование и ремонт радиаторных узлов. Основная задача исследования: проектирование технологического оборудования, позволяющего: упростить процесс диагностики, минимизировать трудоемкость ремонтных операций, повысить удобство обслуживания радиаторов.

2.2 Определение стран проверки

Анализ проводился на примере государств с наиболее развитой автомобильной промышленностью, где сосредоточены передовые технические решения в исследуемой области: Российская Федерация (с учетом советского технологического наследия), Великобритания, Германия, Соединённые Штаты Америки, Французская Республика, Япония. Обоснование выбора стран: обладают многолетним опытом автомобилестроения, являются центрами разработки инновационных технологий, имеют разветвлённую сеть научно-исследовательских центров, представлены ведущими автопроизводителями мирового уровня, располагают обширной патентной базой в автомобильной сфере. Данный подход позволяет получить наиболее полную и репрезентативную информацию о современных тенденциях в области автомобильной техники.

2.3 Определение категории объекта

Анализируемый объект представляет собой техническое устройство, что подтверждается следующими конструктивными особенностями, формой и сопоставимостью размеров деталей: механизмом фиксации и перемещения, приводом, рамой, ванной (рисунок 1).

2.4 Выбор технических решений

С целью реализации модернизационных мероприятий предусматривается усовершенствование конструкции фиксационно-перемещающего механизма.

2.5 Установление глубины патентного поиска

Определим рубрику МПК и индекса УДК. Ключевые слова – «стенд проверки радиаторов».

Раздел В – «Различные технологические процессы; транспортирование» [11].

Класс В60 – «Транспортные средства (общие вопросы)» [24].

«Подкласс В60S – Способы и устройства для технического обслуживания, чистки, ремонта, подъема или перемещения транспортных средств, не отнесенные к другим подклассам» [24].

«Главная дробная рубрика В60S 5/00 – Обслуживание, содержание, ремонт и переоборудование транспортных средств» [11].

Индекс УДК:

«6 - Прикладные науки. Медицина. Техника.

65 - Управление предприятиями. Организация производства, торговли и транспорта

656 - Транспортное обслуживание. Организация и управление перевозками. Почтовая связь

656.1 - Эксплуатация наземного безрельсового транспорта. Движение по улицам и дорогам

656.1.5 - Организация и эксплуатация наземного (сухопутного) транспорта» [9].

«Защита патентоспособности на изобретение составляет 25 лет, на полезную модель – 13 лет. Поскольку разработки ведутся медленно, установим глубину патентного поиска 35 лет» [11]. Составим регламент патентно-информационного поиска (таблица 5).

Таблица 5 – Регламент патентно-информационного поиска

Предмет поиска	Классификационные рубрики: МПК, УДК, НКИ	Страна поиска	Ретроспективность	Наименование информационной базы
Стенд для проверки и ремонта радиаторов	656.1.5	Россия (СССР), Германия, США, Япония, Великобритания, Франция	35 (1990-2025)	«Описания к авторским свидетельствам и патентам, реферативный сборник «Изобретения стран мира», реферативный журнал 02А «Автомобиль, автомобильное хозяйство», сайты: www.fips.ru , www.zr.ru , www.garo.ru » [8].
	B62B3/00			

Патентно-информационный поиск необходим для следующего:

- «определения новизны разработки – чтобы убедиться, что предлагаемое техническое решение не повторяет уже запатентованные аналоги» [11];
- анализа существующих технологий – изучение патентов помогает выявить современные тенденции и избежать дублирования чужих идей;
- оценки патентоспособности – проверка соответствия изобретения критериям (новизна, изобретательский уровень, промышленная применимость);
- минимизации юридических рисков – предотвращение нарушений чужих патентных прав и связанных с этим судебных споров;
- поиска идей для доработки – изучение аналогов может вдохновить на усовершенствование собственной разработки;

- оценки коммерческого потенциала – анализ патентной активности конкурентов в выбранной сфере.

Таким образом, это обязательный этап при создании инноваций, защите интеллектуальной собственности и выводе продукта на рынок. Патентно-информационный поиск представлен в таблице 6.

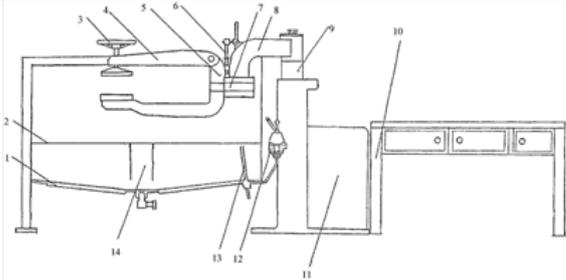
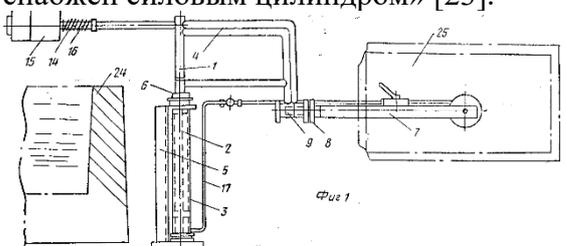
Таблица 6 – Патентный поиск

Объект исследования	МПК, УДК авторы, дата начала действия патента, дата публикации, № патента, страна приоритета	Суть изобретения, название и сущность технического решения	Подлежит, не подлежит детальному исследованию	
			Достигнуто уровень	Патентной чистоты
1. Устройство для ремонта и испытания радиаторов автомобиля	В60S5/00 Курицын Э.И., Голомбас Ц.И., Климченков Л.М., Аверченко Г.М. 22.12.1997 30.08.1999 а.с. № 1504130 РФ	«Устройство состоит из основания 1, несущего на вертикальной колонке 2 корпус 3 с параллелограммным механизмом в виде шарнирно закрепленных на осях 4-7 рычагов 8. К нижнему рычагу 8 на оси закреплен качающийся кронштейн 10, на свободном конце которого неподвижно закреплен дополнительный корпус 11 с платой 12, имеющей выступы 13, взаимодействующие с гнездами 14 на корпусе 11. В корпусе 11 установлен силовой цилиндр, на свободном конце штока которого расположен подпружиненный пружинами 19 дополнительный диск 20. Диск 20 распорками 21 связан с внутренними охватными рычагами 22, а плата 12 с кронштейнами - с наружными охватными рычагами 24. На корпусе 11 установлен подпружиненный стопорный палец 26. На свободных концах рычагов 22 и 24 расположены соответственно замок 27 с вкладышем 28 и подпружиненным» [22].	да	да

Продолжение таблицы 6

Объект исследования	МПК, УДК авторы, дата начала действия патента, дата публикации, № патента, страна приоритета	Суть изобретения, название и сущность технического решения	Подлежит, не подлежит детальному исследованию	
			Достигнуто уровня	Патентной чистоты
		<p>«стопором 29 и прижим 30 с губками 31, охватывающими совместно с вкладышем 28 радиатор 32. Устройство снабжено силовым цилиндром подъема устройства и манипулятором пространственного перемещения радиатора с промежуточным силовым цилиндром 34 и гидросистемой, включающей ручной насос 44 с масляным бачком 45. Ремонтируемый радиатор 32 захватывается сведенными охватными рычагами 22 при помощи вкладыша и прижима 30.</p> <p>Пространственное манипулирование радиатором в вертикальной плоскости с необходимыми наклонами осуществляется силовым цилиндром 34. Ремонт (пайка) осуществляется непосредственно на устройстве без демонтажа радиатора с манипулятора» [22].</p>		
2. Стенд для испытания и ремонта радиаторов	<p>B24B21/02 Ковчик А.И., Миронов В.В., Кутовой С.С., Афонин Е.А., Яковенко А.Н. 07.05.2009 27.08.2009, патент № 86132, Россия</p>	<p>«Стенд для испытания и ремонта радиаторов, выполненный в виде ванны, имеющей горизонтальную перегородку в виде второго дна, к средней части которой приварена труба, маховика, установленного на откидной балке поворотной вилки, фиксирующейся пружинным фиксатором, механизма поднятия штока, который связан с кронштейном, а тот через ось - с поворотной вилкой, трубки, связанной с редуктором, при этом стенд дополнительно оснащен верстаком для ремонта радиаторов и установлены подшипники на шток для обеспечения вращения кронштейна с поворотной вилкой вокруг его оси» [19].</p>	да	да

Продолжение таблицы 6

Объект исследования	МПК, УДК авторы, дата начала действия патента, дата публикации, № патента, страна приоритета	Суть изобретения, название и сущность технического решения	Подлежит, не подлежит детальному исследованию	
			Достигнуто уровня	Патентной чистоты
				
3. Устройство для ремонта и испытания радиаторов автомобилей	В60S5/00 Фадеев В.И., Третьков Г. С. 13.12.1992 15.07.1994 а.с. № 435965 РФ	<p>«Изобретение относится к гаражному оборудованию, в частности к устройствам для ремонта и испытания радиаторов автомобилей. В предложенном устройстве для повышения производительности, надежности крепления радиатора во взвешенном положении и удобства в работе поворотная стойка прикреплена к штоку вертикально смонтированного силового цилиндра подъема, а на конце траверсы установлена поворотная вилка, снабженная встречно расположенными прижимами, при этом один из прижимов закреплен неподвижно, а другой подвижно и снабжен силовым цилиндром» [23].</p> 	да	да

Проведенный анализ патентной документации показал, что современные разработки в данной области сосредоточены на:

усовершенствовании фиксирующего механизма, модернизации поворотного узла, оптимизации конструкции рамы. В ходе исследования было выявлено 3 патента, среди которых для дальнейшего изучения отобраны наиболее релевантные: авторское свидетельство № 435965, патент № 86132. Эти решения представляют особый интерес для нашего проекта, так как содержат инновационные подходы к решению поставленных технических задач.

Наибольшую сумму баллов имеет аналог «А2 «Устройство для ремонта и испытания радиаторов автомобилей», МПК: В60S5/00; авторы: Фадеев В.И., Третьяков Г. С., опубликовано: 15.07.1994г.; а.с. № 435965; страна: РФ, следовательно, данное ТР является наиболее прогрессивным, принимаем его для использования в усовершенствованном стенде для проверки и ремонта радиаторов» [23].

Проведем анализ оборудования для построения циклограммы. Рассмотрим три модели стендов: Р-928-001, Р-928-002 и Р-928, а также их отличительные особенности.

Стенд Р-928-001.

Назначение: предназначен для ремонта и испытания радиаторов автомобилей и спецтехники. Позволяет проверять герметичность, промывать и опрессовывать радиаторы.

Основные функции:

- проверка на герметичность (давление до 1,5 атм);
- промывка внутренних каналов радиатора;
- опрессовка для выявления микротрещин.

Особенности: ручное управление подачей воздуха и жидкости, компактная конструкция. Подходит для небольших СТО.

Стенд Р-928-002.

Назначение: усовершенствованная версия стенда для ремонта радиаторов. Подходит для более широкого спектра моделей радиаторов.

Основные функции:

- проверка герметичности (давление до 2 атм);
- промывка с использованием более мощного насоса;
- возможность тестирования масляных и интеркулерных радиаторов.

Особенности: улучшенная система подачи воздуха и жидкости, более мощный насос для промывки, расширенный комплект переходников.

Стенд Р-928.

Назначение: универсальный стенд для диагностики и ремонта всех типов радиаторов (водяных, масляных, интеркулеров). Подходит для крупных автосервисов.

Основные функции:

- проверка герметичности (давление до 3 атм);
- глубокая промывка с реверсивным потоком;
- опрессовка с цифровым манометром;
- возможность работы с радиаторами грузовых автомобилей.

Технические характеристики представленных стендов представлены в таблице 7.

Таблица 7 – Технические характеристики стендов по ремонту радиаторов

Параметры	Р-928-001	Р-928-002	Р-928
Экспертная оценка удобства эксплуатации	5,0	5,0	4,0
Габариты бака с жидкостью, м ²	2,0	2,04	2,25
Габариты столешницы для ремонта радиаторов, м ²	2,5	2,5	2,28
Мощность, потребляемая всеми электроустройствами стенда, вКт	1,5	1,5	1,2
Общие габариты устройства, м ²	4,8	4,5	10,12
Средняя цена, руб	250000	260000	400500

Таким образом, выбираем прототипом модель стенда Р-928-001, поскольку у данной модели есть несколько ключевых преимуществ перед Р-928-002 и Р-928:

- меньше сложных элементов – нет автоматики, цифровых манометров и реверсивной промывки, что снижает риск поломок;
- легче в обслуживании – простая механическая конструкция требует меньше внимания при эксплуатации;
- подходит для небольших СТО, где не нужны расширенные функции;
- дешевле – экономия на покупке по сравнению с Р-928-002 и особенно Р-928, быстрее окупается;
- занимает меньше места – подойдет для небольших помещений, где нет возможности установить крупногабаритное оборудование;
- удобен для мобильных сервисов или тесных боксов.

Стенд Р-928-001 имеет достаточный функционал для базового ремонта: проверка герметичности (до 1,5 атм), промывка и опрессовка – базовые операции выполняет так же хорошо, как и более дорогие модели.

Вывод: в разделе проведен патентный поиск, проведенный анализ патентной документации показал, что современные разработки в данной области сосредоточены на: усовершенствовании фиксирующего механизма, модернизации поворотного узла, оптимизации конструкции рамы. В ходе исследования было выявлено 3 патента, среди которых для дальнейшего изучения отобраны наиболее релевантные. Наибольшую сумму баллов получил аналог «Устройство для ремонта и испытания радиаторов автомобилей», данное изобретение возьмем за аналог. Анализ оборудования показал, что оптимальным для разработки выбираем модель стенда Р-928-001 по техническим характеристикам, данную модель выбираем за прототип.

3. Разработка конструкции

3.1 Техническое задание

3.1.1 Область применения

Стенд представляет собой специализированное оборудование для ремонтных предприятий, предназначенное для: диагностики состояния радиаторов, выполнения сборочно-разборочных операций, технического обслуживания систем охлаждения грузового транспорта.

Целевые потребители: авторемонтные мастерские, СТО, крупные автопарки грузового транспорта.

Особенности эксплуатации: адаптирован для работы с радиаторами различных производителей, специально оптимизирован для техники марки МАЗ.

Рыночный потенциал на внутреннем рынке: поставки российским предприятиям автосервиса. Экспортные возможности: выход на рынки стран СНГ.

3.1.2 Основание для разработки

Разработка выполняется по заданию кафедры «Проектирование и эксплуатация автомобилей» Тольяттинского государственного университета, разрабатывается на основании выбранного аналога (раздел 2).

3.1.3 Цель и назначение разработки

Назначение: «Данная разработка включает в себя создание всей необходимой конструкторской документации, на основе которой разрабатывается рабочая документация, по которой будет изготовлен опытный образец стенда. После проведения всех необходимых испытаний и работ по доводке стенда принимается решение о возможном запуске его в мелкое

серийное производство» [8].

Цель разработки: «упрощение конструкции аналога путём сокращения числа деталей, повышения технологичности, упрощения конструкции отдельных узлов, позволяющее изготовление конструкции в условиях небольшого станочного парка АТП, применения экономически более выгодных конструкций, а также деталей и узлов других предприятий» [8].

3.1.4 Источники информации

Источниками информации, которые принимаются во внимание при разработке настоящего стенда, являются:

- Малкин В.С. Основы проектирования технологического оборудования предприятий автомобильного транспорта, Тольятти, 2019. 62 с. [11];
- «Малкин В.С. Устройство и эксплуатация технологического оборудования предприятий автомобильного транспорта, Тольятти, 2016. 451 с.» [12];
- «Анурьев В.И. «Справочник конструктора-машиностроителя» в 3-х томах. - М.: «Машиностроение», 1982» [4];
- «Устройство для ремонта и испытания радиаторов автомобилей. Третьяков Г.С., Фадеев В.И. [Электронный ресурс] Заявка: RU1856091/27-11, дата подачи заявки: 13.12.1992. Опубликовано: 15.07.1994» [23].

3.1.5 Технические требования и рекомендации

Стенд должен обеспечивать комплексную диагностику и ремонт радиаторов грузовых автомобилей и автобусов различных марок (включая МАЗ, КАМАЗ, Volvo, Mercedes и др.). Конструкция должна быть универсальной, допускающей регулировку под разные типоразмеры радиаторов. Устройство должно соответствовать нормам безопасности (ГОСТ,

ОТ, ПБ).

Конструктивные требования. Механизм фиксации и позиционирования должен обеспечивать надежное крепление радиатора без деформации трубок. Иметь возможность плавного поворота для удобства осмотра и ремонта.

Система подачи воздуха/жидкости:

- давление в системе – регулируемое (0,1–1,5 МПа) для проверки герметичности;
- наличие фильтрации подаваемого воздуха/жидкости во избежание загрязнения радиатора.

Ванна для гидроиспытаний должна быть герметичной с прозрачным смотровым окном, автоматический слив и подогрев жидкости (при необходимости).

Рама и несущая конструкция изготовлена из коррозионностойкой стали (нержавейка или порошковое покрытие), устойчива к вибрациям и нагрузкам до 500 кг.

Технологические требования. Автоматизация процессов: датчики давления и утечек с выводом данных на цифровой дисплей, возможность подключения к ПК для записи результатов испытаний.

Ремонтопригодность: быстрый доступ к основным узлам для обслуживания, использование стандартных крепежей и заменяемых компонентов.

Эргономика: регулируемая высота установки радиатора (под рост оператора), минимизация ручных операций.

Экономические и эксплуатационные рекомендации. Снижение себестоимости за счет применения доступных комплектующих (например, стандартных пневмоцилиндров, фитингов), минимизация сложных механических узлов.

Энергоэффективность за счет использования энергосберегающих компрессоров и насосов. Возможность модернизации (добавление новых

функций, например, вакуумной проверки).

Безопасность и экологичность проекта: защита оператора от брызг, искр и движущихся частей (предохранительные кожухи). Наличие системы аварийного стравливания давления. Использование экологически безопасных материалов (отсутствие токсичных покрытий).

Перед серийным производством провести испытания опытного образца в условиях реального автосервиса. Обеспечить патентную защиту ключевых технических решений. Разработать инструкцию по эксплуатации и обучение для персонала. Стенд должен сочетать надежность, простоту обслуживания и экономическую эффективность, чтобы быть востребованным на рынке авторемонтного оборудования.

3.1.6 Рекомендуемая техническая характеристика

Техническая характеристика стенда, без учета установленного радиатора (тип привода стенда ручной):

- длина стенда, мм..... не более 1800;
- ширина стенда, мм..... не более 2000;
- высота стенда, мм..... не более 1600;
- масса стенда в сборе, кг..... не более 2004

3.1.7 Стадии и этапы разработки

«Сроки ТЗ должны соответствовать срокам в плане договора» [11].

Кафедра «ПЭА», установила следующие сроки:

- составление ТЗ – декабрь 2024 года;
- выполнение технического предложения и эскизного проекта – январь 2025 года;
- разработка общего вида стенда в объёме эскизного проекта – февраль 2025 года;
- утверждение общего вида стенда март-май 2025.

3.1.8 Порядок контроля и приёмки

«На этапе технического проекта документация проходит согласование со следующими лицами: руководителем проекта, техническими специалистами, назначенными руководством. Утверждение технического предложения согласовывается с руководителем проекта. После утверждения становится основанием для перехода к разработке технического проекта» [11].

Решение о серийном выпуске принимается только после проведения испытаний опытного образца, получения положительных результатов испытаний. Каждый этап требует формального утверждения уполномоченными лицами. Техническое предложение выполняет функцию разрешительного документа для дальнейшего проектирования. Опытный образец служит валидационным доказательством готовности к серийному производству.

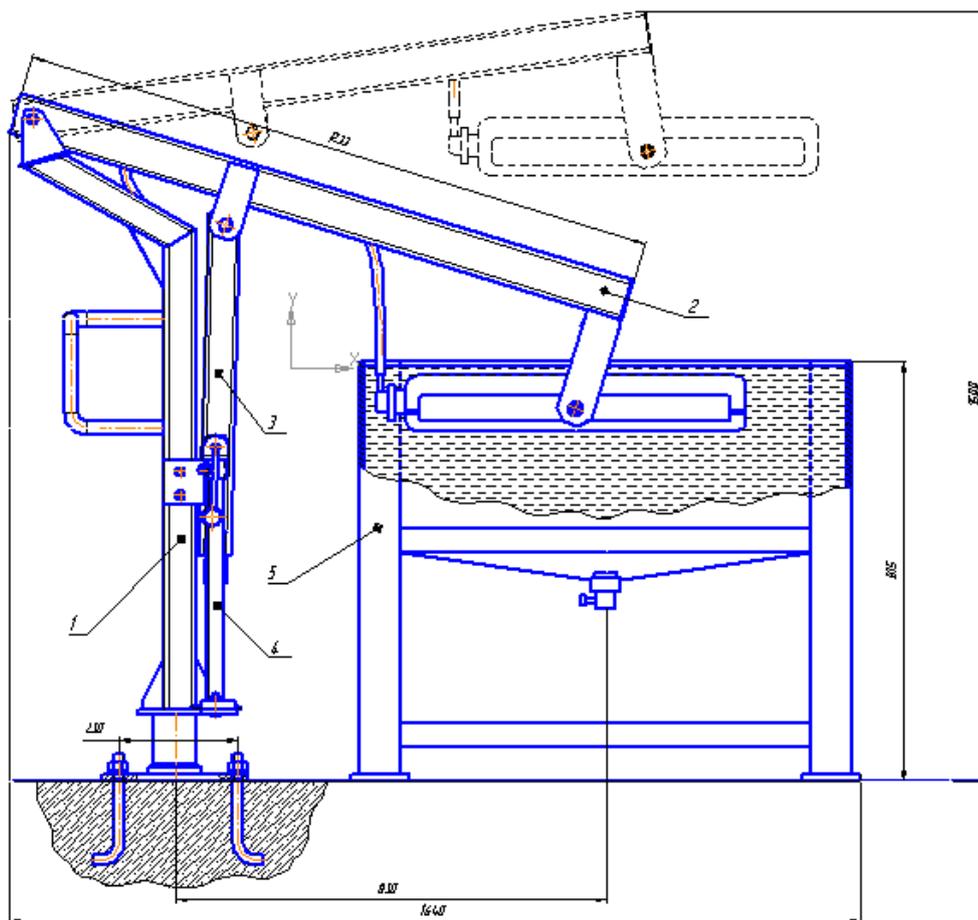
3.2 Техническое предложение

3.2.1 Подбор материалов

«При проектировании используются материалы, полученные в ходе изучения профильных дисциплин на кафедре «Проектирование и эксплуатация автомобилей», а также материалы, представленные в предыдущих разделах» [11].

3.2.2 Выявление, оценка и общее конструктивное устройство стенда

Предлагаемая конструкция стенда представлена на рисунке 2.



1 - стойка поворотная с рукояткой; 2 - поворотная штанга с элементами крепления радиатора; 3 - тяга; 4 - домкрат; 5 - ванна

Рисунок 2 - Схема станда для диагностики и ремонта радиаторов автомобилей МАЗ

«Стенд включает следующие основные компоненты. Поворотный механизм, включающий вертикальную стойку с рукояткой управления, шарнирно-закрепленную штангу с системой крепления радиатора (2)» [23]. Подъемно-транспортная система, включающая регулировочную тягу (3), подъемный домкрат (4). Испытательный блок, включающий стационарную ванну (5), опорную конструкцию из четырех ножек, жестко закрепленных на полу. Поворотные элементы обеспечивают манипуляции с радиатором, неподвижная установка ванны гарантирует устойчивость при испытаниях, модульная конструкция позволяет легко обслуживать отдельные узлы. Все

компоненты смонтированы на жестком напольном основании, обеспечивающем устойчивость при работе.

Процесс диагностики радиатора на стенде. Подготовка к испытаниям. Радиатор фиксируется в ванне (5) специальными кронштейнами с винтовым креплением. Ванна заполняется водой через подключенный к системе водоснабжения шланг. Слив отработанной жидкости осуществляется через кран в днище ванны.

Механизм позиционирования. Подъем/опускание радиатора выполняется винтовым домкратом (4) стоечного типа. Домкрат имеет: подвижное соединение с тягой (3), неподвижное крепление в основании стойки с фиксацией прижимами.

Управление: по часовой стрелке - подъем поворотной штанги с радиатором, против часовой стрелки - опускание конструкции.

Дополнительное оснащение: сборочный стол (не показан) с функциональными зонами: рабочая поверхность для ремонтных операций, система хранения инструмента в подстольных ящиках, встроенная пневмостанция для подачи воздуха при испытаниях.

Все манипуляции с радиатором выполняются вручную. Конструкция обеспечивает точное позиционирование при диагностике. Эргономичное расположение рабочих зон повышает эффективность обслуживания.

Технологический процесс работы на диагностическом стенде.

Подготовительный этап:

- оператор заполняет ванну водой через подающий шланг, ориентируясь на контрольные метки уровня;
- проводит проверку работоспособности пневматического оборудования;
- переводит поворотную стойку (1) в рабочее положение у сборочного стола.

Основной рабочий цикл:

- подготовленный (очищенный) радиатор монтируется в крепежный кронштейн с фиксацией винтами;
- устанавливаются заглушки: деревянная пробка - на выпускной патрубке, пневмошланг - на заливную горловину.

Последовательность операций:

- опускание радиатора в ванну при помощи домкратного механизма;
- визуальный контроль пузырьков воздуха для выявления дефектов;
- подъем и ремонт (пайка) проблемных участков;
- повторная проверка герметичности.

Завершающие операции:

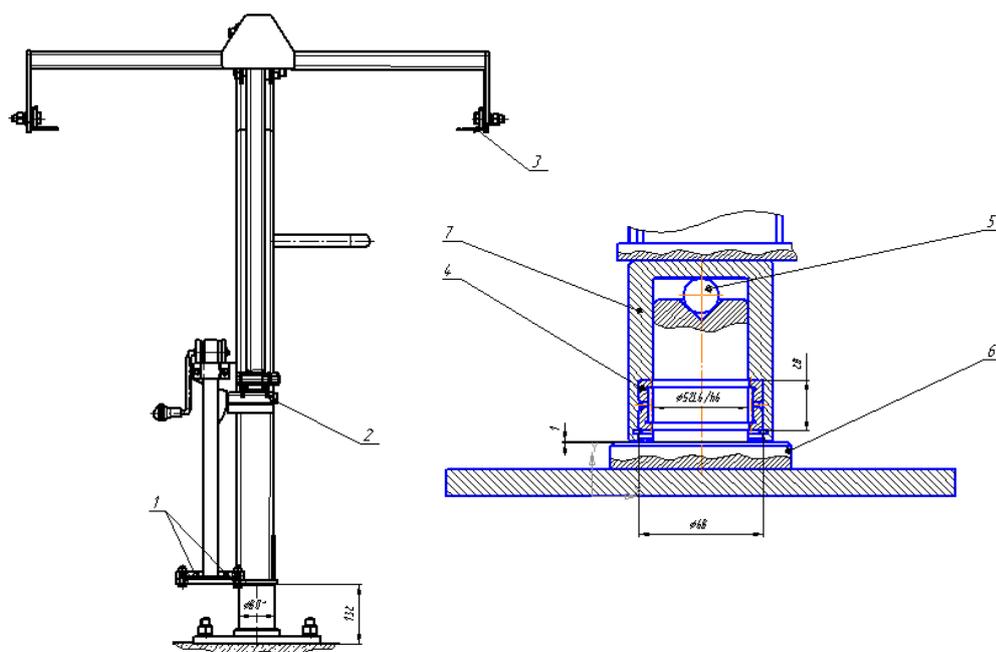
- демонтаж радиатора в обратной последовательности. При необходимости - перемещение на сборочный стол для дополнительных работ;
- освобождение ванны от воды через сливную систему.

Все манипуляции выполняются в строгой технологической последовательности. Контроль качества осуществляется на каждом этапе диагностики. Конструкция стенда обеспечивает удобный доступ ко всем операционным зонам

3.2.2.1 Поворотная стойка стенда

Поворотная стойка стенда представлена на рисунке 3.

«Конструкция поворотного механизма стенда. Основные элементы стойки: состоит из двух прямоугольных труб, сваренных под углом. Нижняя часть жестко зафиксирована на основании с помощью: нижних прижимов домкрата (1), приваренного корпуса (7)» [23].



- 1 - прижимы домкрата нижние; 2 - зажим тяги; 3 - штанги крепления домкрата; 4 - подшипник; 5 - шарик; 6 - опора; 7 – корпус

Рисунок 3 – Поворотная стойка станда

Поворотный узел обеспечивается опорой (6) со специальными направляющими, содержит точёные посадочные места, оснащён направляющими, содержит точёные посадочные места, оснащён подшипником (4) и шариком (5). «Шарик (5), расположенный в проточке, принимает основную осевую нагрузку. Роликовый подшипник (4) компенсирует боковые усилия и снижает трение» [23].

«Подвижная часть домкрата соединена с зажимом (2). Зажим (2) жёстко закреплён на тяге, приводящей в движение поворотную штангу» [23]. Вся конструкция вращается вокруг закреплённой в полу опоры.

Комбинация шарика и подшипника обеспечивает плавное вращение. Система рассчитана на значительные нагрузки при минимальном сопротивлении. Все элементы точно подогнаны для обеспечения стабильности положения. Сварные соединения гарантируют необходимую жёсткость. Двойная опорная система (шарик и подшипник) повышает надёжность.

Модульное исполнение облегчает обслуживание и ремонт. Стойка и поворотная штанга соединены между собой в месте качания с помощью зашплинтованного пальца (рисунок 4).

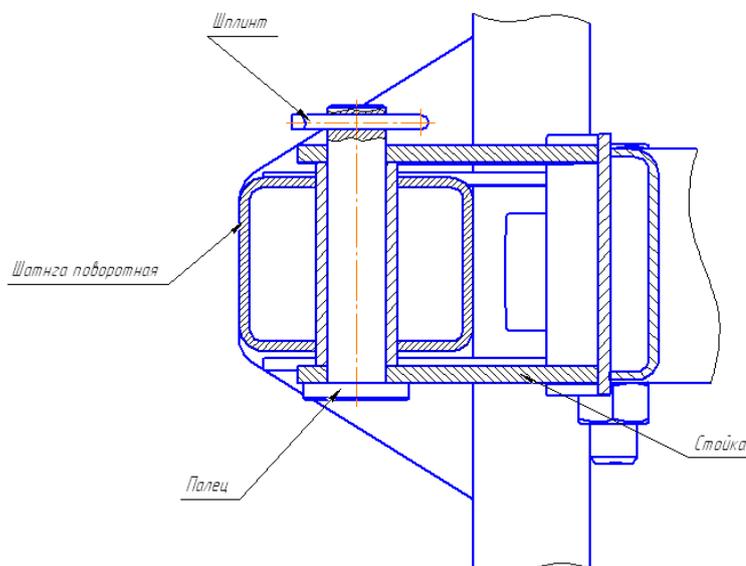


Рисунок 4 - Крепление поворотной штанги на стойке

3.2.2 Эстетические требования к разрабатываемому изделию

Единый стиль всех узлов формирует гармоничную и технологически продуманную конструкцию. Основная композиция сохраняет симметрию при фронтальном и вертикальном обзорах. Геометрия элементов характеризуется четкостью прямолинейных форм, преобладанием ортогональных линий, минималистичным дизайном. Лаконичные формы способствуют простоте обслуживания, легкости очистки поверхностей, минимизации зон скопления загрязнений.

Система цветового оформления. «Основные корпусные элементы окрашены в светло-зеленый цвет (RAL 6027), поскольку данный цвет оказывает психологически нейтральное воздействие, несет снижение зрительной утомляемости, создает спокойную рабочую атмосферу.

Подвижные и опасные узлы выделяются сигнальными цветами. В ярко-красный (RAL 3020) окрашиваем движущиеся части, в желтый (RAL 1023) - элементы, требующие повышенного внимания» [11].

Рациональная геометрия конструкции упрощает производство деталей, сборку конструкции, последующее обслуживание. Цветовая дифференциация обеспечивает повышение безопасности эксплуатации, быструю идентификацию функциональных зон, соблюдение норм производственной эстетики.

3.2.3 Эргономические требования

Конструкция стенда обеспечивает комфортные условия работы оператора благодаря оптимальному расположению элементов управления. Рукоятка домкрата и зона ремонта радиатора находятся на уровне локтевого сгиба (700-900 мм от пола), пневмокран подачи воздуха вынесен в боковую безопасную зону. Организация рабочего пространства также продумана, осуществлена минимизация необходимости делать наклоны и неудобные движения, а также обеспечен свободный доступ ко всем обслуживаемым узлам.

3.2.4 Техника безопасности в конструкции

Оборудование зоны пожаротушения следующими устройствами: пожарный щит с комплектом инвентаря, огнетушители (ОП-5 и ОУ-5) из расчета 1 комплект на 50 м², песочный ящик объемом 0,5 м³. Необходима термоизоляция нагреваемых элементов негорючими материалами. В конструкции необходимо предусмотреть исключение хрупких материалов в силовых узлах, обязательное применение разгрузочных устройств для ответственных соединений, соответствие эргономики антропометрическим стандартам ГОСТ. Необходимо проведение обязательных процедур: регулярный инструктаж персонала с фиксацией в журнале, предварительная

проверка надежности креплений, исправности пневмосистемы. Строгий запрет на осуществление работ с домкратом во время ремонтных операций.

3.3 Расчет конструкции стенда

3.3.1 Определение требуемой силы на штоке пневмоцилиндра

«Для поднятия-опускания радиатора необходимо приложить силу, большую веса радиатора. В целях универсализации приспособления примем максимальную силу, которую требуется приложить к захвату, равной 200 Н» [5]. Определим необходимую силу на подвижной части домкрата (рисунок 5).

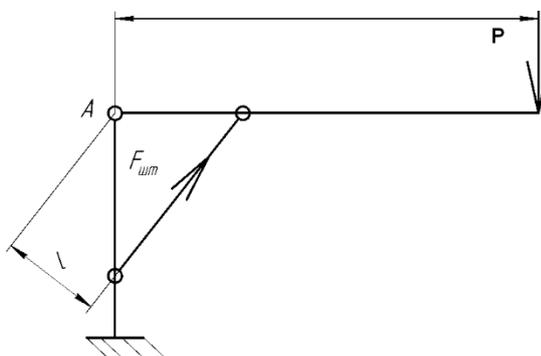


Рисунок 5 - Схема для определения усилий на подвижной части домкрата

«Найдем $F_{шт}$ из условия: $\Sigma M_A = 0$; $P \cdot L = F_{шт} \cdot l$:

$$F_{шт} = \frac{P \cdot L}{l} = \frac{200 \cdot 1,2}{0,38} = 640 \text{ Н.}$$

где L - плечо действия силы P , м ($L = 1,2$ м);

l - плечо действия силы на подвижной части домкрата, м ($l = 0,38$ м)» [8].

3.3.2 Выбор домкрата

В качестве основного подъемного устройства был выбран стандартный винтовой стоечный домкрат от автомобиля ВАЗ-2105 (рисунок 6), что имеет ряд преимуществ. Конструктивные достоинства: простота и надежность механической конструкции, унификация с серийными автомобильными комплектующими, отсутствие необходимости в специальном обслуживании.

Эксплуатационные характеристики: значительный рабочий ход подвижной части, плавность и точность позиционирования, удобство управления при ручном приводе. Экономические факторы: доступность комплектующих, низкая стоимость запасных частей, возможность быстрой замены при необходимости. Технологические преимущества: проверенная временем конструкция, адаптированность к российским условиям эксплуатации, совместимость с существующей ремонтной базой АТП.

Использование серийного автомобильного домкрата позволяет сократить сроки разработки стенда, упростить процесс изготовления и сборки, обеспечить ремонтпригодность узла, минимизировать производственные затраты. Применение данного решения соответствует принципам конструктивной простоты, технологической целесообразности, экономической эффективности.



Рисунок 6 – Домкрат

«Грузоподъемность такого домкрата не менее 500 кг (5000 Н). Следовательно, основываясь на результатах расчетов предыдущего пункта, такой домкрат полностью удовлетворяет условиям. Проведем расчет болта привода тяги, соединенного с зажимом домкрата» [11] (рисунок 7).

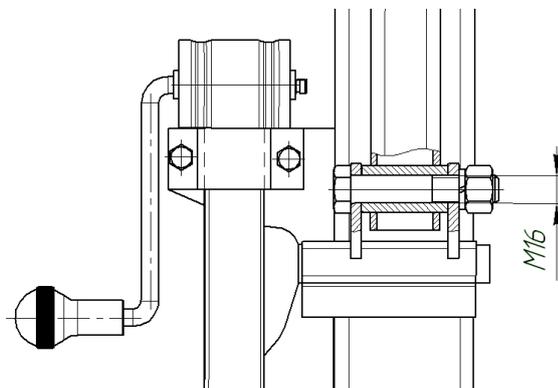


Рисунок 7 - Болт привода тяги

«Рассчитаем болт на срез по условию прочности» [5]:

$$\frac{F_{um}}{F_{cp}} \leq [\tau_{cp}], \quad (54)$$

«Площадь среза болта» [5]:

$$F_{cp} = \frac{\pi \cdot d^2}{4}, \quad (55)$$

где «d - диаметр болта (d = 16 мм)» [5].

«Для материала болта $[\sigma] = 280$ МПа, откуда допускаемое напряжение на срез» [5]:

$$[\tau_{cp}] = 0,6 \cdot 280 = 168 \text{ МПа.}$$

«Получаем» [5]:

$$\frac{4 \cdot F_{ум}}{\pi \cdot d^2} \leq [\tau_{ср}], \quad (56)$$

$$\text{откуда } d \geq \sqrt{\frac{4 \cdot F_{ум}}{\pi \cdot [\tau_{ср}]}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 640}{3,14 \cdot 150 \cdot 10^6}} = 0,0027 \text{ м} = 2,7 \text{ мм}$$

«Принятый с запасом по прочности диаметр болта $d = 16$ мм - условие прочности выполнено» [5]. Рассчитаем кронштейн поворотной штанги на изгиб (рисунок 8).

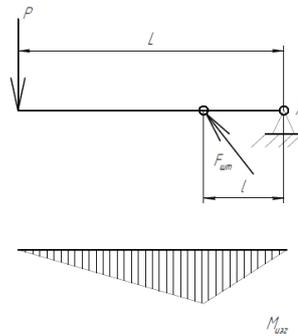


Рисунок 8 - Расчетная схема для кронштейна

«Изгибающее напряжение определяется по формуле» [5]:

$$\sigma_{изг} = \frac{M_{изг}}{W}, \quad (57)$$

где, « $M_{изг}$ - изгибающий момент от силы, Н·м;

W - момент сопротивления сечения, м³» [5]:

«В опасном сечении момент будет равен» [5]:

$$M_{изг} = P \cdot (L - l) = 200 \cdot (1,2 - 0,32) = 176 \text{ Н·м.}$$

«Кронштейн в своем сечении представляет собой прямоугольник

0,06м x 0,012 м. Определим момент его сопротивления изгибу. Момент сопротивления сечения относительно нейтральной оси рассчитывается по формуле» [5]:

$$W = \frac{b \cdot a^2}{6}, \quad (58)$$

где «b = 0,06 м - ширина сечения;
a = 0,012 м - высота сечения» [5].

Получаем:

$$W = \frac{0,06 \cdot 0,012^2}{6} = 1,44 \cdot 10^{-6} \text{ м}^3.$$

«Определим напряжение, возникающее от изгиба» [5]:

$$\sigma_{изг} = \frac{M_{изг}}{W} = \frac{176}{1,44 \cdot 10^{-6}} = 122 \text{ МПа.}$$

«Условие прочности: $[\sigma_{изг}] > \sigma_{изг}$. Для материала кронштейна штанги - Сталь 15 - допускаемое напряжение на изгиб $[\sigma_{изг}] = 160 \text{ МПа}$ - условие прочности выполняется, так как допускаемое напряжение на изгиб больше действительного» [5]. «Определим силу R, которую необходимо приложить к винту при его завинчивании до появления в стержне (резьба М12) напряжений, равных пределу текучести. Плечо приложения силы» [5]:

$$L = 15 \cdot d, \quad (59)$$

$$L = 15 \cdot 0,012 = 0,18 \text{ м.}$$

«Осевая сила F при которой напряжение в стержне болта достигает

предела текучести» [5]:

$$F = \frac{\pi \cdot d_1^2 \cdot \sigma_m}{4}, \quad (60)$$

где « $d_1^2 = 0,0106\text{м}$ - внутренний диаметр резьбы болта;

$\sigma_m = 100\text{ МПа}$ - предел текучести материала болта» [5].

Получаем:

$$F = \frac{3,14 \cdot 0,0106^2 \cdot 100}{4} = 18,2\text{ кН.}$$

«Максимально допустимый момент при затяжке» [5]:

$$M \approx 0,15 \cdot F \cdot d_1, \quad (61)$$

$$M = 0,15 \cdot 18,2 \cdot 10^3 \cdot 0,0106 = 28,9\text{ Н}\cdot\text{м.}$$

«Определим максимальную силу R, которую допускается приложить к винту» [5]:

$$R = M / L. \quad (62)$$

$$R = 28,9 / 0,18 = 160,5\text{ Н.}$$

3.4 Паспорт на стенд

«Стенд предназначен для проведения сборочно-разборочных и диагностических работ на радиаторе автомобилей МАЗ в различных модификациях. Для повышения качества ремонтных работ оснащен отдельной

ванной с водой, подводом сжатого воздуха, поворотной стойкой с домкратом, выполняющем функцию подъемника. Технические характеристики» [23].

Техническая характеристика стенда представлены в таблице 8.

Таблица 8 – Технические характеристики стенда

Характеристики	Наименование
длина стенда, мм	1640
ширина стенда (без стола), мм	1172
высота стенда, мм	1395
масса стенда в сборе без установки радиатора, кг	120

Техническая характеристика привода представлена в таблице 9.

Таблица 9 – Технические характеристики привода

Характеристики	Наименование
тип	домкрат с ручным приводом
ход штока домкрата за один оборот, мм	2,0
число полных оборотов рукоятки для полного подъема	50

Комплект поставки представлен в таблице 10.

Таблица 10 – Технические характеристики стенда

Характеристики	Наименование
Каркас стенда в разобранном виде	1 комплект
Комплект крепежных изделий	1 комплект
Домкрат	1 шт.
Ванна в разобранном виде	1 шт.
Пневматические рукава и хомуты	1 комплект
Штанга подъемная в сборе	1 шт.
Паспорт	1 экз.

Устройство и принцип работы. Общий вид стенда показан на рисунке 1, устройство стойки показано на рисунке 2.

Указание мер безопасности. «При выполнении операций с радиатором (монтаж/демонтаж, сборка/разборка) необходимо строго соблюдать требования нормативных документов: И37.101.7088-94 - для операций с грузоподъемными механизмами, И37.101.7077-92 - при работе с пневматическим оборудованием, И37.101.7005-98 - для слесарно-сборочных работ» [23].

Работы разрешены только на технически исправном оборудовании. К работе допускаются исключительно сотрудники, прошедшие обучение устройству стенда, ознакомленные с внутренними инструкциями по ТБ предприятия, имеющие соответствующую квалификацию. Обязательные требования: предварительный осмотр технического состояния стенда, использование исправного инструмента, применение СИЗ согласно регламенту, соблюдение технологических карт выполнения работ. Запрещается эксплуатация оборудования с неисправностями, проведение работ неподготовленным персоналом, отклонение от утвержденных инструкций по безопасности. Контроль соблюдения требований возлагается на руководителя подразделения, специалиста по охране труда, непосредственного исполнителя работ [26].

«Подготовка стенда к работе и порядок работы. Подготовка стенда к работе:

- перед началом работы проверяется исправность пневматической системы, надежность крепления резьбовых соединений стенда, уровень воды в ванне;
- запрещается эксплуатация стенда с не исправной или не отрегулированной системой подачи воздуха в радиатор;
- в рабочей области оператора не должно быть посторонних агрегатов, мусора» [11].

Техническое обслуживание. Требования по эксплуатации и техническому обслуживанию стенда. Регламентные проверки механических

узлов: регулярный визуальный контроль состояния осевых соединений, плановую проверку затяжки резьбовых соединений (гаек, болтов) с периодичностью минимум 1 раз в 8 месяцев, при интенсивной эксплуатации - 1 раз в 6 месяцев. Мониторинг пневмосистемы: систематическая диагностика: герметичности воздушных магистралей, работоспособности клапанов и редукторов, соответствия давления установленным нормам. Проверки осуществляются: ежеквартально - при стандартной нагрузке, ежемесячно - при интенсивной эксплуатации. Техническое обслуживание вращающихся элементов. График смазочных работ:

- первое обслуживание - после 10 000 часов наработки;
- второе обслуживание - после 50 000 часов;
- последующие - каждые 80 000 часов.

Необходимо использовать только рекомендованные смазочные материалы.

Гарантийные обязательства. Запрещено разбирать конструкцию силами ремонтного персонала, вносить несанкционированные изменения, использовать неоригинальные комплектующие. Все гарантийные случаи обслуживаются только авторизованными специалистами.

Условия хранения оборудования. Требования к помещениям: обязательное наличие естественной вентиляции, защита от атмосферных воздействий, поддержание микроклимата согласно ГОСТ 15150-69 (условия хранения категории 2). Запрещено хранение в неотопливаемых помещениях, в зонах с повышенной влажностью, рядом с агрессивными средами.

Все регламентные работы должны фиксироваться в журнале технического обслуживания с указанием даты, наработки и подписи ответственного лица. Характерные неисправности и методы их устранения. Возможные неисправности и методы их устранения приведены в таблице 11.

Таблица 11 – Характерные неисправности

Наименование неисправности, внешнее проявление и дополнительные признаки	Вероятная причина	Метод устранения
При повороте стойки вращение идет туго или стойка не вращается	Загрязнение поворотной оси стойки	Произвести очистку стойки
На перегибах шлангов подачи воздуха появились трещины	Износ шлангов	Произвести замену шлангов
При переключении пневмопереключателя подачи воздуха в радиатор, воздух не поступает	Отсутствует воздух в пневмосети	Включить воздух
	Поломка пневмопереключателя	Произвести замену пневмопереключателя

«Гарантийные обязательства. Изготовитель гарантирует соответствие стенда техническим требованиям и обязуется безвозмездно заменять или ремонтировать вышедшие из строя детали в течение гарантийного срока при соблюдении потребителем условий эксплуатации, транспортирования, хранения и упаковки. Срок гарантии – 1 год. Начало гарантийного срока исчисляется со дня пуска стенда в эксплуатацию, но не позднее шести месяцев для действующих и девяти месяцев для вновь строящихся предприятий с момента прибытия стенда на станцию назначения или с момента получения его на складе изготовителя» [23]. Запрещено разбирать конструкцию силами ремонтного персонала, вносить несанкционированные изменения, использовать неоригинальные комплектующие. Все гарантийные случаи обслуживаются только авторизованными специалистами.

Вывод: в разделе представлена конструкторская разработка стенда для проведения сборочно-разборочных и диагностических работ радиатора применительно к автомобилям МАЗ. Для повышения качества ремонтных работ стенд оснащен отдельной ванной с водой, подводом сжатого воздуха, поворотной стойкой с домкратом, выполняющей функцию подъемника.

4. Технологический процесс ремонта радиатора

Радиатор охлаждения автомобиля МАЗ имеет ряд конструктивных особенностей, обусловленных тяжелыми условиями эксплуатации грузовиков и требованиями к эффективному теплоотводу.

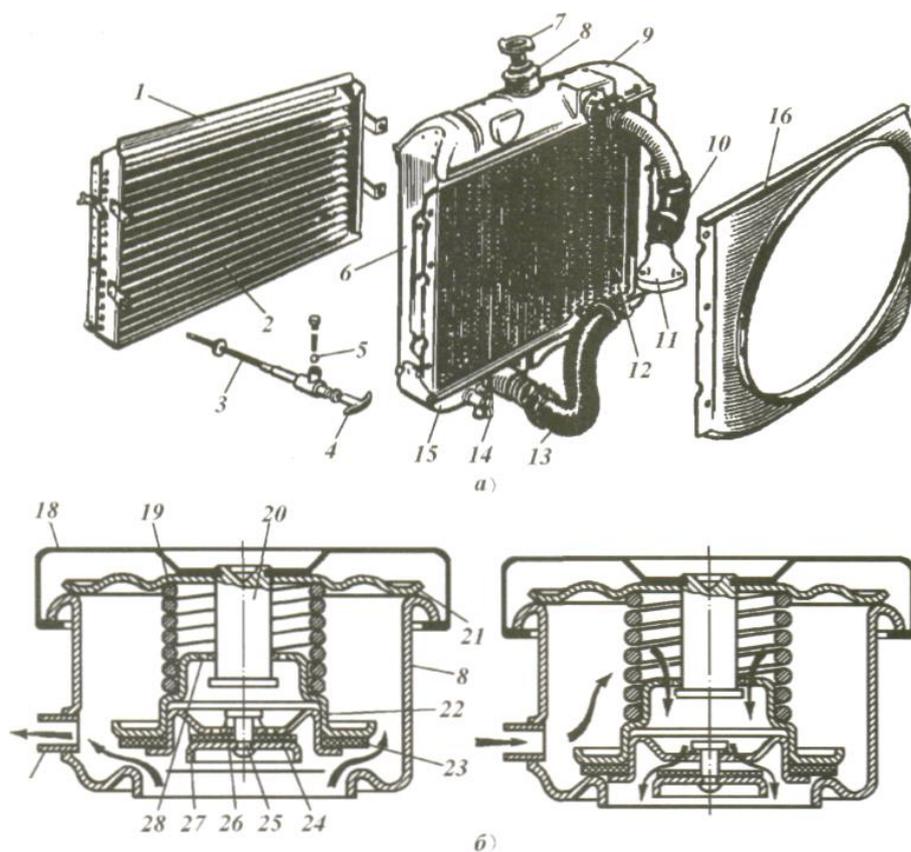
Трубчато-пластинчатая конструкция – наиболее распространённая в радиаторах МАЗ. Состоит из вертикальных или горизонтальных алюминиевых/медных трубок, соединённых с пластинами (ламелями) для увеличения площади теплообмена. Алюминиевые или медно-латунные сплавы – алюминиевые радиаторы легче и дешевле, медно-латунные – более ремонтпригодны и устойчивы к коррозии. Байонетное крепление трубок – обеспечивает надёжную фиксацию в пластинах [18].

Существуют следующие типы радиаторов: одноконтурные – только для охлаждения двигателя, двухконтурные – могут совмещать охлаждение двигателя и масла (АКПП, гидроусилитель), совмещённые с интеркулером (у турбированных двигателей) [1].

Особенности конструкции радиатора для МАЗ: усиленный корпус – из-за вибраций и нагрузок у грузовиков радиатор имеет усиленные крепления и рамную конструкцию, герметичные паяные, варные соединения – предотвращают течи при длительной эксплуатации, защитная сетка (на некоторых моделях) – от попадания камней, насекомых и мусора, дополнительные рёбра жёсткости – для устойчивости к механическим нагрузкам. Резиновые демпферы – снижают вибрационную нагрузку, болтовые или хомутовые крепления – для жёсткой фиксации [18].

Радиатор МАЗ рассчитан на высокие нагрузки, имеет усиленную конструкцию и эффективную систему охлаждения. При выборе нового радиатора важно учитывать модель двигателя и тип системы охлаждения (с интеркулером, дополнительными контурами и т. д.) [3].

На рисунке 9 представлена схема работы клапанов радиатора.



а – схема работы парового клапана, б – схема работы воздушного клапана
 «1 - каркас; 2 - жалюзи; 3 - тяга; 4 - рукоятка привода жалюзи; 5 - фиксатор; 6 - стойка; 7 - пробка; 8 - горловина; 9- верхний бачок; 10, 13- гибкие шланги; 11 - отводной патрубок; 12- сердцевина радиатора; 15 - нижний бачок; 16 - направляющий кожух; 17 - пароотводная трубка; 18 - корпус пробки; 19 - пружина парового клапана; 20 - стойка; 21 - запирающая пружина; 22- паровой (выпускной) клапан; 23 - прокладка выпускного клапана; 24- прокладка воздушного клапана; 25 - воздушный клапан; 26 - пружина воздушного клапана; 27- седло воздушного клапана; 28 - отверстие для поступления воздуха» [11]

Рисунок 9 – Схемы работы клапанов радиатора

Конструкция радиатора включает верхний (9) и нижний (15) бачки, соединённые с сердцевиной (12). Верхний бачок оснащён: заливной горловиной (8) с пробкой (7), входным патрубком для подключения шланга, подающего нагретую охлаждающую жидкость, пароотводной трубкой (расположена сбоку горловины). Нижний бачок имеет: выходной патрубок (13) для отвода охлаждённой жидкости через гибкий шланг.

Каркас радиатора образован: боковыми стойками (6), закреплёнными на бачках, опорной пластиной, припаянной к нижнему бачку.

Эта конструкция обеспечивает жёсткость и устойчивость радиатора в условиях эксплуатации.

Пробка (7), герметизирующая заливную горловину (8) радиатора, имеет следующую конструкцию. Основные компоненты: корпус (18), паровой (22) и воздушный (25) клапаны, запирающая пружина (21). Механизм работы клапанов: паровой клапан закреплён на стойке (20) и прижимается пружиной (19). Воздушный клапан (25) поджимается пружиной (26) к седлу (27). Герметизация системы: резиновые прокладки (23 и 24) обеспечивают плотное прилегание клапанов к седлам.

«При повреждении прокладок: система охлаждения теряет герметичность, температура кипения жидкости снижается до 100°C. При исправных клапанах: в системе поддерживается избыточное давление, температура кипения повышается до 108–119°C» [11].

Таким образом, пробка радиатора играет ключевую роль в поддержании оптимального давления и температуры в системе охлаждения.

Работа клапанов пробки радиатора при перегреве. При закипании охлаждающей жидкости в системе происходит следующее: сброс избыточного давления. При достижении давления 145-160 кПа паровой клапан (22) сжимает пружину (19) и открывается. Через пароотводную трубку (17) избыточный пар выходит в атмосферу, предотвращая разрыв радиатора.

Компенсация разрежения после остывания: при конденсации пара в системе создаётся разрежение (1-13 кПа), воздушный клапан (25) открывается, пропуская атмосферный воздух через отверстие (28), что выравнивает давление.

Защитная функция: клапаны предохраняют радиатор как от избыточного внутреннего давления, так и от внешнего смятия при разрежении.

Отметим, что в системах с расширительным бачком аналогичные клапаны могут быть установлены в его пробке, выполняя те же защитные функции. Такая конструкция обеспечивает безопасную работу системы охлаждения в любых температурных режимах.

Сердцевины радиаторов автомобилей могут быть трубчато-пластинчатыми и трубчато-ленточными. Для прохода охлаждающей жидкости применяют шовные или цельнотянутые трубки из латунной ленты толщиной до 0,15 мм.

Конструктивные особенности радиаторов охлаждения.

Трубчато-пластинчатые радиаторы (рисунок 10). Расположение трубок: охлаждающие трубки могут размещаться в шахматном порядке, в ряд, под углом к воздушному потоку. Пластины выполняются плоскими или волнистыми. Для повышения теплоотдачи на пластинах могут быть выполнены отогнутые просечки, формирующие узкие воздушные каналы под углом к потоку.

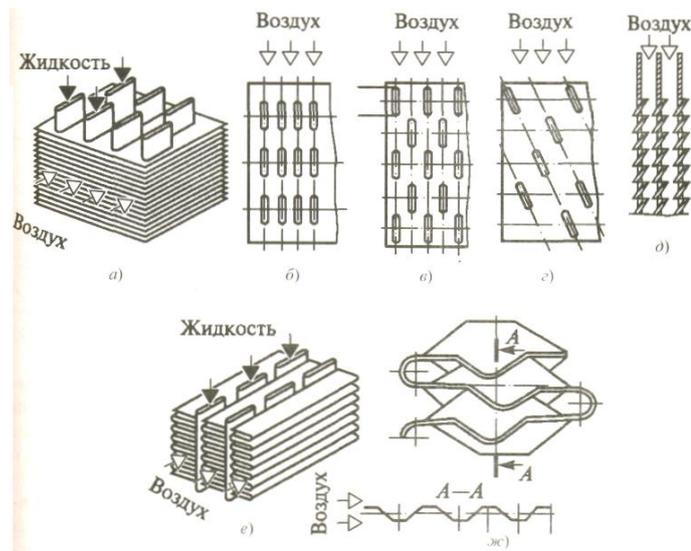
Трубчато-ленточные радиаторы (рисунок 10).

Расположение трубок: Трубки размещаются в ряд. Конструкция ленты изготавливается из меди толщиной 0,05–0,1 мм. Воздушный поток завихряется за счет фигурных выштамповок или отогнутых просечек на ленте (рисунок 10).

Современные алюминиевые радиаторы.

Преимущества: меньший вес по сравнению с латунными, более низкая стоимость. Недостатки: уступают латунным в надежности и ремонтпригодности.

Таким образом, конструкция радиаторов зависит от требований к эффективности охлаждения, материалам и условиям эксплуатации.



а - трубчато-пластинчатый радиатор; б – рядное расположение трубок; в – шахматное расположение трубок; г – шахматное расположение трубок под углом к воздушному потоку; д – охлаждающая пластина с отогнутыми просечками; е – трубчато-ленточный радиатор; ж – охлаждающая лента

Рисунок 10 – Решетки охлаждения радиаторов

Радиаторы работают в условиях значительных термических и механических нагрузок. «При работе двигателя охлаждающая жидкость может нагреваться до 120°С без закипания благодаря повышенному давлению в закрытой системе. После остановки мотора при остывании жидкости возникает разрежение, создающее дополнительную нагрузку на элементы системы» [20]. Основные факторы, сокращающие срок службы радиаторов: коррозионные процессы, ускоренное разрушение тонкостенных элементов, ослабление соединений и паяных швов, образование засоров в каналах [2].

Критические нагрузки: термические деформации при циклическом нагреве/охлаждении, механические напряжения от перепадов давления.

Типичные причины выхода из строя. Эксплуатационные: длительное использование отработанной охлаждающей жидкости, образование паровых пробок при перегреве, избыточное давление при неисправности клапанов [7].

«Конструктивные: разгерметизация паяных соединений трубок, повреждение сварных швов и резиновых уплотнений, трещины в бачках и патрубках» [7].

«Внешние воздействия: механические повреждения при ДТП (особенно для радиаторов в передней части авто), физический износ вследствие вибраций» [7].

«Последствия неисправностей: потеря герметичности системы охлаждения, разрывы сот и пластиковых элементов, повреждение патрубков и соединений, снижение эффективности теплообмена» [7]. Для продления срока службы радиатора рекомендуется: своевременная замена охлаждающей жидкости, контроль состояния клапанов и уплотнений, регулярная промывка системы охлаждения, защита от механических повреждений [10].

Радиаторы грузовых автомобилей МАЗ работают в тяжелых условиях, что приводит к характерным неисправностям. Основные дефекты можно разделить на несколько категорий:

Механические повреждения:

- пробитые соты – из-за попадания камней, гравия или посторонних предметов;
- деформация трубок и пластин – вследствие вибраций, ударов или неаккуратного обслуживания;
- трещины в бачках – чаще в пластиковых из-за перепадов температур и старения материала;
- разрыв патрубков и штуцеров – из-за чрезмерного давления или механического воздействия.

Коррозионные повреждения:

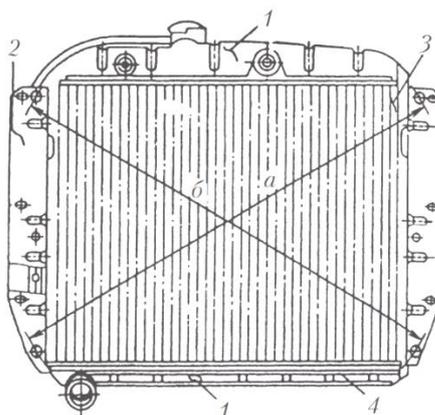
- разъедание трубок и пластин – из-за использования некачественного антифриза или воды;
- окисление алюминиевых/медных элементов – приводит к потере герметичности;

- засорение каналов – из-за накипи, ржавчины или продуктов разложения охлаждающей жидкости.

Нарушение герметичности, разгерметизация паяных швов – между трубками и бачками. Износ резиновых уплотнений – прокладок и уплотнительных колец. Повреждение пробки радиатора – из-за неисправности парового или воздушного клапана [21].

Термические деформации: перегрев и деформация пластиковых элементов – при длительной работе в экстремальных режимах, «разрушение трубок из-за замерзания охлаждающей жидкости – если использовалась вода вместо антифриза. Последствия неправильной эксплуатации: забитые соты – из-за грязи, насекомых, тополиного пуха, разрушение из-за гидроудара – при резком повышении давления в системе, ускоренный износ из-за вибраций – особенно на плохих дорогах» [7].

Если радиатор сильно поврежден, в большинстве случаев требуется замена, так как ремонт (пайка, аргоновая сварка) не всегда обеспечивает долговечность. Основные дефекты радиаторов показаны на рисунке 11.



- 1 – пробоины, вмятины или трещины на бачках; 2 – повреждения пластин каркаса;
- 3 – повреждения охлаждающих пластин; 4 – повреждения охлаждающих трубок; 5 – нарушение герметичности в местах пайки

Рисунок 11 – Основные дефекты радиатора автомобиля МАЗ

«Рассмотрим процесс организации технологического процесса ремонта радиатора автомобиля МАЗ-5340 А5-370-010» [7]. Технологическая карта проверки радиатора представлена в Приложении А.

После демонтажа с автомобиля радиатор направляется на ремонтный участок, где проходит следующие этапы восстановления.

Первичная обработка и диагностика: наружная мойка и очистка от загрязнений, визуальный осмотр на предмет повреждений. Проверка герметичности методом подачи сжатого воздуха: для водяных радиаторов - 0.15 МПа, для масляных радиаторов - 0.4 МПа. Тестирование проводится в водяной ванне при температуре 30-50°C. [18].

Восстановление геометрии и целостности: правка вмятин на бачках с использованием деревянных болванок и молотков, устранение пробоин латунными заплатами с последующей пайкой, запайка трещин специальными припоями ПОССу 20-0,5 или ПОССу 30-0,5.

Ремонт сердцевины: восстановление каркаса газовой сваркой, выравнивание деформированных пластин гребенчатым инструментом. Замена поврежденных трубок (не более 5% от общего количества): извлечение дефектных трубок с помощью нагретого стержня, установка новых трубок с последующей развальцовкой и пайкой.

Технология пайки. Химическая подготовка поверхности: травление в соляной кислоте (3-5 минут), обработка хлористым цинком (0,5-1 минута), пайка погружением в расплавленный припой (глубина 5-8 мм).

Контроль качества соединений. Финальный контроль: проверка геометрии (допустимый перекосяк - не более 3 мм), повторный тест на герметичность.

Меры безопасности при проведении ремонтных работ.

Организация рабочего пространства: обязательное наличие приточно-вытяжной вентиляции, выделенные зоны для хранения химических реактивов, специальные подставки для паяльного оборудования.

Персональная защита: регулярная гигиена рук с использованием щетки, обработка рук защитными кремами перед работой, контроль состояния ногтей, промывание носоглотки после смены.

Требования к оборудованию: использование низковольтных паяльников (42 В), запрет на применение поврежденного инструмента, строгий контроль состояния паяльных ламп (максимальная заправка - 75% объема, запрет на использование авиационного и этилированного бензина).

Медицинское обеспечение: наличие аптечки с противоожоговыми средствами, регулярные медицинские осмотры персонала.

Все восстановительные работы должны проводиться в специально оборудованных помещениях с соблюдением строгих мер безопасности для предотвращения профессиональных заболеваний и травматизма.

Выводы: в разделе рассмотрены особенности конструкции радиатора для МАЗ, основные дефекты, и процесс организации технологического процесса ремонта радиатора автомобиля МАЗ. Ремонт радиаторов автомобилей МАЗ представляет собой сложный технологический процесс, требующий строгого соблюдения последовательности операций, применения специализированного оборудования и соблюдения мер безопасности. Ключевые аспекты успешного восстановления радиатора: комплексная диагностика, высокое качество ремонта, соблюдение технологических норм, обеспечение безопасности работ. Для повышения эффективности ремонта следует использовать современное оборудование (низковольтные паяльники, ультразвуковые ванны для очистки).

Таким образом, грамотно организованный ремонт позволяет восстановить работоспособность радиатора МАЗ, продлить его ресурс и избежать преждевременного выхода из строя системы охлаждения. Однако при серьезных повреждениях экономически оправдана установка нового агрегата.

5 Безопасность и экологичность объекта

Технический объект – стенд для проверки и ремонта радиаторов грузовых автомобилей и автобусов. Радиатор, как ключевой элемент системы охлаждения, напрямую влияет на работоспособность двигателя, его топливную экономичность и экологические показатели. Конструкция стенда и особенности конструкции радиатора представлены в разделе 3. В процессе эксплуатации радиаторы подвергаются механическим, термическим и коррозионным воздействиям, что приводит к их повреждениям и снижению эффективности. Технологический процесс проверки радиатора представлен в Приложении А.

Проверку и ремонт радиаторов автомобилей МАЗ выполняют слесари по ремонту автомобилей 3-го разряда. Основные виды работ: проведение диагностики, пайка, замена трубок, правка и восстановление геометрии. Факторы рабочей среды: повышенная загазованность рабочей зоны, недостаточная освещенность рабочего места, повышенная влажность при мойке радиаторов.

При проверке и ремонте радиаторов автомобилей МАЗ на слесаря воздействуют следующие опасные и вредные производственные факторы согласно ГОСТ 12.0.003-2015 [14].

«Физические опасные и вредные факторы: повышенная температура поверхностей оборудования (паяльников, ванн для пайки), повышенное давление в системах испытания (до 0,4 МПа), подвижные части испытательных стендов и оборудования, острые кромки и заусенцы на деталях радиатора» [14], повышенный уровень шума от компрессоров и пневмооборудования.

Химические факторы: токсичные газы и пары (свинца, кадмия, цинка) при пайке, кислотные и щелочные растворы для очистки и травления, аэрозоли

флюсов и припоев (ПОССу 30-0,5 и др.), остатки охлаждающих жидкостей (этиленгликоль и его производные).

Биологические факторы: патогенные микроорганизмы в остатках охлаждающей жидкости, плесневые грибы в системах промывки.

Психофизиологические факторы: физические перегрузки (статические и динамические), нервно-психические перегрузки (монотонность, работа под давлением).

Особое внимание следует уделять защите от свинцовой интоксикации при пайке, ожогов горячими поверхностями и химикатами, поражения электрическим током при работе с паяльным оборудованием, травм при работе с острыми кромками и тяжелыми деталями.

Проведем идентификацию профессиональных рисков при ремонте и проверке радиаторов методом матрицы рисков, в соответствии с Приказом Минтруда № 926 от 28.12.2021 [15].

Матричный метод позволяет оценить риски по двум критериям:

- вероятность (P) возникновения опасного события (1–5 баллов);
- тяжесть последствий (S) (1–5 баллов).

Уровень риска (R) = P × S.

Интерпретация: 1-3 – допустимый риск, 4-8 – средний (требует контроля), 9-25 – высокий (недопустим, нужны срочные меры).

Матрица профессиональных рисков представлена в таблице 12.

Таблица 12 – Матрица профессиональных рисков

Опасный фактор	P (вероятность)	S (тяжесть)	R (уровень)	Меры снижения
1. Травмы от острых кромок	3	2	6	Использование защитных перчаток (EN 388), зачистка кромок.

Продолжение таблицы 12

Опасный фактор	P (вероятность)	S (тяжесть)	R (уровень)	Меры снижения
2. Ожоги от паяльника/припоя	4	3	12	Термостойкие перчатки, обучение безопасной пайке.
3. Отравление парами свинца	3	5	15	Локальная вентиляция, респираторы (FFP3), замена припоя на бессвинцовый.
4. Поражение электрическим током	2	4	8	Использование паяльников на 42 В, заземление оборудования.
5. Разрыв радиатора при испытании	2	4	8	Датчики давления, автоматическая блокировка при превышении 0.4 МПа.
6. Химические ожоги (кислоты/щелочи)	3	4	12	Кислотостойкая одежда, нейтрализаторы в зоне работы.
7. Падение с высоты	2	5	10	Страховочные пояса при работе на стеллажах.
8. Заболевания ОДА (подъем тяжестей)	4	3	12	Подъемные механизмы, нормирование веса.
9. Потеря слуха (шум >80 дБ)	3	4	12	Противошумные наушники (SNR \geq 25 дБ).
10. Аллергии (пыль, антифриз)	3	2	6	Респираторы, перчатки, регулярная уборка.

Проведем анализ матрицы.

Высокие риски ($R \geq 9$) (требуют немедленных мер):

- отравление парами свинца ($R=15$);
- ожоги и химические поражения ($R=12$);
- заболевания опорно-двигательного аппарата ($R=12$).

Средние риски ($R=4-8$) (необходим регулярный контроль):

- травмы от кромок ($R=6$);
- поражение током ($R=8$).

Допустимые риски ($R \leq 3$) не выявлены.

Рекомендуемые мероприятия.

Технические: установка автоматических прессостатов для испытаний, замена свинцовых припоев на оловянно-серебряные (ПОС-61).

Организационные: введение чередования операций для снижения монотонности, ограничение времени контакта с вредными факторами (не более 4 ч/смену), контроль за применением СИЗ (респираторы 3М 9332 для защиты от паров свинца, термостойкие перчатки (например, Kevlar).

Таким образом, матричный метод выявил 4 высоких риска, требующих первоочередного устранения. Профессия слесаря по ремонту автомобилей относится к классу вредности 3.2-3.3. Для соответствия требованиям Приказа №926 необходимо: разработать карты профессиональных рисков для каждого рабочего места, внедрить план снижения рисков с ежеквартальным аудитом.

Проведем идентификацию источников возникновения классов пожара и опасных факторов при ремонте радиаторов.

В соответствии с ГОСТ 12.1.004-91 [13] и СП 12.13130.2009 [16], при ремонте радиаторов возможны следующие классы пожаров (таблица 13).

Опасные факторы пожара (по ФЗ-123 [20]): пламя и искры от паяльных ламп/горелок, повышенная температура поверхностей ($>110^\circ\text{C}$ у нагревательных элементов), токсичные продукты горения (HCN, свинец при плавлении припоя), снижение видимости из-за задымления.

Таблица 13 – Классы пожаров

Класс пожара	Источник возгорания	Опасные факторы
В (жидкости)	- Охлаждающая жидкость (этиленгликоль); - Растворители для очистки; - Легковоспламеняющиеся флюсы.	- Температура вспышки 111°C (антифриз); - Образование токсичного дыма (СО, формальдегид).
С (газы)	- Пары бензина от паяльных ламп; - Сжатый воздух (при утечке).	- Взрывоопасные концентрации (1,4-7,6% об. для бензина)
Д (металлы)	- Алюминиевая пыль при шлифовке; - Магниеые сплавы в некоторых радиаторах.	- Температура горения до 2000°C (для Al)
Е (электрооборудование)	- Короткое замыкание паяльников (42 В); - Неисправности компрессора.	- Искрообразование

Представим модифицированные технические и организационные решения.

Технические средства:

- для класса В: замена легковоспламеняющихся растворителей на вододисперсионные очистители (например, «Аквастрип» по ТУ 2384-003-94952254-2015);
- установка автоматических пенных огнетушителей ОНР-50 (по НПБ 166-97) над зоной мойки.

Для класса С:

- замена бензиновых паяльных ламп на электрические индукционные нагреватели (например, «Термик-3000», сертифицированный по ТР ТС 012/2011);

- монтаж газоанализаторов СГГ-4М с порогом срабатывания 5% НКПР.

Для класса D:

- внедрение вакуумных пылеуловителей с искробезопасным исполнением;
- использование негорючих абразивов (оксид алюминия вместо карбида кремния).

Для класса E:

- применение УЗО с током утечки ≤ 10 мА (по ПУЭ 7.1.71);
- защитные кожухи для кабелей из материала FR-1200.

Организационные методы: зонирование пространства (по СП 4.13130 [17]), отделение зоны пайки огнестойкими перегородками (EI 45), выделение площадки для хранения ЛВЖ (≤ 10 кг/м²); регламенты работы: запрет на использование открытого огня в радиусе 5 м от зоны очистки, введение наряда-допуска для огневых работ. Мониторинг: термографический контроль оборудования 1 раз в квартал, ежемесячная проверка сопротивления изоляции.

Проанализируем экологическую безопасность при ремонте и проверке радиаторов автомобиля МАЗ. Проведем анализ основных источников загрязнения.

Жидкие отходы: отработанный антифриз (этиленгликоль, токсичен для водных экосистем), промывочные воды с остатками нефтепродуктов и тяжелых металлов.

Твердые отходы: остатки припоев (содержащие свинец и кадмий), загрязненные фильтры и сорбенты, абразивная пыль от шлифовки.

Газообразные выбросы: пары свинца при пайке, летучие органические соединения (ЛОС) от растворителей.

Энергетические загрязнения: шум от компрессоров (до 85 дБА), тепловое загрязнение от нагревательных приборов.

Представим технические решения для снижения воздействия для жидких отходов:

- система замкнутого водооборота: моечная установка с рециркуляцией (например, «ЭкоМойка-300»);
- очистка стоков через трехступенчатые фильтры: механическая (сетка 50 мкм), сорбционная (уголь СКТ-6), ионообменная (для тяжелых металлов).
- оборудование для утилизации антифриза: дистилляционная установка «Регенератор-АФ» (КПД 92%), герметичные емкости для временного хранения.

Для твердых отходов: сепарация отходов, контейнеры для отдельного сбора (металлолом, полимеры, опасные отходы).

Для газообразных выбросов: установка системы очистки воздуха, многоступенчатых фильтров, использование электростатического осадителя (для свинца), фотокаталитический блок (разложение ЛОС), вытяжные зонты с расходом 1500 м³/час

Организационные меры: экологический контроль, производственный мониторинг.

Выводы: в разделе представлен анализ негативного воздействия при проведении ремонта и проверке радиатора. Выявлены профессиональные риски, воздействующие на слесаря по ремонту автомобилей 3-го разряда; пожарные риски и риски негативного воздействия на окружающую среду. По всем выявленным рискам представлены технические и организационные мероприятия.

Заключение

В первом разделе произведен технологический расчет АТП. Технологический расчет проводится для обоснования и оптимизации производственных процессов, определения необходимых ресурсов и обеспечения эффективной работы предприятия.

Во втором разделе, проведенный анализ патентной документации показал, что современные разработки в данной области сосредоточены на: усовершенствовании фиксирующего механизма, модернизации поворотного узла, оптимизации конструкции рамы. В ходе исследования было выявлено 3 патента, среди которых для дальнейшего изучения отобраны наиболее релевантные. Анализ оборудования показал, что оптимальным является модель стенда Р-928-001 по техническим характеристикам, данная модель выбрана за прототип.

В третьем разделе представлена конструкторская разработка стенда для проведения сборочно-разборочных и диагностических работ радиатора применительно к автомобилям МАЗ в соответствии с прототипом. Для повышения качества ремонтных работ стенд оснащен отдельной ванной с водой, подводом сжатого воздуха, поворотной стойкой с домкратом, выполняющей функцию подъемника. Таким образом, разработка стенда для проверки и ремонта радиаторов грузовых автомобилей и автобусов, решит проблему низкой эффективности ручного ремонта, сократит эксплуатационные расходы и повысит надежность систем охлаждения коммерческого транспорта. Проект особенно актуален для крупных АТП, автобусных парков и специализированных СТО.

В четвертом разделе рассмотрены особенности конструкции радиатора для МАЗ, основные дефекты, и процесс организации технологического процесса ремонта радиатора автомобиля МАЗ. Ремонт радиаторов автомобилей МАЗ представляет собой сложный технологический процесс,

требующий строгого соблюдения последовательности операций, применения специализированного оборудования и соблюдения мер безопасности. Ключевые аспекты успешного восстановления радиатора: комплексная диагностика, высокое качество ремонта, соблюдение технологических норм, обеспечение безопасности работ. Для повышения эффективности ремонта следует использовать современное оборудование (низковольтные паяльники, ультразвуковые ванны для очистки).

Таким образом, грамотно организованный ремонт позволяет восстановить работоспособность радиатора МАЗ, продлить его ресурс и избежать преждевременного выхода из строя системы охлаждения. Однако при серьезных повреждениях экономически оправдана установка нового агрегата.

В пятом разделе представлен анализ негативного воздействия при проведении ремонта и проверке радиатора. Выявлены профессиональные риски, воздействующие на слесаря по ремонту автомобилей 3-го разряда; пожарные риски и риски негативного воздействия на окружающую среду. По всем выявленным рискам представлены технические и организационные мероприятия.

Список используемых источников

1. Автомобили. Технический сервис [Электронный ресурс]: учебное пособие / А. В. Кузьмин, С. Н. Шуханов, А. И. Мартыненко, В. Д. Коваливнич. Иркутск : Иркутский ГАУ, 2015. 191 с. URL: <https://e.lanbook.com/book/143172> (дата обращения: 29.03.2022).
2. Андреева Н.А. Основы технологии производства и ремонта транспортных и транспортно-технологических машин и оборудования [Электронный ресурс]: учебное пособие / Н. А. Андреева. Кемерово : КузГТУ имени Т.Ф. Горбачева, 2020. 180 с. URL: <https://e.lanbook.com/book/145115> (дата обращения: 21.02.2025).
3. Андреева Н.А. Технологическое оборудование для технического обслуживания и ремонта [Электронный ресурс]: учебное пособие / Н. А. Андреева, А. В. Кудреватых, А. С. Ащеулов. Кемерово : КузГТУ имени Т.Ф. Горбачева, 2021. 129 с. URL: <https://e.lanbook.com/book/193886> (дата обращения: 18.02.2022).
4. Анурьев В.И. Справочник конструктора - машиностроителя: В 3-х т. Т.3. 5-е изд. М.: Машиностроение, 1980.
5. Атапин В. Г. Основы конструирования [Электронный ресурс]: учебное пособие / В. Г. Атапин. – Новосибирск : НГТУ, 2021. 182 с. URL: <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785778244337.html> (дата обращения: 10.02.2025).
6. Богданов А.Ф. Производственно-техническая инфраструктура предприятий автомобильного транспорта [Электронный ресурс]: учебное пособие / А. Ф. Богданов, С. В. Урушев. Санкт-Петербург : ПГУПС, 2015. 118 с. URL: <https://e.lanbook.com/book/66420> (дата обращения: 08.04.2025).
7. Гринцевич В. И. Организация и управление технологическим процессом текущего ремонта автомобилей : учебное пособие / В. И. Гринцевич. Красноярск : СФУ, 2012. 182 с.

8. Епишкин В.Е. Проектирование станций технического обслуживания автомобилей [Электронный ресурс]: учебное пособие. В. Е. Епишкин, А. П. Караченцев, В. Г. Остапец. ТГУ. Тольятти : ТГУ, 2012. - 194 с. URL: <https://dspace.tltsu.ru/handle/123456789/316> (дата обращения: 03.02.2025).
9. Классификатор УДК [Электронный ресурс]: Справочник по УДК. URL: <https://www.teacode.com/online/udc> (дата обращения: 03.02.2025).
10. Коваленко Н.А. Организация технического обслуживания и ремонта автомобилей [Электронный ресурс]: учебное пособие / Н.А. Коваленко. Москва : НИЦ ИНФРА-М, Нов. знание, 2016. 229 с. URL: <https://new.znaniium.com/catalog/product/525206> (дата обращения: 24.03.2025).
11. Малкин В.С. Основы проектирования технологического оборудования предприятий автомобильного транспорта [Электронный ресурс]: электрон. учеб.-метод. пособие / В. С. Малкин. Тольятти : ТГУ, 2019. 62 с. : ил. Прил. : с. 54-62. URL: <http://dspace.tltsu.ru/handle/123456789/8846> (дата обращения: 05.03.2025).
12. Малкин В.С. Устройство и эксплуатация технологического оборудования предприятий автомобильного транспорта [Электронный ресурс]: электрон. учеб. пособие / В. С. Малкин. Тольятти : ТГУ, 2016. 451 с. URL: <https://e.lanbook.com/book/139784> (дата обращения: 05.03.2025).
13. Межгосударственный стандарт. Система стандартов безопасности труда. Пожарная безопасность. Общие требования [Электронный ресурс]: ГОСТ 12.1.004-91 (утв. Постановлением Госстандарта СССР от 14.06.1991 № 875) (ред. от 01.10.1993). URL: https://meganorm.ru/mega_doc/norm/gost_gosudarstvennyj-standart/5/gost_12_1_004-91_mezhgosudarstvennyu_standart_sistema.html?ysclid=ma17964wyy268688622 (дата обращения: 24.03.2025).

14. Межгосударственный стандарт. Система стандартов безопасности труда. Опасные и вредные производственные факторы. Классификация [Электронный ресурс]: chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://lyc8krsk.gosuslugi.ru/netcat_files/32/50/GOST_12.0.003_2015_Mezhgosudarstvennyy_standart_Opasnye_i_vrednye_proizvodstvennyye_faktery.pdfГОСТ 12.0.003-2015 (введен в действие Приказом Росстандарта от 09.06.2016 № 602-ст). URL: <https://e.lanbook.com/book/167904> (дата обращения: 08.02.2025).

15. Об утверждении Рекомендаций по выбору методов оценки уровней профессиональных рисков и по снижению уровней таких рисков [Электронный ресурс]: Приказ Минтруда России от 28.12.2021 № 926. URL: <https://normativ.kontur.ru/document?moduleId=1&documentId=411523&ysclid=ma14ye5pqc96627147> (дата обращения: 08.02.2025).

16. Об утверждении свода правил "Определение категорий помещений, зданий и наружных установок по взрывопожарной и пожарной опасности [Электронный ресурс]: Приказ МЧС РФ от 25.03.2009 № 182 (ред. от 09.12.2010) (вместе с «СП 12.13130.2009...»). URL: <https://normativ.kontur.ru/document?moduleId=1&documentId=172093&ysclid=ma17b78wrm10367175> (дата обращения: 03.02.2025).

17. Об утверждении свода правил СП 4.13130 "Системы противопожарной защиты. Ограничение распространения пожара на объектах защиты. Требования к объемно-планировочным и конструктивным решениям [Электронный ресурс]: Приказ МЧС России от 24.04.2013 N 288 (ред. от 27.06.2023) (вместе с «СП 4.13130.2013. Свод правил. Системы противопожарной защиты. Ограничение распространения пожара на объектах защиты. Требования к объемно-планировочным и конструктивным решениям»). URL: <https://normativ.kontur.ru/document?moduleId=1&documentId=425705&ysclid=ma17o7gokk366665525> (дата обращения: 21.02.2025).

18. Руководство по ремонту, эксплуатации и техническому обслуживанию МАЗ / Корсаков В.В., Кузин Н.И. - М.: Третий Рим, 2001-144 с.

19. Стенд для испытания и ремонта радиаторов. Ковчик А.И., Миронов В.В., Кутовой С.С., Афонин Е.А., Яковенко А.Н. [Электронный ресурс]: Заявка: RU86132U1, дата подачи заявки: 05.07.2009. Опубликовано: 12.10.2011. URL: <https://patents.google.com/patent/RU86132U1/ru> (дата обращения: 18.02.2025).

20. Технический регламент о требованиях пожарной безопасности [Электронный ресурс]: Федеральный закон от 22.07.2008 № 123-ФЗ (ред. от 25.12.2023). URL: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_78699/ (дата обращения: 08.02.2025).

21. Тихонович А. М. Устройство автомобилей : учебное пособие / А. М. Тихонович, К. В. Буйкус. 2-е изд., стер. Минск : РИПО, 2022. 303 с.

22. Устройство для ремонта и испытания радиаторов автомобилей. Курицын Э.И, Голомбас Ц.И., Клименков Л.М., Аверченко Г.М. [Электронный ресурс] Заявка: 4348010, 1987.12.22 (22), дата подачи заявки: 1997.12.22. Опубликовано: 1999.08.30. URL: https://yandex.ru/patents/doc/SU1504130A1_19890830?ysclid=m9zwwzlm521237912027 (дата обращения: 18.02.2025).

23. Устройство для ремонта и испытания радиаторов автомобилей. Третьяков Г.С., Фадеев В.И. [Электронный ресурс] Заявка: RU1856091/27-11, дата подачи заявки: 13.12.1992. Опубликовано: 15.07.1994. URL: https://yandex.ru/patents/doc/SU435965A1_19740715?ysclid=m9zxpu5g292901227 (дата обращения: 18.02.2025).

24. Шарыгин Л. Н. Проектирование конкурентноспособных технических изделий : учебник / Л. Н. Шарыгин. Владимир : ВлГУ, 2013. 303 с.

25. Шиловский В. Н. Сервисное обслуживание и ремонт машин и оборудования [Электронный ресурс]: учебное пособие / В. Н. Шиловский, А. В. Питухин, В. М. Костюкевич. – Санкт-Петербург : Лань, 2022. 240 с. URL: <https://e.lanbook.com/book/206006> (дата обращения: 28.04.2025).

26. Юнусов, Г. С. Монтаж, эксплуатация и ремонт технологического оборудования. Курсовое проектирование: учебное пособие / Г. С. Юнусов, А. В. Михеев, М. М. Ахмадеева. – 2-е изд., перераб. и доп. – Санкт-Петербург : Лань, 2021. 160 с. URL: <https://e.lanbook.com/book/167904> (дата обращения: 08.02.2025).

Приложение А

Технологический процесс проверки радиатора

Таблица А.1 - Технологический процесс проверки радиатора

Наименование операции, перехода	Количество точек воздействия	Места выполнения работы	Приборы и инструмент	Время выполнения операции, мин	Технические требования
1 Подготовка радиатора	-	-	-	110	
11 Установить радиатор на патрубки	2	Верстак для ремонта радиаторов	Отвертка, молоток	20	заглушки находятся в ящике верстака
12 Закрутить вместо пробки переходник	1	Верстак для ремонта радиаторов	Переходник	10	переходник находится в ящике верстака
13 Установить радиатор в раму стенда	2	Верстак для ремонта радиаторов	Отвертка, стэнд	20	-
14 Подсоединить к переходнику шланг	1	Стэнд для проверки и ремонта радиаторов	Отвертка, хомуты	10	-
15 Заполнить бачку стенда водой	1	Стэнд для проверки и ремонта радиаторов	Шланг, кран	50	Температура воды – 30–50 градусов Цельсия
2 Испытание радиатора	-	-	-	90	-
2.1 Опустить радиатор в воду	1	Стэнд для проверки и ремонта радиаторов	-	20	Полное погружение в воду
2.2 Подать воздух в радиатор	1	Стэнд для проверки и ремонта радиаторов	Воздушный кран	0,5	Давление 0,15 МПа
2.3 Проанализировать отсутствие утечек воздуха	-	Стэнд для проверки и ремонта радиаторов	Визуально	0,5	Контролируется наличие пузырьков воздуха
2.4 Вынуть радиатор из воды	1	Стэнд для проверки и ремонта радиаторов	-	0,5	-
2.5 Перевернуть радиатор на 180 градусов	1	Стэнд для проверки и ремонта радиаторов	Вручную	0,5	-
2.6 Опустить радиатор в воду	1	Стэнд для проверки и ремонта радиаторов	-	0,5	Полное погружение в воду
2.7 Проанализировать отсутствие утечек воздуха	-	Стэнд для проверки и ремонта радиаторов	Визуально	0,5	Контролируется наличие пузырьков воздуха
2.8 Снять давление из радиатора	-	Стэнд для проверки и ремонта радиаторов	Воздушный кран	10	-
2.9 Вынуть радиатор из воды	-	Стэнд для проверки и ремонта радиаторов	-	30	-
3 Демонтаж радиатора	-	-	-	60	-
3.1 Отсоединить от переходника шланг	1	Верстак для ремонта радиаторов	Отвертка	10	-
3.2 Извлечь радиатор из рамы	2	Верстак для ремонта радиаторов	Отвертка	20	-
3.3 Открутить переходник	1	Верстак для ремонта радиаторов	Набор ключей	10	-
3.4 Демонтировать заглушки	2	Верстак для ремонта радиаторов	-	20	-