

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 конструкции стенда для разборки-сборки стоек подвески легковых автомобилей

Обучающийся

А.А. Бурцев

(Инициалы Фамилия)

(личная подпись)

Руководитель

докт. техн. наук, профессор О.И. Драчев

(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 2022

Аннотация

Бакалаврская работа посвящена разработке стенда для разборки-сборки автомобильных стоек. Актуальность темы обусловлена резким снижением объема предложений на рынке автосервисного оборудования из-за введения торговых ограничений и санкции частью стран мирового сообщества, а также значительным повышением цен на оборудование. Самостоятельное проектирование и разработка стендов для собственных нужд вновь получает широкое распространение на ПАТ в Российской Федерации.

В первом разделе проведены основные расчеты по агрегатному участку, определены параметры проектируемого участка, составлено штатное расписание, подобран комплект оборудования и инструмента для участка, предложена оптимальная схема его размещения по участку.

Во втором разделе, являющимся для данной работы основным, проведена оценка современного конструкторского и технологического уровня оборудования, а также рассмотрены имеющиеся в продаже аналоги. От лица заказчика работ и инженера-проектировщика оформлено техническое задание и техническое предложение на стенд. В ходе проектирования стенда выполнен выбор необходимых покупных изделий, агрегатов и деталей с заданными характеристиками, проведены требуемые расчеты.

В третьем разделе оптимизирована существующая технология работ по разборке-сборке стойки при помощи самостоятельно спроектированного оборудования. Составлена техкарта выполнения работ.

В четвертом разделе проекта проанализированы возможные вредные и опасные производственные факторы, которые могут возникнуть на участке. С целью обеспечения безопасного для здоровья рабочих выполнения работ предложен комплекс мероприятий уменьшающих их воздействие.

Содержание

Введение.....	5
1 Проект производственного участка	6
1.1 Исходные данные.	6
1.2 Основные расчеты по участку.....	7
1.3 Табель технологического оборудования. Размещение оборудования на участке.....	10
2 Проектирование перспективного оборудования для проведения ТО и Р автомобилей.....	14
2.1 Анализ доступных в продаже аналогов и выбор наиболее перспективного прототипа.....	14
2.1.1 Оценка современного конструкторского и технологического уровня стендов для разборки автомобильных стоек	14
2.1.2 Выбор наиболее значимых технологических параметров стендов для комплексного анализа.....	17
2.1.3 Подбор моделей оборудования для проведения анализа на основе информации из доступных источников.....	17
2.1.4 Выбор наиболее перспективного прототипа.....	21
2.2 Оформление технического задания от лица заказчика работ	25
2.3 Оформление технического предложения от лица поставщиков оборудования.....	29
2.4 Расчеты и подбор комплектующих	36
3 Технология проведения работ на спроектированном оборудовании	39
3.1 Состояние вопроса	39
3.2 Технологическая карта	41
4 Разработка мероприятий по обеспечению безопасности и экологичности технологического оборудования и операций производимых при его помощи	44

4.1 Конструкция разработанного оборудования, характеристика техпроцессов.....	44
4.2 Выявление профессиональных рисков при работе на спроектированном оборудовании	46
4.3 Рекомендации по безопасной работе при выполнении основного техпроцесса.....	47
4.4 Пожарная и экологическая безопасность	48
Заключение	51
Список используемой литературы и используемых источников.....	53
Приложение А Спецификация на оборудование	57

Введение

Последние несколько лет стали неблагоприятными как для внутреннего автомобильного рынка в нашей стране, так и для рынка услуг по транспортировке грузов и пассажиров и автомобильному сервису. Наметившейся тенденции восстановления спроса на автомобили помешала неожиданно начавшаяся в 2019-2020 международная пандемия коронавируса. Введенные ограничения и локдаун на крупных промышленных предприятиях привели к дефициту товарных автомобилей и комплектующих на фоне резкого падения спроса из-за резкого падения доходов населения. К концу 2021 года рынок сумел восстановиться – по итогам года наблюдался 3% рост относительно прошлого года: всего было реализовано около 1540000 легковых автомобилей.

24 февраля 2022 года Россия начала военную операцию в Украине. В ответ на нее ряд государств в отношении нашей страны запустил экономические санкции, которые в той или иной степени негативно влияют на российский автопром и авторынок. Ситуация кардинально поменялась не только на автомобильном рынке, но и на тесно связанном с ним рынке автосервисного оборудования.

Объем предложений на рынке автосервисного оборудования сильно уменьшился из-за введения торговых ограничений и санкции частью стран мирового сообщества, значительно возросли цены. Также большинство ПАТ столкнулись с финансовыми ограничениями, вызванными возросшими эксплуатационными расходами и увеличивающейся стоимостью запасных частей и эксплуатационных материалов. Теперь выделить значительные средства на закупку оборудования от иностранных поставщиков для них является неподъемной задачей. В этих условиях многие ПАТ возвращаются к ранее использовавшейся практике самостоятельного проектирования и изготовления несложного оборудования на своей производственной базе [2, 3, 8, 25].

1 Проект производственного участка

1.1 Исходные данные

Поскольку основной темой ВКР является проектирование оборудования технологический расчет проводим в усеченном виде и ограничиваемся расчетом участка, на котором разрабатываемое оборудование будет располагаться и участвовать в техпроцессе. Необходимые данные приведены в задании на проектирование. Перенесем их в таблицу 1.

Таблица 1 – Параметры проектируемого участка

Исходные данные	Заданное значение для расчетов
1	4
Трудоемкость работ в производственном подразделении, чел.-ч.	$T_y = 9200 \text{ чел.ч.}$
Рекомендуемый график работы	одна 8-ми часовая смена
Основные фонды времени работников ч.: - эффективный - номинальный	$\Phi_{\text{эф}} = 1820 \text{ ч.}$ $\Phi_{\text{н}} = 2070 \text{ ч.}$
Удельные площади участка, м ² : - на первого штатного работника - на любого другого работника кроме первого	$f_1 = 19 \text{ м}^2$ $f_2 = 12 \text{ м}^2$

Также в данном подразделе определим основные типовые характеристики участка, такие как назначение и специализация по видам услуг.

«Агрегатное отделение предназначено для проведения разборочно-сборочных, моечных, диагностических, регулировочных и контрольных операций по коробке передач, рулевому управлению, ведущему мосту и другим агрегатам и узлам, снятым с автомобиля для выполнения текущего ремонта» [22].

Рабочим персоналом участка должно в полной мере обеспечиваться выполнение комплекса операций по поддержанию или восстановлению работоспособности автомобильных узлов и агрегатов, а также некоторые вспомогательные операции. Рассмотрев типовые участки аналогичного назначения, технологические инструкции по ТО и Р автомобилей, а также иную специальную литературу, утверждаем следующий перечень работ:

- «мойка агрегатов в сборе;
- мойка отдельных узлов и деталей;
- разборочно-сборочные работы по узлам и агрегатам автомобилей;
- дефектовка и выбраковка деталей;
- ремонт деталей и узлов;
- проверочно-контрольные работы» [22].

1.2 Основные расчеты по участку

Поскольку рабочих постов выбранном участке нет, расчетная часть будет содержать расчеты персонала и предварительный расчет площади.

«Определим штатное количество рабочих по формуле:

$$P_{шт} = \frac{T_i}{\Phi_{эф_i}}, \quad (1)$$

где T_i – трудоемкость работ в производственном подразделении, чел.-ч.;

$\Phi_{эф_i}$ – эффективный годовой фонд времени одного производственного рабочего при односменной работе, ч.» [13].

«Явочное количество рабочих вычислим по формуле:

$$P_{я} = \frac{T_i}{\Phi_H}, \quad (2)$$

где T_i – трудоемкость работ в производственном подразделении, чел.-ч.;

$\Phi_{\text{ЭФИ}}$ – номинальный годовой фонд времени одного производственного рабочего при односменной работе, ч.» [13].

$$P_{шт} = \frac{9200}{1820} = 5,05 \approx 5 \text{ чел.}$$

$$P_{я} = \frac{9200}{2070} = 4,4 \approx 4 \text{ чел.}$$

«На работу принимаются сотрудники с профильным образованием по автомобильным направлениям подготовки. При рассмотрении кандидатур работников преимущество отдается имеющим опыт работы в сфере ремонта и обслуживания автотранспортных средств, а также прошедшим повышении квалификации за последние 2 года» [21].

Основная профессия работников и специализация сотрудников представлена в таблице 2. При подборе квалификации работников руководствуемся основными нормативными документами, а также сложностью выполняемых на участке работ.

Таблица 2 – Персонал участка

Профессия по квалификационному справочнику	Принятое на работу число специалистов	Основные должностные обязанности по квалификационному справочнику
1	2	3
Слесарь по ремонту автомобилей 4-го разряда	2	Выполнение уборочно-моечных и разборочно-сборочных и ремонтных работ
Слесарь по ремонту автомобилей 5-го разряда	2	Выполнение дефектовочных, контрольных и ремонтных работ повышенной сложности

Кроме персонала перечисленного в таблице 2, по временным трудовым договорам или на практику допускается привлекать к работе учащихся автомобильных ВУЗов и учреждений СПО. Работу практикантов обязательно должен контролировать опытный наставник.

Рекомендуется организовать работу подразделения в 1 смену в течение 5-ти дневной рабочей недели. Такой график работы является наиболее удобным для большинства АТП согласно проанализированной статистике. Устанавливается начало работы с 8 часов, конец смены - 17 часов вечера. Необходимо соблюдать все требования предписанные трудовым законодательством и предоставить работникам небольшие перерывы каждые 2 часа, а также 45-минутный обеденный перерыв. График работы утверждается руководством предприятия и вывешивается на участке для всеобщего ознакомления [7, 8].

«Площадь производственных цехов определяется по удельной площади, приходящейся на каждого рабочего в наиболее загруженную смену по формуле:

$$F_v = f_1 + f_2(P_{\text{я}} - 1), \quad (3)$$

где f_1 и f_2 – удельная площадь на первого и каждого последующего рабочего соответственно, м^2 ;

$P_{\text{я}}$ – технологически необходимое (явочное) число рабочих в наиболее загруженную смену, чел.» [1].

$$F_v = 19 + 12 \cdot (2 - 1) = 31 \text{ м}^2$$

На указанной площади необходимо разместить оборудования участка.

1.3 Табель технологического оборудования. Размещение оборудования на участке

«Подбор технологического оборудования, организационной и технологической оснастки для объекта проектирования осуществляется с учетом рекомендаций типовых проектов рабочих мест на ПАТ, Руководства по диагностике и ремонту подвижного состава и Табеля гаражно-технологического оборудования.

Номенклатура и число отдельных видов оборудования для конкретного предприятия могут корректироваться с учетом специфики работы предприятия (принятых методов организации работ, числа постов, режима работ зон и участков и т.п.)» [18].

Планируя покупку оборудования необходимо тщательно проанализировать перечень технологических операций и услуг оказываемых на участке, в нашем случае он задан в подразделе 1.1.

Просматривая каталоги и сайты поставщиков оборудования, следует избегать недобросовестных производителей и отдавать предпочтение только проверенным фирмам с многолетней историей. Прежде всего, следует оценить:

- «опыт работы компании на рынке;
- стоимость и качество продукции;
- географическое расположение поставщика, удаленность от предприятия;
- налаженная и гибкая логистика;
- сроки поставки;
- широта ассортимента;
- условия оплаты, гарантии возврата и обмена некачественной продукции. Один из наиболее важных и обязательных критериев – поставщик должен предоставлять гарантийное и постгарантийное обслуживание» [24].

Скомплектованный табель оборудования располагается на первом чертеже проекта бакалавра вместе с планировкой участка.

Поскольку чертеж производственного корпуса в работе не выполняется, перед тем как приступить к проработке планировки участка необходимо еще раз уточнить его площадь на основе выбранного оборудования и стендов.

«Аналитическим способом площадь подразделения уточним по суммарной площади оборудования и коэффициенту плотности его расстановки:

$$F_{np} = K_{пл} \cdot \sum F_{обор} , \quad (4)$$

где $\sum F_{обор}$ – суммарная площадь занимаемая оборудованием в плане подразделения, м²;

$K_{пл}$ – коэффициент плотности расстановки оборудования» [18].

$$F_{np} = 4,0 \cdot (0,59 \times 0,58 + 0,4 \times 0,5 + 1,1 \times 0,78 + 1,18 \times 0,67 + 0,9 \times 0,67 + 0,7 \times 1,2 + 1,5 \times 0,8 + 1,2 \times 0,8 \times 2 + 0,71 \times 0,6 + 0,71 \times 0,5 + 1,2 \times 0,8 \times 2 + 0,6 \times 0,8 + 0,4 \times 0,51 + 6 + 0,85 \times 0,6) = 8,25 \times 4,0 \approx 33 \text{ м}^2$$

Прежде чем приступить к планировке участка просматриваем типовые планировочные решения, которые в большом количестве имеются в учебной и методической литературе по дисциплине «Проектирование предприятий автомобильного транспорта». Выбираем прямоугольную форму помещения как наиболее распространенную. Во внешних стенах запроектируем оконные проемы, чтобы обеспечить максимально возможный уровень естественного освещения рабочих поверхностей. Основное оборудование расставляем вдоль стен помещения либо вплотную к стене (верстаки, шкафы и т.д.), либо на расстоянии, обеспечивающем удобный доступ для обслуживания и

ремонта. Порядок расстановки оборудования соответствует последовательностям технологических процессов на участке.

На чертеже показываем привязки оборудования к основным строительным элементам, основные строительные и габаритные размеры, рабочие места, места подвода ресурсов. Привязки указываем только для стационарного оборудования, которое в процессе ремонта передвигать не требуется, если оборудование периодически необходимо перемещать – привязки не указываются.

Все выполненные работы по комплектованию участка оборудованием и схема расположения его в помещении участка представлены на рисунке 1, который также выносится в виде чертежа на защиту ВКР.

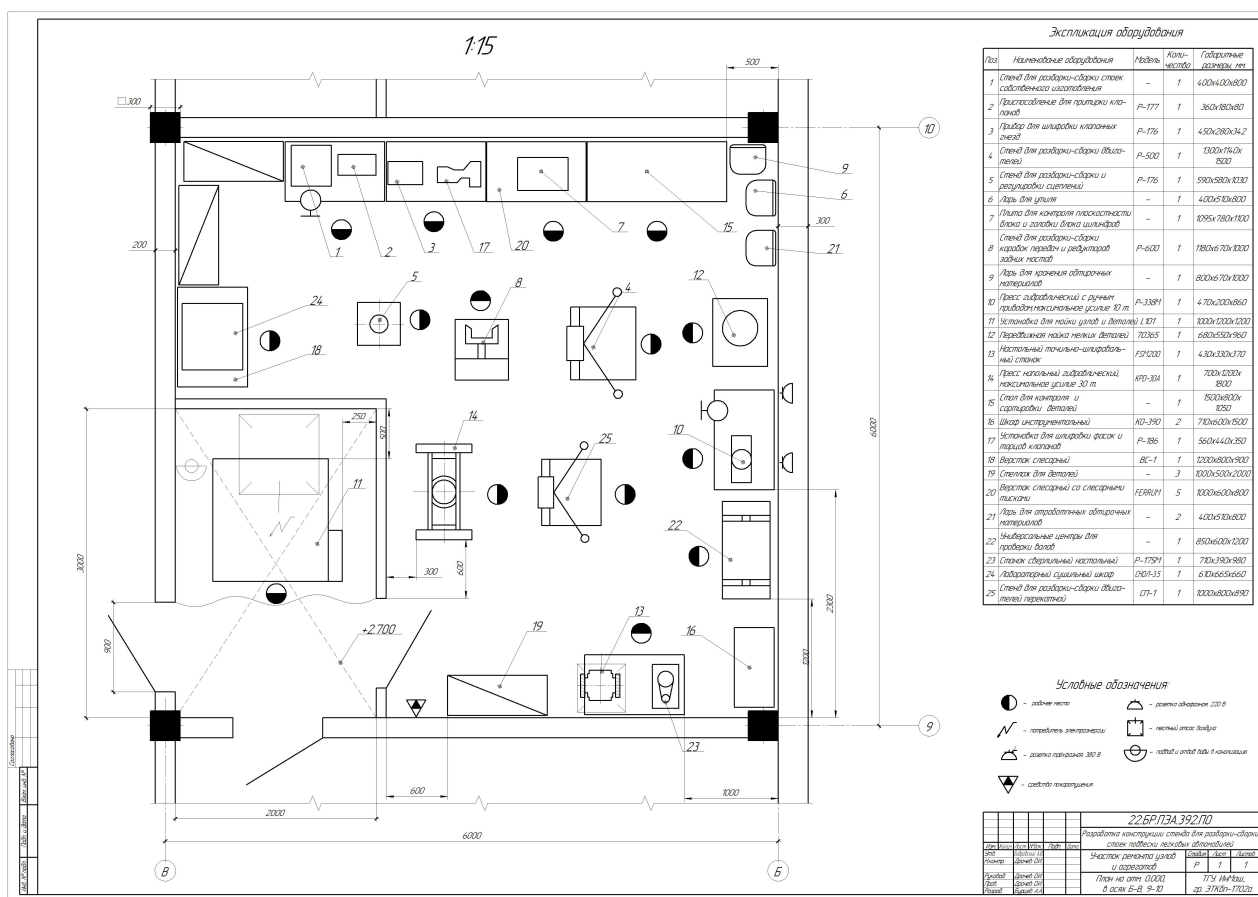


Рисунок 1 – Расстановка оборудования по участку

С проектной и экономической точки зрения наиболее значимым параметром для подсчета затрат на проект является минимально необходимая площадь помещения, которую необходимо закупить или арендовать для выполнения всех работ. Выполненные компоновочный чертеж позволяет нам с максимальной точностью определить данный параметр, поскольку габаритные размеры помещения замеряются автоматически. Минимально необходимая площадь $F_{АГР} = 36 \text{ м}^2$, именно такого размера помещение нам понадобится.

Выводы по разделу:

Итогом выполнения раздела является рабочий проект участка ремонта агрегатов и деталей. Используя заданные параметры участка, выполнены расчеты персонала участка и необходимой производственной площади. Даны рекомендации по организации работ подразделения, а также квалификации нанимаемых работников. Особое внимание уделено комплектованию табеля технологического оборудования. По разделу также выполнен 1 лист графической части «Планировка производственного участка».

2 Проектирование перспективного оборудования для проведения ТО и Р автомобилей

2.1 Анализ доступных в продаже аналогов и выбор наиболее перспективного прототипа

2.1.1 Оценка современного конструкторского и технологического уровня станков для разборки автомобильных стоек

«Механизация технологических процессов ТО и ТР на ПАТ является одним из основных путей снижения затрат на поддержание работоспособности автомобилей и обеспечения высокого качества работ. При этом уменьшается численность ремонтных рабочих за счет снижения трудоемкости работ и улучшаются условия их труда.

Снижение трудоемкости работ по ТО и ТР достигается за счет сокращения времени выполнения соответствующих технологических операций в результате внедрения средств механизации» [25].

До недавнего времени большинство предприятий автомобильного транспорта предпочитали покупать оборудование у проверенных фирм-поставщиков. Рынок оборудования был перенасыщен предложениями и приобрести нужное оборудование удовлетворяющее потребителя как по цене, так и по своим техническим характеристикам не составляло труда. Проектирование и модернизации оборудования отошли на второй план и являлись прерогативой специализированных конструкторских мастерских и бюро.

Однако после начала спецоперации на востоке Украины в конце февраля 2022 года ситуация сильно изменилась. Объем предложений на рынке автосервисного оборудования сильно уменьшился из-за введения торговых ограничений и санкции частью стран мирового сообщества, значительно возросли цены. Также большинство ПАТ столкнулись с финансовыми ограничениями, вызванными возросшими эксплуатационными

расходами и увеличивающейся стоимостью запасных частей и эксплуатационных материалов. Теперь выделить значительные средства на закупку оборудования от иностранных поставщиков для них является неподъемной задачей. В этих условиях многие ПАТ возвращаются к ранее использовавшейся практике самостоятельного проектирования и изготовления несложного оборудования на своей производственной базе [2, 12, 13].

Прежде чем приступать к проектированию, работниками инженерных служб автосервиса необходимо оценить современный конструкторский и технологический уровень оборудования, а также рассмотреть имеющиеся в продаже аналоги.

«Устройство для стяжки пружин предназначено для квалифицированной и безопасной работы, связанной с демонтажем и установкой стоек подвески легковых автомобилей типа McPherson» [9].

Для сжатия пружины необходимо приложить усилие на крайние витки пружины, которое можно создать тремя способами. Поэтому существующие стенды делятся на 3 категории.

Механический – такие устройства осуществляют сжатие пружины с помощью винтового механизма или при движении каретки, оснащенной шестереночным редуктором, по зубчатой планке. Устройство такой конструкции не требует особых затрат при обслуживании и имеет относительно невысокую цену. В качестве недостатка таких устройств можно отметить необходимость приложения небольших физических усилий.

Гидравлический – такие устройства осуществляют сжатие под действием гидроцилиндра. Насос приводится в действие либо ручным рычагом, либо ножной педалью, либо электроприводом. Такое приспособление позволяет сжимать пружины без приложения физических усилий, что позволяет выполнять работу даже с большими пружинами с большими сопротивлениями. Отрицательным моментам таких устройств

является необходимость проведения своевременно обслуживания и достаточно высокая стоимость.

Пневмогидравлический – особенностью таких устройств является то, что для их работы требуется компрессор. Такие устройства подходят для крупных предприятия и позволяют проводить работ без приложения физических усилий, но обладают высокой стоимостью.

На рисунке 2 изображен наиболее распространенный тип стенов – с механическим приводом сжатия пружины.



Рисунок 2 – Стяжка пружин с механическим приводом

2.1.2 Выбор наиболее значимых технологических параметров стендов для комплексного анализа

Все известные методики выбора оборудования для предприятий основываются на сравнительном анализе выбранных технологических параметров стендов. Для достижения высокой степени достоверности аналитических исследований необходимо выбрать не менее 5-6 наиболее значимых характеристик. Значимость каждой характеристики определяется для каждого типа оборудования в отдельности и в каждой конкретной ситуации может быть разной.

Для современной усложненной экономической ситуации в стране одной из основных характеристик считаем закупочную цену оборудования, учет затрат на доставку проводим по возможности только в том случае если они составляют более 10% от закупочной цены.

Необходимость экономии места в цехах предприятия обуславливает минимальные требования к габаритам стенда, в общем случае для анализа достаточно оценить только площадь занимаемую оборудованием.

Также отбираем следующие основные показатели стендов:

- максимальный диаметр сжимаемой пружины,
- создаваемое усилие сжатия пружины,
- ход каретки или величина сжатия пружины,
- вес устройства,
- габариты пружин, с которыми будет работать стенд.

2.1.3 Подбор моделей оборудования для проведения анализа на основе информации из доступных источников

«На современном уровне технологического и экономического развития на рынке производственного оборудования для предприятий автомобильного транспорта имеется множество предложений автосервисного оборудования, различающихся по ценовым категориям, эксплуатационным и технологическим требованиям, а также уровнем характеристик качества и надежности» [3].

Применяемая на кафедре «Проектирование и эксплуатация автомобилей» методика требует не менее 4-5 моделей оборудования для сравнительной оценки наиболее значимых показателей. Для поиска оборудования использовались доступные материалы сети «Интернет», сайты компаний специализирующихся на поставках автосервисного оборудования, электронные версии учебников из ЭБС ТГУ, каталоги оборудования и т.д.

У выбранного для анализа оборудования должны обязательно присутствовать численные значения выбранных для анализа значимых параметров, в идеальном варианте - необходимо скачать паспорт и руководство по эксплуатации и ремонту, где имеется вся необходимая информация.

Подберем несколько подходящих для наших целей моделей оборудования, фотографии разместим на рисунках 3, 4, 5, 6. На рисунках оборудование представлено без масштаба, только для того чтобы получить представление об его внешнем виде и конструктивных особенностях.



Рисунок 3 – Фотография оборудования стяжка пружин KraftWell KRWSCS



Рисунок 4 – Фотография оборудования стяжка для пружин профессиональная EQFS ES0301C



Рисунок 5 – Фотография оборудования стационарная стяжка пружин NORDBERG SC-1



Рисунок 6 – Фотография оборудования механическая стяжка пружин AE&T T01403

Паспортные значения наиболее значимых характеристик по моделям оборудования внесем в таблицу 3, таким образом, подготовив материал для дальнейшего анализа.

Таблица 3 – Паспортные значения наиболее значимых характеристик по моделям оборудования

Выбранные характеристики, единицы измерения	Модельный ряд оборудования			
	KraftWell	EQFS	Nordberg	AE&T
1 Хот штока, мм	360	220	250	360
2 Усилие, кН	1000	1000	950	990
3 Вес, кг	40	24,5	35	31
4 Высота сжимаемой пружины, мм	570	570	450	570
5 Площадь, м ²	0,059	0,133	0,180	0,126
6 Максимальный диаметр сжимаемой пружины, мм	400	165	200	400
7 Стоимость, руб.	22370	15910	23100	21978

2.1.4 Выбор наиболее перспективного прототипа

«Существуют два наиболее часто используемых метода выбора оборудования: графический метод, основанный на замерах площади циклограмм каждого оборудования и экспертный метод, дополнительно учитывающий значимость каждого показателя. Идеальным считается вариант, когда 1 модель оборудования лидирует по результатам анализа каждым из вышеперечисленных методов. В противном случае возможен дополнительный анализ по ранее не учитываемым показателям (расходы на монтаж, расходы на доставку, стоимость периодического обслуживания и т.д.)» [17].

«Достоверная оценка качества технологического оборудования может быть произведена только при учете всех групп показателей качества, что требует определенной формализации процесса оценки. Если единичные показатели качества P_i могут быть выражены количественно, то их уровень может быть соотнесен со значением показателя, принятого за базу P_{i_0} (обычно это показатель хорошо зарекомендовавшего себя оборудования, в полной мере соответствующего современным требованиям).

Когда увеличение абсолютного значения единичного показателя качества приводит к улучшению качества, уровень показателя выражают отношением:

$$Y_i = P_i / P_{i_0} \quad (5)$$

В противном случае, когда увеличение приводит к ухудшению качества оборудования, уровень качества выражают отношением:

$$Y_i = P_{i_0} / P_i \quad (6)$$

Таким образом, улучшение качества всегда приводит к росту уровня качества по рассматриваемому показателю» [17].

Для построения циклограммы воспользуемся автоматизированным графическим редактором, что позволит в значительной степени облегчить процесс подсчета площади, в ФГБОУ ВО ТГУ имеется действующая лицензия на графическую среду «КОМПАС», обновляемую ежегодно. Из общей точки отсчета через равные угловые интервалы отложим число лучей соответствующее количеству наиболее значимых параметров. Предварительно рассчитаем относительные значения параметров, которые необходимо отложить на лучах циклограммы. Расчеты будем проводить относительно показателей оборудования EQFS, используя выражения (5) и (6).

Откладываем отрезки на лучах в одинаковом масштабе, получая вершины циклограммы. Получившиеся точки необходимо соединить ломаной замкнутой линией. Для наглядности многоугольники соответствующие разным моделям оборудования строим с применением разного типа и цветовой гаммы линий.

Графический анализ наиболее значимых показателей оборудования представлен на рисунке 7. Номера лучей соответствуют номерам показателей по часовой стрелке. Для базового оборудования циклограмму допускается не строить, однако площадь ее определяется аналогично и в процессе сравнительного анализа оно участвует на общих условиях.

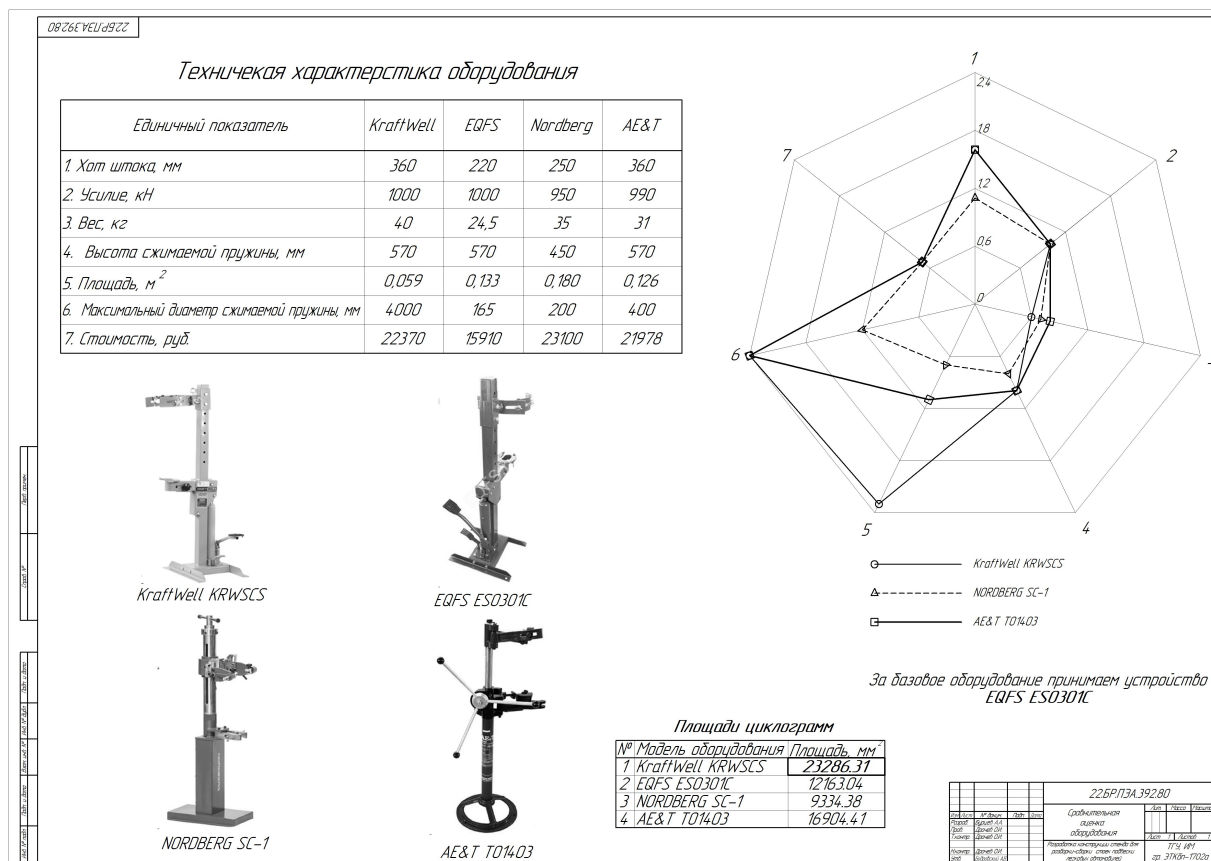


Рисунок 7 – Графический анализ наиболее значимых показателей оборудования методом циклограмм

Результаты подсчета фактической площади полученных фигур с применением инструмента программы «Измерение площади с ручным вводом границ многоугольника» занесем во второй столбец таблицы 4. В качестве условных единиц измерения используем мм².

Таблица 4 – Итоги графического метода анализа аналогов

Модели стенов-аналогов	Площадь, мм ²
Стяжка пружин KraftWell KRWSCS	23286
Стяжка пружин EQFS ES0301C	12163
Стяжка пружин NORDBERG SC-1	9334
Стяжка пружин AE&T T01403	16904

По результатам измерений максимальная полученная площадь - 23286 мм². Следовательно, можно сделать логичный вывод о наличии

существенных преимуществ у оборудования KraftWell KRWSCS среди всей модельной линейки.

Повысим достоверность анализа, проведя его еще и экспертным методом.

«Роль эксперта на себя возлагает сам исполнитель проекта, при необходимости консультируясь с руководителем выпускной квалификационной работы или внешними экспертами. При выборе оборудования данным методом экспертом на основе собственного опыта определяется весомость каждого параметра (степень значимости) в паспорте оборудования C_i с учетом конкретных требований производственного процесса ТО и Р автомобилей, габаритов помещения, особенностей конструкции производственного здания и т.д.» [17].

«Уровень показателя качества по каждому параметру с учетом его весомости определяется выражением:

$$P_i = \frac{C_i \cdot Y_i}{100}, \quad (7)$$

Лучшим признается то оборудование, которое наберет наибольшую сумму оценок. $P_{\Sigma i} = \sum_{i=1}^n \frac{C_i \cdot Y_i}{100}$ » [17].

Утвержденная форма протокола для типового анализа оборудования с привлечением квалифицированных экспертов размещена в таблице 5.

Таблица 5 – Заполненная форма протокола экспертного анализа оборудования по комплексу показателей

Выбранные характеристики, единицы измерения	C, %	P ₁₀ (EQFS)	Оценочные значения показателей по оборудованию модельного ряда								
			KraftWell KRWSCS			NORDBERG SC-1			AE&T T01403		
			P _i	Y _i	Π _i	P _i	Y _i	Π _i	P _i	Y _i	Π _i
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1 Хот штока, мм	20	220	360	1,6	0,32	250	1,1	0,22	360	1,6	0,32
2 Усилие, кг	15	1000	1000	1,0	0,15	950	1,0	0,15	990	1,0	0,15

Продолжение таблицы 5

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
3 Вес, кг	5	24,5	40	0,6	0,03	35	0,7	0,035	31	0,8	0,04
4 Высота сжимаемой пружины, мм	10	570	570	1,0	0,1	450	0,8	0,08	570	1,0	0,1
5 Площадь, м ²	5	0,133	0,059	2,3	0,115	0,180	0,7	0,035	0,126	1,1	0,055
6 Максимальный диаметр сжимаемой пружины, мм	5	165	400	2,4	0,12	200	1,2	0,06	400	2,4	0,12
7 Стоимость, руб.	40	15910	22370	0,7	0,28	23100	0,7	0,28	21978	0,7	0,28
Результирующий показатель:	100	1,0	-	-	1,115	-	-	0,86	-	-	1,065

Далее сравним итоговые суммарные показатели оценок $P_{\Sigma i}$ приведенные в последней строке таблицы 13. Максимальное число - 1,115. Следовательно, можно сделать логичный вывод о том, что эксперты выявили наличия существенных преимуществ у оборудования KraftWell KRWSCS среди всей модельной линейки.

2.2 Оформление технического задания от лица заказчика работ

Требуется спроектировать механизированный стенд для сжатия пружин подвески типа Мак Ферсон. Стенд используется в технологическом процессе разборки-сборки автомобильных стоек и снятия амортизаторов. Преимущественная область назначения – автомобили торговой марки LADA, при планировании конструкции рекомендуется проработать момент быстрой переналадки стенда для работы с элементами подвески других автопроизводителей.

Стенд будет изготовлен для собственных нужд в единственном экземпляре, поэтому дополнительные патентные исследования не требуются.

Стенд предназначен для применения в закрытых помещениях с температурой окружающего воздуха в диапазоне 15 - 40°C и влажностью воздуха не более 80%. Для обеспечения эффективности работы стенд должен быть установлен на верстак или другую удобную ровную поверхность. При

этом для обеспечения работы наличие источников электроэнергии рядом не требуется. Стенд должен быть установлен на уровне удобном для выполнения работ: высота рабочей поверхности столешницы - не менее 800 мм от уровня пола.

«Конструкция стенда разрабатывается по заданию кафедры «ПиЭА» ФГБОУ ВО «Тольяттинский государственный университет». Разработка конструкции стенда для разборки телескопической стойки автомобиля проводится на основании технического описания существующих аналогов»[17]. Разработка ведется с опорой на типовые конструкторские решения применяемые в стендах-аналогах из подраздела 2.1

«Наименования и условного обозначения тема разработки не имеет. В процессе эксплуатации предусмотреть возможность ежемесячного обслуживания и проверки оборудования. Разрабатываемое оборудование является перспективным для разработки. Научно-исследовательская работа не проводилась. Экспериментальные образцы и макеты не разрабатывались»[17].

«Стенд для разборки-сборки передних стоек изготовить в 1 экземпляре. Стенд выполнить из отдельных агрегатов. Максимально использовать в конструкции стенда нормализованные и унифицированные узлы для облегчения его производства в условиях АТП или СТО. Обеспечить возможность работы оборудования до ремонта. Раму изготовить из стандартного швеллера или прямоугольной трубы сваркой. По возможности обеспечить оптимально удобную высоту рамы. Предусмотреть возможность применения уголков и швеллеров из стали одинакового сечения» [2].

Стенд для ремонта амортизаторных стоек автомобиля должен отвечать следующим общим конструкторским требованиям: надежность и экономичность, высокий уровень безотказности при эксплуатации, хорошая ремонтпригодность, производственная технологичность, хорошая сохраняемость, пожаробезопасность, травмобезопасность.

Обеспечить надёжное закрепление пружины амортизационной стойки в захватах стенда.

На стенде в обязательном порядке применить механизированный привод сжатия пружины стойки. Оптимальный тип привода определить в ходе оформления технического предложения.

«Предусмотреть наличие защитных устройств и кожухов, отделяющих сжатую пружину от оператора стенда. Детали вращения должны быть защищены от попадания пыли и грязи» [17]. Обеспечить надёжную фиксацию пружины стойки в конечных и промежуточных положениях

Конструкция стенда должна обеспечивать следующие паспортные характеристики:

- вес стенда – не более 50 кг;
- максимальный диаметр сжимаемой пружины – не более 250 мм;
- обеспечиваемое усилие сжатия пружины – не менее 500 кг;
- привод – механизированный.

«Внешние очертания стенда должны отвечать требованиям технической эстетики и передавать функциональный характер изделия. Пропорции контуров установки должны обеспечивать композиционное равновесие. Каркас стенда выполняется из пространственно сваренных труб, таким образом, чтобы они образовывала рамную конструкцию, что, во-первых, повышает прочность конструкции, а во-вторых, визуально создает ощущение надёжности и устойчивости всей рамы в целом. Переломы элементов формы должны быть логичными и согласовываться между собой, острые углы рекомендуется скруглить. Мелкие детали оборудования не должны быть хаотично расположены и при необходимости должны быть закрыты декоративными панелями» [17].

«Стенд должен гармонично вписываться в композицию интерьера помещения, для чего рекомендуется его окрасить в черный цвет. Не допускаются выступающие за габариты стенда узлы и детали, если того не

требует их функциональное назначение. Обеспечить доступность, подход к агрегатам и узлам при разборке-сборке и техническом обслуживании» [17].

«Стенд должен отвечать эргономическим требованиям: рабочее место должно находиться на уровне груди с удобным размещением стопорных и крепежных элементов и не вызывать повышенной усталости в работе оператора. Органы управления не должны располагаться таким образом, что при работе оператор мог бы попасть в зону движения частей стенда» [6].

«Для безотказной и эффективной работы стенда предусмотреть плановое ТО не реже 1 раза в 6 месяцев. Допускается обеспечение ремонтом в неустановленные сроки в норме 1/10 от трудоёмкости полного ремонта. Обеспечить общую долговечность стенда не менее 10 лет. Составные части конструкции должны легко подвергаться сборке-разборке при замене деталей или транспортировке. Транспортировка стенда осуществляется в разобранном виде, все узлы и агрегаты снятые с рамы должны быть упакованы в деревянный ящик, который маркируются соответственным образом. Хранить стенд в собранном или разобранном виде в сухом помещении» [12].

Объем средств выделенных на производство стенда составляет – 10000 рублей. Рекомендованный срок окупаемости – менее 1 года.

«При выполнении задания предусмотреть разработку технического предложения с эскизным проектом. Обязательна проработка 2-х или более вариантов компоновки.

На экспертизу предоставить в письменном варианте ТЗ, ТП, ЭП и расчёты. Место проведения экспертизы кафедра «ПиЭА» ТГУ.

На согласование предоставляется техническое предложение с эскизным проектом. Согласование с другими организациями не требуется. Изготовление опытных образцов не предусматривается» [2].

2.3 Оформление технического предложения от лица поставщиков оборудования

Получено задание на проектирование устройства для разборки-сборки амортизационных стоек типа «Мак Ферсон».

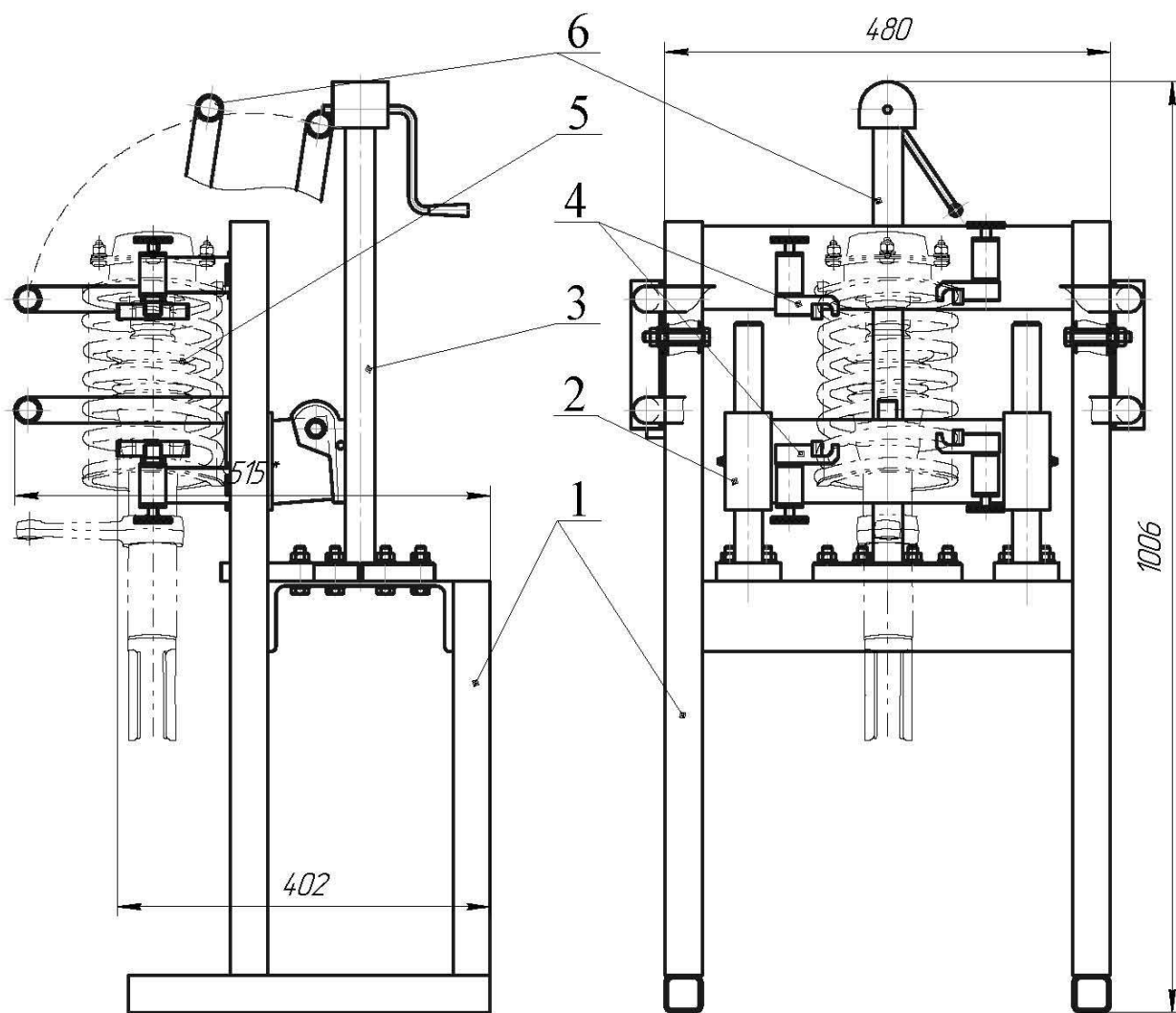
На сегодняшний день для разборки/сборки амортизационных стоек применяются стенды различных конструкций. Поэтому для выбора более рациональной конструкции собственного стенда проведем анализ представленных на рынке технологического оборудования стендов. При анализе будем исходить из того, что конструкция должна отвечать наиболее полно заявленным требованиям. Проведение такой работы обеспечивает выбор рационального компоновочного решения, что позволяет выполнить разработку перспективного варианта. Применение такого стенда обеспечивает эффективное и безопасное проведение работ.

На сегодняшний день среди множества видов конструкций оборудования применяемого для разборки стоек амортизаторов наибольшее распространение получили стенды с механическим и гидравлическим приводом. Также встречаются устройства с компрессором, электроприводом, и другими приспособлениями для облегчения работы. В большинстве случаев такие стенды имеют достаточно дорогие комплектующие, поэтому разработку такой конструкции нецелесообразно.

С учетом имеющихся конструкций стендов рассмотрим компоновку с 2-мя направляющими, которая практически не встречается среди стендов аналогов. Увеличивающиеся габаритные размеры стенда считаем несущественными, поскольку важна лишь повышенная устойчивость и прочность конструкции.

Компоновка стенда представлена на рисунке 8. Он состоит из сварной рамы 1, выполненной из стальных труб квадратного сечения, на которой установлены следующие узлы. В средней части рамы – система зажима 2 пружины 5 передней подвески, в задней части рамы – механический ручной

привод 3 системы 2, и в передней части рамы – шарнирно-рычажные захваты 4 и в верхней части рамы – защитный кожух 6. Кожух имеет возможность откидываться в заднюю сторону установки, в крайних положения фиксируется своим весом.



1 – рама, 2 – система зажима пружины, 3 – привод (домкрат), 4 – шарнирно-рычажные захваты, 5 – пружина стойки, 6 – защитный кожух.

Рисунок 8 – Схема стенда для разборки передней стойки LADA:

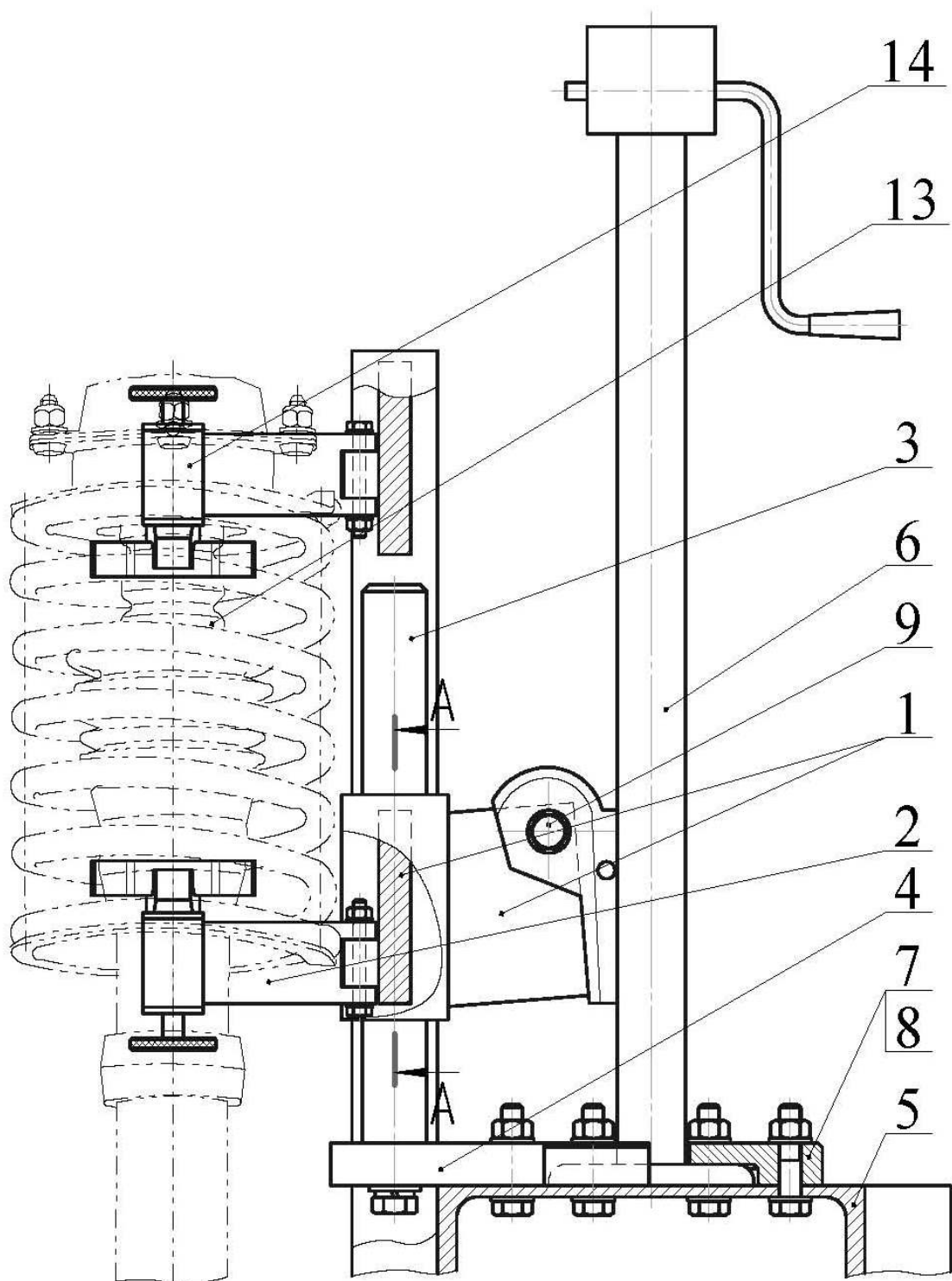
Работа стенда:

- Вращением рукояти привода 3 (домкрата), поднять каретку системы зажима 2 до линии начала сжатия пружины 5 стойки;

- Поднять защиту 6 вверх от себя до упора;
 - Вставить стойку в стенд, помещая нижний виток пружины 5 в шарнирно-рычажные захваты 4;
 - Регулировать рычаг верхнего левого шарнирно-рычажного захвата 4 согласно диаметру пружины, действуя на регулировочный винт, выстроить в линию нижний и верхний захваты;
 - Вращением рукояти привода 3 (домкрата), поднять каретку системы зажима 2 до соединения верхнего левого шарнирно-рычажного захвата 4 с верхним витком пружины 5;
 - Аналогичным методом по пп.4 и 5 зажать пружину в правый верхний шарнирно-рычажный захват 4;
 - Снять удерживающую пластину пружины (см. замечание ниже) удостоверившись предварительно в надежности зажатия пружины 5 на стенде;
 - Опустить защиту 6;
 - Вращением рукояти привода 3 (домкрата), поднять каретку системы зажима 2 по мере необходимости, чтобы освободить узел крепления амортизатора;
 - Разобрать зажим амортизатора. Вынуть амортизатор;
 - Вставить новый амортизатор в сжатую пружину, Установить по необходимости удерживающую пластину пружины (см. замечание ниже);
 - Собрать зажим на новом амортизаторе;
 - Вращением рукояти привода 3 (домкрата), опустить каретку системы зажима 2, уменьшая давление на пружину 5 и проверяя, что зажим амортизатора и удерживающая пластина придерживает пружину 5 в правильном положении;
 - После выполнения ремонтных работ поднять защиту и удалить собранную стойку в порядке, обратном вышеперечисленным пунктам.
- Замечание: в некоторых случаях, чтобы сделать разборку амортизатора

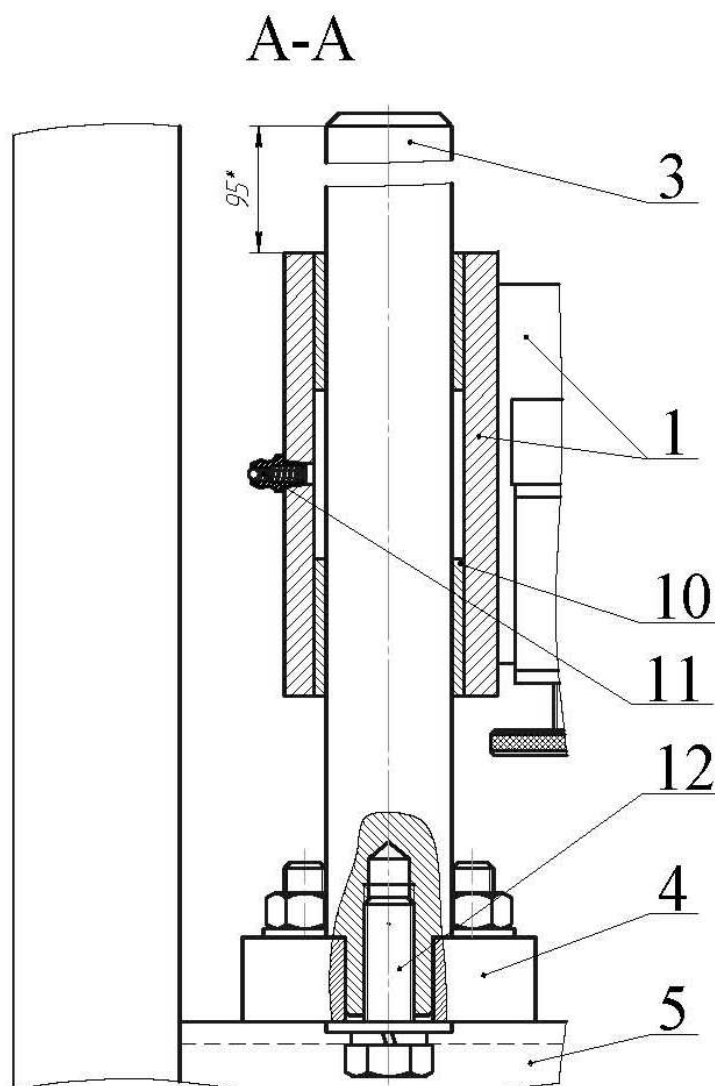
легче, предварительно сжимают пружину на автомобиле, при этом требуется установка удерживающей пластины на пружину (на некоторых марках автомобилей пластина устанавливается еще перед снятием стойки амортизатора с автомобиля).

Система перемещения пружины показана на рисунках 9 и 10. Она состоит из поднимающейся каретки 1, выполненной из сварных деталей, на которой установлены нижние шарнирно-рычажные захваты 2, сжимающие пружину 13. Верхние шарнирно-рычажные захваты 14 аналогичной конструкции закреплены без возможности вертикального перемещения на раме стенда 5. Каретка перемещается на направляющих 3, установленных по плотной посадке в отверстиях консолей 4 рамы 5 стенда. Направляющие 3 закреплены болтовым крепежом 12 (рисунок 10).



1 – поднимающаяся каретка, 2 – верхние шарнирно-рычажные захваты, 3 – направляющие, 4 – консоль рамы, 5 – рама стенда, 6 – привод системы (домкрат), 7 – разрезная шайба, 8 – болтовой крепеж, 9 – болтовой крепеж, 10 – противоскользкие кольца, 11 – масленка, 12 – болтовой крепеж, 13 – пружина стойки, 14 – нижние шарнирно-рычажные захваты.

Рисунок 9 – Система перемещения пружины



1 – поднимающаяся каретка, 2 – верхние шарнирно-рычажные захваты, 3 – направляющие, 4 – консоль рамы, 5 – рама стенда, 6 – привод системы (домкрат), 7 – разрезная шайба, 8 – болтовой крепеж, 9 – болтовой крепеж, 10 – противоскользкие кольца, 11 – масленка, 12 – болтовой крепеж, 13 – пружина стойки, 14 – нижние шарнирно-рычажные захваты.

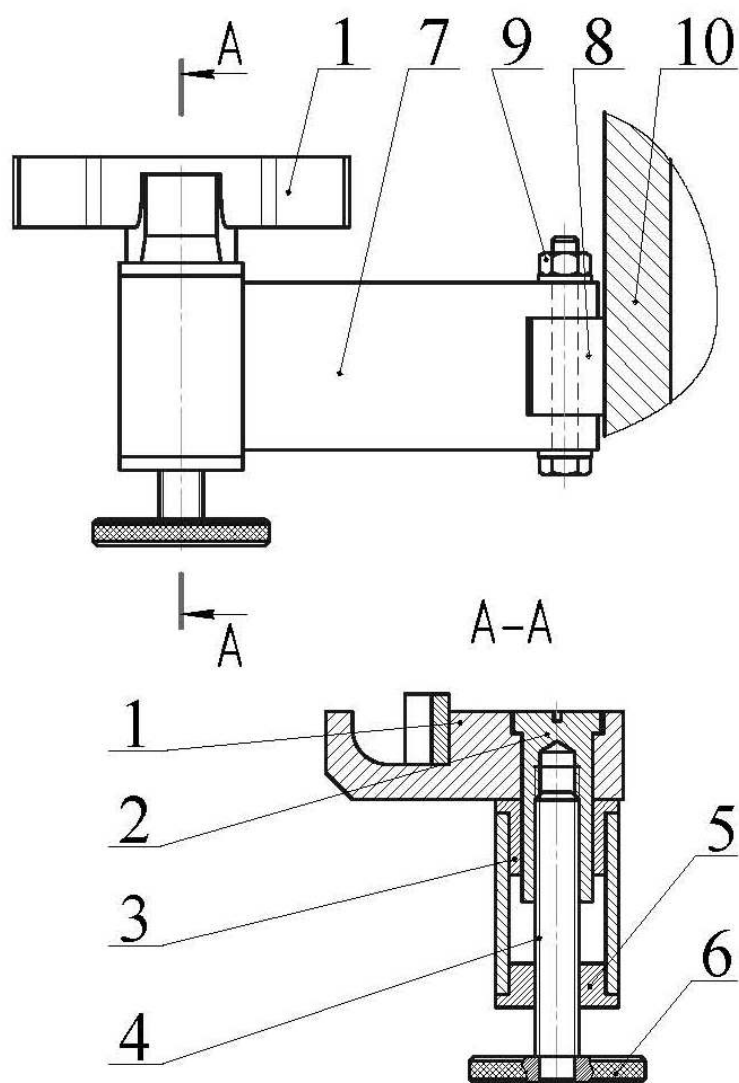
Рисунок 10 – Направляющая стенда:

Для исключения заеданий и повышения долговечности конструкции, между направляющими и кареткой 1 установлены противоскользкие кольца 10 и предусмотрена их смазка через масленку 11, установленной в каретке. В правой части стенда (рисунок 9) установлен привод системы - домкрат 6, зажатый в своей нижней части на раме стенда через разрезную шайбу 7 и

болтовой крепеж 8. Каретка домкрата 6 соединена с кареткой 1 стенда через болтовой крепеж 9.

При вращении рукояти домкрата 6 его каретка перемещается вниз или вверх, через болтовой крепеж 9 передает усилие на каретку 1. Каретка поднимается скользя кольцами 10 по направляющим 3, передавая усилие через шарнирно-рычажные захваты 2, сжимающие пружину 13 разбираемой стойки.

Узел шарнирно-рычажного захвата представлен на рисунке 11.



1 – сварной крюк, 2 – поворотная втулка, 3 – втулка корпуса, 4 – винт, 5 корпус, 6 – шайба, 7 – консоль корпуса, 8 – втулка каркаса, 9 – болтовой крепеж, 10 – каркас стенда.

Рисунок 11 – Узел шарнирно-рычажного захвата:

Состоит из сварного крюка 1, поворотного закрепленного на втулке 2, которая с вою очередь поворотной установлена во втулке 3 корпуса захвата. Втулка 3 удерживается от вертикального перемещения винтом 4, установленном в нижней части 5 корпуса захвата и приводится в движение вручную через шайбу 6. Корпус захвата сварной, имеет консоль 7, которая поворотной закреплена во втулке 8 каркаса 10 стенда через болт 9.

Работа системы.

При зажиме пружины стойки, захват имеет возможность проворачиваться консолью 7 относительно рамы 8 стенда, обеспечивая зажим пружин разных диаметров. Крючок 1 возможно легко заменить под крючок зажима большего диаметра, вывинчивая отверткой втулку 2, одновременно удерживая винт 4. При подводе к пружине, крючок дополнительно проворачивается вокруг оси втулки 2, обеспечивая более плотное прилегание крючка к пружине. Для выбора зазоров после проворота, поворачивают винт 4. Крючок удерживается от последующих проворотов усилием зажима винта 4 в свободном состоянии и силой сжатия пружины в положении, когда в стенд установлена стойка.

2.4 Расчеты и подбор комплектующих

Подбор модели домкрата осуществляется исходя из требуемого усилия сжатия пружины. Рассмотрев характеристики пружин применяемых в подвеске автомобилей LADA, принимаем максимальное усилие сжатия пружины – 500 кг (автомобиль LADA NIVA).

Из практики ремонтных работ известно, что для разборки стойки типа «Мак Ферсон» нет необходимости сжимать пружину полностью: вполне достаточно сжатия на 30-50%. Таким образом, принимаем по максимальному значению, что домкрат должен обеспечивать усилие подъема – минимум 250 кг.

С учетом конструкции стенда и наличия трения в опорах скольжения определим минимально необходимое давление, обеспечиваемое домкратом по формуле.

$$F = \frac{F_{\max}}{n}, \quad (8)$$

где F_{\max} – усилие сжатия пружины, кг;

n – коэффициент трения в подшипнике трения, принимаем $n = 0,9$.

$$F = \frac{250}{0,9} = 277,8 \text{ кгс}$$

Выбирая конкретный домкрат в первую очередь руководствуемся его габаритами и удобством компоновки на стенде. Выбираем домкрат Ромбический домкрат Gigant 1,5T SJ-1,5 [9]. (Рисунок 12)



Рисунок 12 – Домкрат для переднеприводных автомобилей Gigant 1,5T

Выводы по разделу:

В разделе оформлена техническая конструкторская документация на разработку стенда для разборки-сборки стоек легковых автомобилей LADA. На подготовительном этапе проведена оценка современного конструкторского и технологического уровня оборудования, а также рассмотрены имеющиеся в продаже аналоги. Проведенный экспертно-графический анализ выявил наличие существенных преимуществ у оборудования KraftWell KRWSCS среди всей модельной линейки стендов. При разработке своей конструкции воспользуемся лучшими существующими конструкторскими решениями почерпнутыми из стендов-аналогов.

От лица заказчика работ оформлено техническое задание на стенд. В техническом задании перечислены планируемые условия эксплуатации оборудования, заданы минимальные технические характеристики, дана характеристика условиям и технологии работы. Конкретные предложения по компоновке стенда и конструкции отдельных узлов оборудования рассмотрены в рамках технического предложения, которое оформлено от лица поставщика или конструктора оборудования. В ходе проектирования стенда выполнен выбор необходимых покупных изделий, агрегатов и деталей с заданными характеристиками, проведены требуемые расчеты.

3 Технология проведения работ на спроектированном оборудовании

3.1 Состояние вопроса

«Подвеска автомобиля – узел, отвечающий за демпфирование неровностей дорожного покрытия при движении, от ее состояния в первую очередь зависит комфортабельность езды, что для городского транспорта имеет первостепенное значение. Также подвеска, поглощая неровности, способствует меньшим динамическим перегрузкам все узлов и агрегатов подвески в целом, снижает риск повреждения балки моста, возникновения усталостных трещин и т.д.» [15].

Элементы стойки передней подвески автомобиля LADA VESTA изображены на рисунке 13.



1 – стойка передней подвески с пружиной и верхней опорой в сборе, 2 – приспособление для разборки стоек передней подвески, 3 – верхняя опора, 4 – подшипник, 5 – прокладка, 6 – буфер хода сжатия с защитным кожухом в сборе, 7 – пружина передней подвески, 8 – стойка передней подвески; 9 – упор пружины передней подвески

Рисунок 13 – Схема станда для разборки передней стойки LADA:

Наибольшее часто встречающейся неисправностью подвески автомобиля является стук, который возникает при движении по дорогам с небольшими кочками. Причин появления такого стука достаточно большое количество, среди которых основными являются следующие:

- изношенные наконечники рулевых тяг;
- неисправные амортизаторы;
- шаровые опоры, имеющие выработку;
- поврежденные резинометаллические шарниры;
- деформированные опоры стоек амортизаторов;
- изношенные опоры и рычаги подвески;
- ослабленные гайки и болты креплений;
- выработку в ступичных подшипниках;
- отсутствие балансировки колес или деформированные колесные диски;
- просевшие или сломанные пружины подвески [15].

Стук, появляющийся на неровностях, может быть вызван неисправностью рулевого управления. Наряду со стуком такая неисправность, как правило, приводит к вибрации при езде даже на небольшой скорости по неровной дороге. Ухудшение управления также происходит при неисправности рычагов подвески.

При неисправностях амортизаторов стук наблюдается на верхнем и нижнем креплениях. Причиной этому могут быть раскрутившиеся болты или увеличенный люфт в отверстиях для установки крепежа.

Возникновения стука может быть по причине изношенности или механических повреждений. При таких неисправностях амортизатор нуждается в замене или ремонте. Стук может быть и при неисправностях его частей: повреждении трубы, резьбы штока или его отсоединении.

Распространенной причиной неисправности является утечка в наружный цилиндр гидравлической жидкости. В свободный от вытекшего масла объем начинает попадать воздух. Для устранения такой проблемы

достаточным является прокачка амортизатора. Также стук проявляется в мороз, поскольку в этом случае в амортизаторе застывшее масло. Для устранения этой проблемы возможно применение гидравлической жидкости при похолодании или предварительный прогрев амортизаторов [15].

3.2 Технологическая карта

«Для наиболее рациональной организации работ по ТО, ремонту и диагностированию автомобилей, его агрегатов и систем составляются различные технологические карты. На основании этих технологических карт определяется объем работ по техническим воздействиям, а также производится распределение работ (операций) между исполнителями.

Любая технологическая карта является руководящей инструкцией для каждого исполнителя и, кроме того, служит документом для технического контроля выполнения обслуживания или ремонта.

В технологических картах указывают перечень операций, место их выполнения (снизу, сверху или сбоку автомобиля), применяемое оборудование и инструмент, норму времени на операцию, краткие технические условия на выполнение работ, разряд работ и специальность исполнителей» [21].

При выполнении раздела составляется специализированная технологическая карта, описывающая последовательность технологических операций при выполнении ТО и ТР агрегата определенной марки, применяемого на конкретной модели транспортного средства. В техкарте обязательно указываем особенности применения разработанного нами в предыдущем разделе оборудования. В столбце «Технические требования» даем ссылки на нормативные данные почерпнутые из данных нормативных документов, а также рекомендации по выполнению операций [13, 21].

Разработанную технологию работ размещаем на чертеже «Технологическая карта», который также отображаем и в пояснительной записке к ВКР – в таблице 6.

Таблица 6 – Перечень технологических операций и переходов

Наименование операции, перехода	Место выполнения	Исполнитель	Оборудование	Трудоемкость, чел.-мин.	Примечание
1	2	3	4	5	6
1 Установка стойки на стенд	Стенд	Слесарь 3-го разряда	Стенд		-
1.1 Установить стойку на нижние фиксаторы	Стенд	То же	Стенд	1,0	-
1.2 Установить верхние фиксаторы на стойку	Стенд	То же	Стенд	1,0	-
1.3 Закрепить верхние фиксаторы	Стенд	То же	Стенд	1,0	-
2 Разборка стойки	Стенд	То же	Стенд	-	-
2.1 Опустить защитный кожух	Стенд	То же	То же	0,5	-
2.2 Сжать пружину	Стенд	То же	Установленный на стенде домкрат	3,0	-
2.3 Отвернуть гайку штока амортизатора	Стенд	То же	Гаечный ключ на 9, 22	2,0	Удерживая ключом на 9 мм шток амортизатора от проворачивания
2.4 Вынуть стойку из пружины	Стенд	То же	-	1,0	-
2.4 Снять со штока стойки ограничитель хода сжатия опоры	Верстак	То же	-	0,5	-
2.5 Снять со стойки верхнюю опору с подшипником	Верстак	То же	-	0,5	-
2.6 Снять со стойки верхнюю чашку пружины	Верстак	То же	-	0,5	-
2.7 Снять со стойки буфер хода сжатия с защитным кожухом	Верстак	То же	-	0,5	-
Сборка стойки (Произвести сборку стойки в обратной последовательности по п. 1.- 2.)	Верстак	То же	-	11,5	-

Выводы по разделу:

В рамках раздела проанализирована текущая технология ремонтных работ по подвеске автотранспортных средств. Рассмотрены типовые конструктивные особенности подвесок автомобилей, основные неисправности, которые могут возникнуть в процессе эксплуатации, а также методы поддержания идеального технического состояния подвески автомобилей.

При выполнении раздела составляется специализированная технологическая карта «Технологическая карта разборки-сборки передней стойки легкового автомобиля», описывающая последовательность технологических операций при выполнении ТО и ТР агрегата определенной марки, применяемого на конкретной модели транспортного средства.

Использование техкарты позволит снизить требования к квалификации персонала участка путем выполнения последовательного перечня технологических простейших операций. Использование разработанного оборудования позволило снизить общую трудоемкость работ по 1-му изделию до 23,0 чел.-мин.

4 Разработка мероприятий по обеспечению безопасности и экологичности технологического оборудования и операций производимых при его помощи

4.1 Конструкция разработанного оборудования, характеристика техпроцессов

Объектом исследования в области безопасности и экологичности является технологический процесс разборки-сборки стойки стенде. Данная операция выполняется на агрегатном участке слесарем по ремонту автомобилей 3-4 разряда с применением специализированного стенда. Также в разделе будут разработаны рекомендации по безопасной работе при выполнении основного техпроцесса для включения в паспорт или руководство по эксплуатации технологического оборудования.

На основе технологической карты составленной в 3-м разделе работы оформим паспорт в виде таблицы 7 паспорт технологического процесса.

Таблица 7 – Паспорт технологического процесса

Основной техпроцесс на рабочем месте	Исполнитель	Краткое содержание технологического процесса	Необходимое оборудование на рабочем месте	Перечень дополнительных расходных материалов
1	3	2	4	5
Разборка-сборка передней стойки переднеприводных автомобилей	слесарь по ремонту автомобилей 3-4 разряда	Установка стойки на стенд, закрепление стойки, сжатие пружины, разборка стойки, ремонт и замена деталей с последующей сборкой	разборочно-сборочный стенд собственной разработки, набор инструмента, захваты стенда, пневмогайковерт	воздух и электроэнергия, смазка литол, детали и запчасти

4.2 Выявление профессиональных рисков при работе на спроектированном оборудовании

Анализ профессиональных рисков является начальным этапом планирования мероприятий по охране труда. Перспективной целью работы по оценке и управлению рисками является снижение риска до допустимых величин. Анализ производственных рисков осуществляется как самостоятельная процедура при осуществлении контроля за состоянием условий труда.

В таблицах 8, 9 представлен анализ профессиональных рисков, выполненный на основе: ГОСТ 12.0.003-2015 [4, 5] и Приказа Министерства труда и социальной защиты российской федерации от 19 августа 2016 г. № 438н [1].

Таблица 8 – Анализ профессиональных рисков

Краткое содержание технологического процесса	«Перечень выявленных опасных и /или вредных производственных факторов согласно ГОСТ 12.0.003-74 (ГОСТ 12.0.003-2015)» [11]	Оборудование на рабочем месте, создающее риски для работника
1	2	3
Разборка-сборка передней стойки переднеприводных автомобилей	«движущиеся машины и механизмы, подвижные части производственного оборудования» [4] «острые кромки, заусенцы и шероховатость на поверхностях заготовок, инструментов и оборудования» [4] «раздражающие и токсические вещества, проникающие через кожу рук при контакте с поверхностью амортизатора» [4] «отсутствие или недостаток естественного освещения» [4] «статические перегрузки вызванные неудобной рабочей позой, физические перегрузки вызванные стереотипностью повторяемых движений» [4]	разборочно-сборочный стенд собственной разработки, набор инструмента, захваты стенда, пневмогайковерт, жидкости на поверхности амортизатора, энергия сжатой пружины

Таблица 9 – Профессиональные риски при выполнении техпроцесса и способы борьбы с ними

Профессиональные риски (ОиВПФ)	Организационные мероприятия по снижению рисков	Средства защиты
1	2	4
«Статические нагрузки, связанные с неудобной рабочей позой» [4]	Организация перерывов, зарядка, использование удобного верстака и инструмента	—
«Отсутствие или недостаток необходимого естественного освещения» [4] «Перенапряжение зрительных анализаторов» [4]	«Оптимальная схема расположения оборудования, наличие источников искусственного освещения над рабочим местом, а также переносных у работников» [10] Своевременная замена ламп, соблюдение норм освещенности на рабочих местах Рациональная организация режима труда,	На рабочем столе оператора располагается лампа искусственного освещения
«Острые кромки, заусенцы и шероховатость на поверхностях заготовок, инструментов и оборудования; движущиеся машины и механизмы; подвижные части производственного оборудования» [4] «Раздражающие и токсические вещества проникающие через органы дыхания» [4]	«монтаж оборудования строго по рекомендуемой схеме расстановки с соблюдением нормативных расстояний и проходов; перемещение агрегатов между постами должно происходить с минимальной скоростью; наличие естественного освещения на постах через оконные проемы фонари в крыше здания; повышение квалификации работников не реже чем 1 раз в 3 года или чаще если того требует закупка на участок нового оборудования; инструктаж сотрудников на рабочих местах, а также проведения всех видов планового и внепланового инструктажа» [14] «размещение на участке предупреждающих знаков и табличек на видных местах, а также на корпусах технологического оборудования» [16]	Куртка и брюки рабочие «ПромДизайн» Перчатки полимерные «Джонка Турбо» Очки защитные JACKSON SAFETY V10

4.3 Рекомендации по безопасной работе при выполнении основного техпроцесса

Меры разрабатываем с учетом конструктивных особенностей оборудования, требований нормативной технической документации, а также руководств по эксплуатации станков-аналогов рассмотренных в разделе 2:

«Содержите рабочее место сухим и чистым. Захламленность, сырость или присутствие воды на рабочем месте могут привести к увечьям.

Если вы не пользуетесь устройством, его и инструменты следует хранить в сухом месте.

Во время сжатия пружины запрещено опускаться вниз. То есть, лицо оператора не должно находиться напротив верхней опорной чашки пружины во избежание травмирования. Не приближайте лицо близко к стяжке во время сжатия пружины.

Всегда плавно разжимайте пружину. Держите руки и пальцы подальше от пружины» [20].

«Соблюдать особую осторожность при работе под нагрузкой. Не допускать случайного падения. Медленно и осторожно снижать нагрузку. НЕ допускать попадания смазки на кронштейн крепления зажимов для пружины, держатель зажимов для пружины, зажимы для пружины, нижнюю опору для телескопической стойки, регулируемый зажим для телескопической стойки, иначе стяжка не сможет надежно удерживать пружину амортизатора, что может привести к серьезным травмам персонала или нанести материальный ущерб.

Носить очки, соответствующие требованиям безопасности ANSI при работе со стяжкой пружин.

Не используйте оборудование как устройство длительного хранения пружины.

Держите руки вдали от пружины и колодок при использовании стяжки» [20].

4.4 Пожарная и экологическая безопасность

В таблице 10 представлены характеристика участка по пожарной безопасности, а также средства обеспечения ПБ. Индивидуальные средства защиты для слесарей по обслуживанию и ремонту ТС не предусмотрено действующими нормативными документами.

Таблица 10 – Характеристика участка и принятые меры пожарной безопасности

Возможные источники пожара	Класс пожара	«Идентифицированные опасные факторы при возникновении пожара в подразделении» [11]	«Возможный сопутствующий ущерб при пожаре выбранного класса» [11]	Средства повышения пожарной безопасности
1	3	4	5	
Агрегатное отделение	класс А	«повышенная температура окружающей среды, тепловой поток, искры и пламя» [11]	«осколки, части разрушившихся зданий, сооружений, транспортных средств, технологических установок, оборудования, агрегатов, изделий и иного имущества, повышенная концентрация токсичных продуктов горения и термического разложения» [11]	Асбестовая кошма 1,5 м х 2,0 м, 400 градусов (СПЕЦ ОГНКОШМА 1,5 х 2,0) Огнетушитель ОП-2 (з) АВСЕ Беспроводной датчик дыма для GS-115 REXANT GS-245 46-0245

Соберем сводную информацию по наносящим вред окружающей среде факторам в таблице 11.

Таблица 11 – Экологический вред от технологического процесса

Краткое содержание технологического процесса	«Перечень выявленных источников негативного влияния оказываемого технологическим процессом» [11]	Область негативного влияния		
		атмосфера	гидросфера	литосфера
Агрегатное отделение	транспортные средства; производственный персонал; бытовые отходы, одежда и т.д.	«Углекислый газ, несгоревшие углеводороды, оксид углерода, окислы серы и азота, сажа, аммиак, сероводород, сажа; пары дизельного топлива, отработанных масел, эксплуатационных жидкостей» [19]	Сточные воды загрязненные маслом, топливом, металлочастицами, нагаром, лаками, шламом и т.д.	Загрязненные обтирочные материалы, эксплуатационные материалы, использованные фильтрующие элементы и фильтры; выработавшие ресурс ртутные и люминесцентные лампы; изношенные металлические детали бытовые отходы [10, 19]

Предложим типовой комплекс мероприятий по снижению негативного влияния техпроцесса на окружающую среду, зафиксируем данные в виде таблицы 12.

Таблица 12 – Перечень защитных мер

Сфера Земли	«Перечень мероприятий и правил повышения экологической безопасности в подразделении автосервиса по каждой целевой группе» [7]
1	2
Атмосфера	«Применение вытяжных катушек и зонтов для отсоса выхлопных газов при выполнении работ по испытанию восстановленных ДВС (местная вентиляция с удалением загрязненного воздуха посредством гибких воздуховодов, непосредственно из мест загрязнения, вытяжные зонты размещаются непосредственно над испытуемым ДВС)» [16] Оборудование приточно-вытяжной вентиляции в цеху (общеобменная вентиляция с механическим удалением воздуха при помощи вентиляторов, расположенных на крыше помещения и в его стенах). [11, 14]

Продолжение таблицы 12

1	2
	Подобранное оборудование должно обеспечить воздухообмен кратностью от 20 до 40. Периодический контроль качества воздуха в помещении участка, своевременная замена фильтрующих элементов [10]
Гидросфера	Сброс воды с моек в общую систему очистных сооружений предприятия, заливка воды в мойку раз в рабочую смену. Использование экологичных моющих средств и материалов.
Литосфера	«В автосервисах образуются практически все отходы с 1 по 5 класс опасности. Правильный сбор и хранение таких отходов подразумевают принцип отдельного сбора. На предприятии должны иметься отдельные герметичные емкости (бочки) для хранения отработанного масла, антифриза, тормозной жидкости и т.д. Металлические отходы складываются на спецплощадке и сдаются на металлолом. Слитое масло сдается на рекуперацию, а при невозможности – на захоронение. Отходы которые нельзя переработать (лампы, фильтры и т.д.) сдаются подрядной организации для захоронения на выделенном полигоне [13,16, 19]

Выводы по разделу:

В разделе проведен анализ профессиональных рисков, воздействующих на слесаря по ремонту ТО и Р, представлены мероприятия по снижению рисков, выполненные на основе действующих нормативных документов, проведен анализ пожарной и экологической безопасности объекта.

Заключение

В бакалаврской работе основное внимание уделено проектированию и конструированию стенда для разборки-сборки автомобильных стоек, а также технологии выполнения работ на агрегатном участке.

Итогом выполнения первого раздела работы является рабочий проект агрегатного участка. Используя заданные параметры участка, выполнены расчеты персонала участка и необходимой производственной площади. На площади участка 36,0 м² по штату работают 2-е слесарей по ТО и Р автомобилей 4, 5-го разряда. Даны рекомендации по организации работ подразделения, а также квалификации нанимаемых работников. Особое внимание уделено комплектованию табеля технологического оборудования. На листе графической части «Планировка производственного участка» представлена схема расположения оборудования, его экспликация, основные размеры помещения и габариты оборудования.

Основным разделом в работе является «Конструкторский». В разделе оформлена техническая конструкторская документация на разработку стенда для разборки-сборки стоек легковых автомобилей LADA. На подготовительном этапе проведена оценка современного конструкторского и технологического уровня оборудования, а также рассмотрены имеющиеся в продаже аналоги. Графический лист «Циклограмма оборудования» позволил определить плюсы и минусы существующего оборудования и выбрать базу для конструкторских разработок. Проведенный экспертно-графический анализ выявил наличие существенных преимуществ у оборудования KraftWell KRWSCS среди всей модельной линейки стендов. При разработке своей конструкции воспользуемся лучшими существующими конструкторскими решениями почерпнутыми из стендов-аналогов.

От лица заказчика работ оформлено техническое задание на стенд. В техническом задании перечислены планируемые условия эксплуатации оборудования, заданы минимальные технические характеристики, дана

характеристика условиям и технологии работы. Конкретные предложения по компоновке стенда и конструкции отдельных узлов оборудования рассмотрены в рамках технического предложения, которое оформлено от лица поставщика или конструктора оборудования. В ходе проектирования стенда выполнен выбор необходимых покупных изделий, агрегатов и деталей с заданными характеристиками, проведены требуемые расчеты. Основные сборочные чертежи оборудования и рабочие чертежи деталей входят в графическую часть проекта. Спецификация представлена на рисунках А.1, А.2 Приложения А.

В рамках работы проанализирована текущая технология ремонтных работ по подвеске автотранспортных средств. Рассмотрены типовые конструктивные особенности подвесок автомобилей, основные неисправности, которые могут возникнуть в процессе эксплуатации, а также методы поддержания идеального технического состояния подвески автомобилей. Составляется специализированная технологическая карта «Технологическая карта разборки-сборки подвески», описывающая последовательность технологических операций при выполнении ТО и ТР автомобилей. Использование разработанного оборудования позволило снизить общую трудоемкость работ по 1-му изделию до 23,0 человеко-минут.

Проанализированы профессиональные риски, воздействующие на слесаря по ремонту ТО и Р при выполнении работ по разборке-сборке автомобильных стоек, представлены мероприятия по снижению рисков, выполненные на основе действующих нормативных документов, проведен анализ пожарной и экологической безопасности объекта. Разработаны типовые меры безопасности при выполнении операций на спроектированном стенде.

Таким образом, в ходе работы спроектировано современное, простое в изготовлении и эксплуатации технологическое оборудование для разборки-сборки стоек не уступающее зарубежным аналогам.

Список используемой литературы и используемых источников

1. Автомобили. Технический сервис : 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). – Текст : электронный.
2. Атапин, В. Г. Основы конструирования : учебное пособие / В. Г. Атапин. – Новосибирск : НГТУ, 2021. – 182 с. – URL: <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785778244337.html> (дата обращения: 10.04.2022). – ISBN 978-5-7782-4433-7. – Текст : электронный.
3. Андреева, Н. А. Технологическое оборудование для технического обслуживания и ремонта : 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). – ISBN 978-5-00137-226-4. – Текст : электронный.
4. Безопасность жизнедеятельности : электрон. учеб.-метод. пособие / И. Л. Шапорева, Л. Н. Горина, Н. Е. Данилина, И. И. Рашоян. – Тольятти : ТГУ, 2018. – 282 с. – URL: <http://dspace.tltsu.ru/handle/123456789/8806> (дата обращения: 15.12.2021). – ISBN 978-5-8259-1276-9. – Текст : электронный.
5. Безопасность технологических процессов и оборудования : учебное пособие / Э. М. Люманов и др. – 2-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. – 224 с. – URL: <https://e.lanbook.com/book/205970> (дата обращения: 05.01.2022). – Текст : электронный.
6. Блюменштейн, В. Ю. Проектирование технологической оснастки : учеб. пособие / В. Ю. Блюменштейн, А. А. Клепцов. – Санкт-Петербург : Лань, 2014. – 224 с. – URL: <https://e.lanbook.com/book/628> (дата обращения: 24.03.2022). – ISBN 978-5-8114-1099-6. – Текст : электронный.
7. Богданов, А. Ф. Производственно-техническая инфраструктура предприятий автомобильного транспорта : учебное пособие / А. Ф. Богданов,

С. В. Урушев. – Санкт-Петербург : ПГУПС, 2015. – 118 с. – URL: <https://e.lanbook.com/book/66420> (дата обращения: 08.04.2022). – ISBN 978-5-7641-0694-6. – Текст : электронный.

8. Бычков, В. П. Предпринимательская деятельность на автомобильном транспорте : перевозки и автосервис : учебное пособие / В. П. Бычков. – Москва : Академический Проект, 2020. – 573 с. – URL: <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785829129050.html> (дата обращения: 08.04.2022). – ISBN 978-5-8291-2905-0. – Текст : электронный.

9. Ванцов, В. И. Типаж и эксплуатация технологического оборудования : учебное пособие / В. И. Ванцов, И. И. Кащеев ; составители И. И. КащеевИ. И. , В. И. Ванцов. – Рязань : РГАТУ, 2019. – 229 с. – URL: <https://e.lanbook.com/book/137461> (дата обращения: 08.04.2022). – Текст : электронный.

10. Ветошкин, А. Г. Технологии защиты окружающей среды от отходов производства и потребления : учебное пособие / А. Г. Ветошкин. – 2-е изд., испр. и доп. – Санкт-Петербург : Лань, 2021. – 304 с. – URL: <https://e.lanbook.com/book/168903> (дата обращения: 25.11.2021). – ISBN 978-5-8114-2035-3. – Текст : электронный.

11. Горина, Л. Н. Раздел бакалаврской работы "Безопасность и экологичность технического объекта" : электрон. учеб.-метод. пособие / Л. Н. Горина, М. И. Фесина. – Тольятти : ТГУ, 2021. – 41 с. – Текст : электронный.

12. Иванов, А. С. Типаж и эксплуатация технологического оборудования автотранспортных предприятий : учебное пособие / А. С. Иванов. — Пенза : ПГАУ, 2019. – 117 с. – URL: <https://e.lanbook.com/book/131181> (дата обращения: 17.03.2022). – Текст : электронный.

13. Коваленко, Н. А. Организация технического обслуживания и ремонта автомобилей: Учебное пособие / Н. А. Коваленко. – Москва : НИЦ ИНФРА-М, Нов. знание, 2016. – 229 с. – URL:

- <https://new.znaniium.com/catalog/product/525206> (дата обращения: 24.03.2022).
– ISBN 978-5-16-011446-0. – Текст : электронный.
14. Кощаева, О. В. Охрана труда на автотранспортных предприятиях : учебное пособие / О. В. Кощаева. – Краснодар : КубГАУ, 2019. – 179 с. – URL: <https://e.lanbook.com/book/196492> (дата обращения: 09.01.2022). – ISBN 978-5-907247-92-5. – Текст : электронный.
15. Конструкция передней подвески автомобилей LADA: сайт. – URL: <https://www.carpedia.club/Peredniaia-podveska-Opisanie-konstruktsii-Lada-Granta#!> (дата обращения: 17.04.2022). – Текст : электронный.
16. Лупанов, А. П. Ресурсосберегающие технологии на предприятиях дорожного хозяйства / А. П. Лупанов, В. В. Силкин. – М. : Издательство АСВ, 2016. – 256 с. – URL: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785432301819.html> (дата обращения: 16.03.2022). – ISBN 978-5-4323-0181-9. – Текст : электронный.
17. Малкин, В. С. Основы проектирования технологического оборудования предприятий автомобильного транспорта : 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: 05.03.2022). – Режим доступа: Репозиторий ТГУ. – Текст : электронный.
18. Мишин, М. М. Проектирование предприятий технического сервиса : учебно-методическое пособие / М. М. Мишин, П. П. Кузнецов. – Воронеж : Мичуринский ГАУ, 2008. – 24 с. – URL: <https://e.lanbook.com/book/47180> (дата обращения: 03.03.2022). – Текст : электронный.
19. Ресурсосбережение при проведении технического обслуживания : учебное пособие / С. В. Бедоева, Д. А. Салатова, З. И. Магомедова [и др.]. – Махачкала : ДагГАУ имени М.М.Джамбулатова, 2019. – 93 с. – URL: <https://e.lanbook.com/book/117754> (дата обращения: 04.01.2022). – Текст : электронный.

20. Руководство по эксплуатации. KraftWell KRWSCS – URL: <http://kamaregion.ru/instrukcii/pasportstenda-077-2.pdf> (дата обращения: 25.05.2022). – Текст : электронный.

21. Смирнов, Ю. А. Эксплуатация автомобилей, машин и тракторов / Ю. А. Смирнов. – 1-е изд. – Санкт-Петербург : Лань, 2022. – 236 с. – URL: <https://e.lanbook.com/book/202997> (дата обращения: 18.04.2022). – ISBN 978-5-8114-9713-3. – Текст : электронный.

22. Трофимов, Б. С. Производственно-техническая инфраструктура автотранспортного предприятия: общие положения и типовые решения : учебно-методическое пособие / Б. С. Трофимов, Н. Г. Певнев. – Омск : СибАДИ, 2021. – 56 с. – URL: <https://e.lanbook.com/book/192321> (дата обращения: 02.01.2022). – ISBN 978-5-00113-179-3. – Текст : электронный.

23. Шестернинов, А. В. Основы конструирования и расчета элементов технологического оборудования : учебное пособие / А. В. Шестернинов. – Ульяновск : УлГТУ, 2018. – 167 с. – URL: <https://e.lanbook.com/book/165081> (дата обращения: 22.01.2022). – ISBN 978-5-9795-1837-4. – Текст : электронный.

24. Шиловский, В. Н. Сервисное обслуживание и ремонт машин и оборудования : 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: 28.04.2022). – ISBN 978-5-8114-3279-0. – Текст : электронный.

25. 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: 08.02.2022). – ISBN 978-5-8114-1216-7. – Текст : электронный.

Приложение А
Спецификация на оборудование

Формат Знак Поз	Обозначение		Наименование		Кол.	Приме- чание	
<i>Документация</i>							
A1	22.БР.ПЭА.392.6100.000.СБ		Чертеж сборочный		2		
A4	22.БР.ПЭА.392.6100.000.ПЗ		Записка пояснительная		1		
<i>Сборочные единицы</i>							
	1	22.БР.ПЭА.392.6101.000	Рама сварная в сборе		1		
	2	22.БР.ПЭА.392.6102.000	Коретка подвижная		1		
	3	22.БР.ПЭА.392.6103.000	Шарнирно-рычажный захват		4		
	4	22.БР.ПЭА.392.6104.000	Приспособление защитное		1		
	5	22.БР.ПЭА.392.6105.000	Корпус захвата		4		
<i>Детали</i>							
	6	22.БР.ПЭА.392.6100.006	Втулка		4		
	7	22.БР.ПЭА.392.6100.007	Платформа		2		
	8	22.БР.ПЭА.392.6100.008	Рычаг		1		
	9	22.БР.ПЭА.392.6100.009	Втулка		2		
	10	22.БР.ПЭА.392.6100.010	Штанга		2		
<i>Стандартные изделия</i>							
	11		Шайба 10 ГОСТ 11371-78		16		
22.БР.ПЭА.392.6100.000.СБ							
Изм./Лист		№ докум.		Подп.		Дата	
Изм. №	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Лит.		Листов
Разраб.	Бурцев А.А.				1		2
Проб.	Драчев ОИ						
Руков.	Драчев ОИ						
Н.контр.	Драчев ОИ						
Утв.	Байровский А.В.						
Стенд для разборки стоек легковых автомобилей					ТГУ, ИнМаш, гр. ЭТКдп-1702а		
Копировал					Формат А4		

Рисунок А.1 – Первый лист спецификации на стенд для разборки стоек

