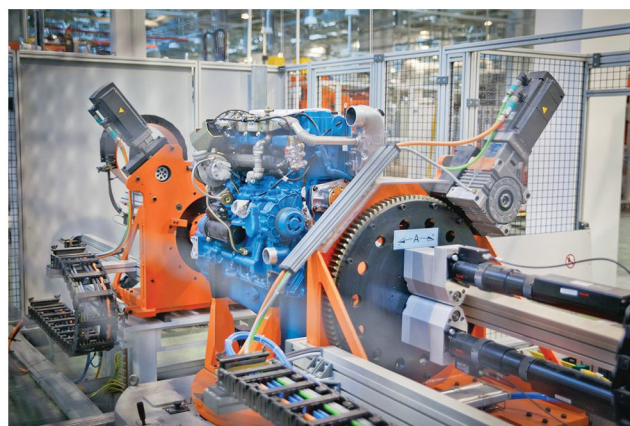
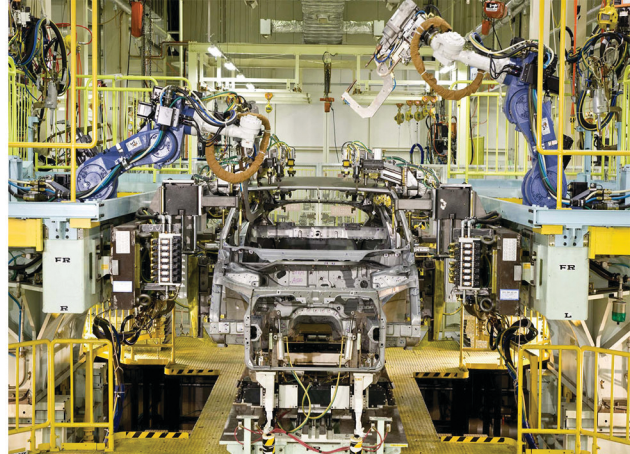




ТИПАЖ И ЭКСПЛУАТАЦИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ

ФГБОУ ВО «ТУВИНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

ТИПАЖ И ЭКСПЛУАТАЦИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ

Учебно-методическое пособие

Кызыл
2019

УДК 629.3.08(075.8)
ББК 39.33-08я73
Т43

Печатается по решению Учебно-методического совета Тувинского государственного университета

Составители:

Балзанай Сылдыс Васильевич, старший преподаватель,
Чооду Остап Андреевич, к.т.н., доцент,
Борбак-оол Наадым Сылдысович, ассистент.

Рецензенты:

Дамдын С.И., ТувГУ, к.т.н., доцент кафедры транспортно-технологические средства;
Конга А.А., заместитель министра дорожно-транспортного комплекса Республики Тыва

Типаж и эксплуатация технологического оборудования : учебно-методическое пособие для студентов направления подготовки 23.03.03 – «Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов, профиль автомобили и автомобильное хозяйство» / сост. С.В. Балзанай, О.А. Чооду, Н.С. Борбак-оол. – Кызыл : Изд-во ТувГУ, 2019. – 62 с.

В учебно-методическом пособии рассмотрены вопросы, связанные с изучением основ эксплуатации технологического и гаражного оборудования и практическими расчетами определения его основных параметров, а также примером выполнения курсовой работы по проектированию нестандартного оборудования для ТО и ТР автомобилей.

Учебно-методическое пособие рекомендовано студентам по направлению подготовки «Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов» при изучении дисциплин «Типаж и эксплуатация технологического оборудования» а также может быть полезной для инженерно-технических работников, занимающихся эксплуатацией технологического оборудования.

Оглавление

Введение	4
1. ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ЭКСПЛУАТАЦИИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ	5
1.1. Общая характеристика и классификация технологического оборудования	5
1.2. Структура технологического оборудования.....	8
1.3. Качество и надежность оборудования	12
1.4. Производительность технологического оборудования	24
2. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОСНОВНЫХ ПАРАМЕТРОВ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ	28
2.1. Расчет подъемно-осмотрового и транспортного оборудования	28
2.2. Проектирование опорных устройств тяговых стендов с беговыми барабанами	32
2.3. Расчёт инструмента для выполнения разборочно-сборочных работ	37
2.4. Расчет универсального съемника	39
2.5. Расчёт уровня механизации производственных процессов технического оборудования и ремонта транспортных средств.....	41
3. Проектирование нестандартного оборудования для ТО и ТР автомобилей	44
3.1. Варианты заданий	44
3.2. Общие указания по оформлению пояснительной записки работы	44
3.3. Пример выполнения курсовой работы.....	47
Заключение	54
Список использованных источников	55
Приложения.....	56

ВВЕДЕНИЕ

В связи с отдаленностью Республики Тыва от железной дороги, высокими тарифами на авиаперевозки и труднодоступностью многих районов региона перевозки осуществляются в основном автомобильным транспортом. Автомобильный транспорт является основным для республики и играет важнейшую роль в жизнедеятельности всего производственно-хозяйственного механизма.

Важнейшей подсистемой автомобильного транспорта является техническая эксплуатация автомобилей, эффективность которой в значительной мере зависит от уровня механизации и автоматизации технологических процессов технического обслуживания (ТО) и текущего ремонта (ТР) подвижного состава на автотранспортных предприятиях (АТП).

Со временем техника стареет, что вызывает дополнительные затраты на поддержание ее в исправном состоянии.

Недостаточное оснащение производственно-технической базы АТП средствами механизации и автоматизации оказывает отрицательное воздействие на техническое состояние автотранспортных средств (АТС).

Технологическое оборудование и инструмент являются важным элементом подсистемы технической эксплуатации автомобилей – производственно-технической базы, определяющим производительность и качество работ технического обслуживания и текущего ремонта, а также условия труда обслуживающего персонала, защиту окружающей среды и ресурсосбережения.

Учебно-методическое пособие «Типаж и эксплуатация технологического оборудования» предусматривает приобретение знаний и умений по проектированию и эксплуатации технологического оборудования. Освоение приемов, методов проектирования, расчета рабочих органов технологического оборудования и его компоновки, определение уровней механизации.

Целью освоения учебно-методического пособия является формирование у студентов системы знаний и практических навыков по выбору, эксплуатации, техническому обслуживанию и ремонту технологического и гаражного оборудования, а также основам его проектирования и совершенствования конструкций.

Основными задачами дисциплины являются изучение основных видов и типов технологического оборудования, а также сведений, необходимых для технического обслуживания и безопасной эксплуатации применяемого в условиях автотранспортных предприятий оборудования.

Знания, умения и навыки, формируемые учебно-методическим пособием, являются базой для успешного выполнения выпускной квалификационной работы.

1. ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ЭКСПЛУАТАЦИИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ

1.1. Общая характеристика и классификация технологического оборудования

Технологическое оснащение предприятий автосервиса, являясь составляющим элементом производственно-технической базы (ПТБ), в значительной мере определяет производительность и качество работ по техническому обслуживанию и ремонту автомобилей, условия труда персонала, защиту окружающей среды и ресурсосбережение.

Техническое оснащение предприятия, предназначенное для осуществления технологических процессов основного производства, включает в себя инженерные сооружения, технологическое оборудование, оснастку, инструмент, средства измерения и контроля (рис. 1).



Рисунок 1. Структура парка технологических сооружений, оборудования, оснастки и инструмента предприятий автосервиса

К инженерным технологическим сооружениям относятся смотровые каналы, эстакады, одно- и многоярусные площадки, и лестницы.

Технологическое оборудование состоит из машин и аппаратов. **Технологические машины** осуществляют воздействие на предмет труда за счет затрат и преобразований в основном механической энергии (металлообрабатывающий станок, пресс, автомобильный подъемник и др.). **В технологических аппаратах** обработка предметов труда происходит при помощи энергий немеханических видов (тепловой, химической, ультразвуковой и др.). К аппаратам относятся шланговые моечные установки, сварочное, окрасочное оборудование и др. **В** отдельных видах оборудования используется как механическая, так и немеханическая энергия. **В** этом случае отнесение оборудования к группе машин или аппаратов производится на основании определения вида энергии, дающей основное технологическое воздействие.

Технологическое оборудование, в зависимости от целевого назначения, делится на две группы: общепромышленное оборудование и оборудование отраслевое.

В первую группу входит производственное оборудование, которое широко применяется не только на предприятиях автосервиса, но и на других объектах разных отраслей экономики. Сюда относится оборудование для выполнения сварочных, кузнечных, металлообрабатывающих, медницких, аккумуляторных, электроремонтных, радиотехнических, деревообрабатывающих и прочих работ.

Отраслевое технологическое оборудование (гаражное) создано специально для использования на предприятиях автомобильного транспорта с целью поддержания или восстановления технически исправного состояния автомобиля, его агрегатов и систем.

Современное технологическое оборудование, выпускаемое отечественными и зарубежными заводами, достаточно разнообразно по номенклатуре, назначению, рабочим процессам, техническим параметрам, технологическим и конструктивным характеристикам, приводным устройствам и т. п. При всем многообразии конструкций парк технологического оборудования, в зависимости от вида обобщающих признаков, может быть разделен на отдельные классификационные группы. К таким признакам относятся: функциональное назначение; организационно-технологическая применяемость; технологическое назначение выполняемых операций; характер машинного или аппаратного процесса; физическое содержание технологического процесса, лежащего в основе машинной (аппаратной) операции; характер взаимодействия рабочих органов оборудования с объектом обработки; вид привода; степень автоматизации, конструктивное исполнение и др.

В зависимости от организационно-технологической применяемости на предприятиях автосервиса различают оборудование постовое и участковое.

Постовое оборудование предназначено для обслуживания и ремонта автомобиля, установленного на посту (автомобильные подъемники, порталные и туннельные моечные установки, оборудование для регулировки углов установки управляемых колес и др.).

Участковое оборудование используется для диагностики, регулировки и восстановления технической исправности отдельных агрегатов, сборочных единиц и деталей, снятых с автомобиля (балансировочные станки, стенды для проверки изделий электрооборудования автомобиля, станки для правки колесных дисков и др.).

Для малых предприятий автосервиса и мастерских такое деление оборудования является весьма условным, так как для них характерно совмещение в одном производственном помещении постовых и участковых работ.

Классическим является разделение оборудования на группы по функционально-технологическим признакам. Принято выделять следующие основные группы оборудования:

- уборочно-моечное;
- подъёмно-осмотровое и подъёмно-транспортное;
- смазочно-заправочное;
- сборочно-разборочное;
- шиномонтажное и шиноремонтное;
- контрольно-диагностическое;
- окрасочно-сушильное;
- ремонтное для агрегатов и систем автомобиля.

Технологическое оборудование для автосервиса выпускается с различным видом привода: электромеханическим, электрогидравлическим, пневматическим, мускульным, комбинированным, – а также без привода.

Анализ технологических возможностей оборудования позволяет разделить его на две группы по уровню специализации – универсальное и специальное.

К *универсальному* относится оборудование, предназначенное для выполнения значительного количества разноименных операций на конструктивно различных изделиях. Наиболее характерным представителем этой группы является передвижная шланговая моечная установка высокого давления, которую можно использовать для наружной мойки любых моделей и типов автомобилей, мойки всех полостей кузова, а также агрегатов и деталей. К этой группе относятся также мотор-тестеры, оборудование для кузовных работ и др.

Специальное (или *специализированное*) оборудование предназначено для выполнения одной или нескольких технологически связанных операций (как правило, не более двух-трех) на различных изделиях (моделях) или обработки только одного вида (модели) изделия, например, автомобильный подъемник или станок для балансировки колес непосредственно на легковом автомобиле.

Степень универсальности является одной из важнейших технических характеристик оборудования, определяющих его применимость и экономическую эффективность на предприятиях различной мощности и специализации.

По уровню автоматизации технологическое оборудование может быть неавтоматизированным, частично автоматизированным или автоматического действия.

В *неавтоматизированном* оборудовании механизированы только основные операции. Выполнение всех вспомогательных операций осуществляется вручную. Оператор также вручную управляет рабочими органами оборудования в основных операциях и контролирует качество обработки.

В *частично автоматизированном* оборудовании все основные и часть вспомогательных операций, включая останов оборудования после обработки изделия, выполняется автоматически. Непол-

средственное участие оператора требуется для выполнения установочных, съемочных, контрольных или некоторых других вспомогательных операций (в зависимости от процента автоматизации машины), а также включения машины в следующий цикл работы.

Полностью автоматизированное оборудование обеспечивает обработку изделия без участия человека. На долю оператора оставлены функции подготовки оборудования к работе и наблюдения за ее исправностью. Рабочий периодически контролирует качество обработки изделий и проводит подналадку механизмов.

Универсальное оборудование автосервиса в подавляющем большинстве своем относится к неавтоматизированному или частично автоматизированному, исключение составляют многопрограммные моечные установки портального типа.

Система неавтоматизированных и (или) частично автоматизированных машин и аппаратов, расположенных в технологической последовательности, составляют поточную линию. Примером поточной линии в автосервисе является линия инструментального контроля технического состояния автомобиля при государственном техническом осмотре, а в автотранспортных предприятиях – линия ЕО или ТО-1, ТО-2 автомобилей. Перемещение автомобилей по линии может осуществляться принудительно с помощью конвейерных устройств или своим ходом.

К автоматическим линиям в автосервисе относятся многопрограммные моечные установки туннельного типа модульной компоновки.

На предприятиях автосервиса достаточно широко применяется техно логическая и организационно-технологическая оснастки. Технологическая оснастка имеет второе название – технологические приспособления.

Как элемент технического обеспечения производственного процесса технологические приспособления представляет собой отдельное устройство, предназначенное для использования в основных и вспомогательных технологических операциях совместно с оборудованием или самостоятельно с целью повышения производительности труда, увеличения мускульных усилий рабочего, а также улучшения качества выполняемой операции.

Приспособления, устанавливаемые на оборудовании и используемые для выполнения захватных, прижимных, установочно-съемочных, мерительных и других операций, по аналогии с общемашиностроительной терминологией носят название *станочных*. Эти приспособления в автосервисе применяются в гораздо меньшей мере, чем *автономные*, номенклатура которых чрезвычайно широка. К последним относятся различные съемники, оправки, винтовые приспособления для запрессовки-выпрессовки деталей, трубки для сборки-разборки сборочных единиц с упругими деталями, контрольные шаблоны, надставки и др.

Организационно-технологическая оснастки предназначена для улучшения условий труда рабочих и повышения культуры производства. В эту группу входят тележки и передвижные контейнеры для инструмента, агрегатов и деталей, снимаемых с автомобиля, телескопические и поворотные кронштейны для инструмента, специальные передвижные стойки для диагностической аппаратуры и др.

Отдельную, достаточно широкую по номенклатуре группу технического обеспечения технологических процессов автосервиса составляют **средства диагностики, измерения и контроля**. Сюда входят стенды, приборы и инструмент.

Стенды автомобильные диагностические и контрольные представляют собой стационарное оборудование, предназначенное для общей или поэлементной диагностики систем автомобиля, например, подвески или тормозной системы, а также для установления соответствия параметров автомобиля нормативным значениям.

Кроме этих стендов для контроля исправности, проверки работоспособности и обкатки после ремонта отдельных сборочных единиц и агрегатов автомобиля (двигатели, генераторы, топливная аппаратура и др.) на различных участках ПТС применяются агрегатные стенды, выполненные как стационарное оборудование, имитирующее работу систем автомобиля и снабженное необходимым комплектом измерительных приборов.

Современная *приборная техника*, используемая для диагностики и регулировки агрегатов и систем автомобилей, может быть разделена на две группы. В первую группу входят средства считывания, измерения и контроля структурных и функциональных параметров, во вторую – средства измерения физических величин или процессов, являющихся диагностическими параметрами.

Приборы первой группы, как правило, конструктивно и функционально совместимы с системой бортовой диагностики автомобиля и включают в себя сканеры и электронно-вычислительные машины с различной конфигурацией периферийных устройств. Приборы второй группы по своей сути

практически ничем не отличаются от общетехнических приборов для измерения физических величин и процессов. К ним относятся компрессометры, осциллографы, мотор-тестеры и др.

Мерительный и контрольный инструмент, созданный для работ в системе автосервиса, имеет конструктивные отличия от общемашиностроительного инструмента аналогичного назначения, вызванные конструктивными особенностями объекта измерения или контроля – автомобиля, его агрегатов, сборочных единиц и деталей. В эту группу входят люфтомеры, специальные линейки, динамометрические ключи, шаблоны и др.

1.2. Структура технологического оборудования

Каждая единица технологического оборудования автосервиса как изделие машиностроения представляет собой иерархическую систему, охватывающую некоторую совокупность конструктивных и функциональных элементов. Эти элементы находятся в определенной взаимосвязи внутри системы и обеспечивают ее функционирование. С окружающей средой система (машина или аппарат) взаимодействует как единое целое через внешние связи. К ним относятся связи типа «человек – машина», «машина – обрабатываемый объект», «машина – машина» и т. п. Внутренние связи между элементами определяют структуру системы.

Любая сложная система может разделяться на крупные подсистемы (первый уровень), которые, в свою очередь делятся на более мелкие (от второго до «Я-го» уровня). Подсистемы последнего уровня состоят из элементов. Этим обуславливается иерархичность системы. В зависимости от постановки и цели решаемой задачи (изучение конструкции, принципа действия и регулировки; проектирование и конструирование; разработка алгоритма технического обслуживания и ремонта и др.) один и тот же объект может рассматриваться на одном уровне как система, на другом – как подсистема, на третьем – как элемент.

С позиций системного анализа в зависимости от общих признаков, характерных для подсистемы и элементов, входящих в систему, одна и та же конструкция технологической машины или аппарата может представлять собой различные системы: функциональную, конструктивную, технологическую, динамическую и др.

Рассмотрим строение оборудования автосервиса как систему, обладающую одним из следующих характерных признаков: функциональным и конструктивным.

Структурно-функциональное строение оборудования. Структурные функциональные схемы оборудования дают общее представление об их строении и связях между функциональными элементами. Эти схемы позволяют обособленно рассматривать отдельные подсистемы, определять направление энергетических потоков или потоков информации в объекте, производить энергетические расчеты оборудования. Эти схемы используются при изучении оборудования и его проектировании.

Технологические машины (аппараты) автосервиса как *функциональные системы* включают подсистемы, элементы которых сгруппированы по функциональному назначению. К таким подсистемам относятся привод, передаточные и исполнительные механизмы, устройства управления и регулирования, безопасности и др. Совокупность исполнительных механизмов, элементов связей и рабочих органов называется рабочей машиной.

Структура технологических машин с электромеханическим приводом отличается от структуры машин электрогидравлическим и электропневматическим приводами.

Под *электромеханическим приводом* в общем случае следует понимать структурную подсистему технологического оборудования, предназначенную для преобразования электрической энергии в механическую и передачи ее исполнительным механизмам производственной машины.

Передача механической энергии осуществляется по кинематическим связям. Из-за возникновения больших динамических нагрузок на звенья и пары кинематической цепи транспортирование ее на значительные расстояния в пределах габаритов машины проблематично, поэтому конструкторы всегда стремятся расположить электромеханический привод как можно ближе к рабочим органам. С этой целью разработан и применяется многодвигательный привод (двух стоечные подъемники с двумя электродвигателями, порталные моечные установки с отдельным приводом каждой щетки и приводом перемещения портала и др.).

Электромеханический привод как структурная подсистема состоит из следующих элементов: *электродвигатель, передаточный механизм, устройство (механизм) включения*.

Как правило, скорость вращения вала электродвигателя намного выше скорости главного вала производственной машины, от которого получают движение все исполнительные механизмы машины. Поэтому в приводе предусматривается передаточный механизм. С помощью передаточных механизмов передается механическая энергия от вала электродвигателя к рабочей машине.

Эти механизмы разнообразны по виду и конструктивному устройству. Наибольшее распространение в технологическом оборудовании предприятий автосервиса получили ременные и зубчатые передаточные механизмы. Конструктивно оформленные как сборочные единицы такие механизмы носят название *редукторов*, выполненные заодно с электродвигателем – *мотор-редукторов*.

Следует отметить, что передаточные механизмы используются также и в структуре производственной машины для передачи вращательного движения от одного вала к другому. При этом передаточное отношение между валами может быть неизменным и изменяемым ступенчато или плавно. В случае ступенчатого изменения скорости вращения вала такие механизмы называются *коробками передач* и *вариаторами*, когда скорость выходного вала меняется плавно.

В кинематических схемах технологического оборудования предусматриваются два способа подключения производственной машины к приводу – напрямую и через механизм включения. В первом случае запуск двигателя осуществляется под рабочей нагрузкой, во втором – вхолостую без нагрузки. Второй способ включения машины предполагает наличие в структуре механизма включения устройства, демпфирующего динамический удар, тормозного устройства вала машины и, при необходимости, механизма останова вала машины в заданном положении.

Структурно-функциональные кинематические схемы оборудования с однодвигательным и многодвигательным электромеханическим приводами показаны на рис. 2.

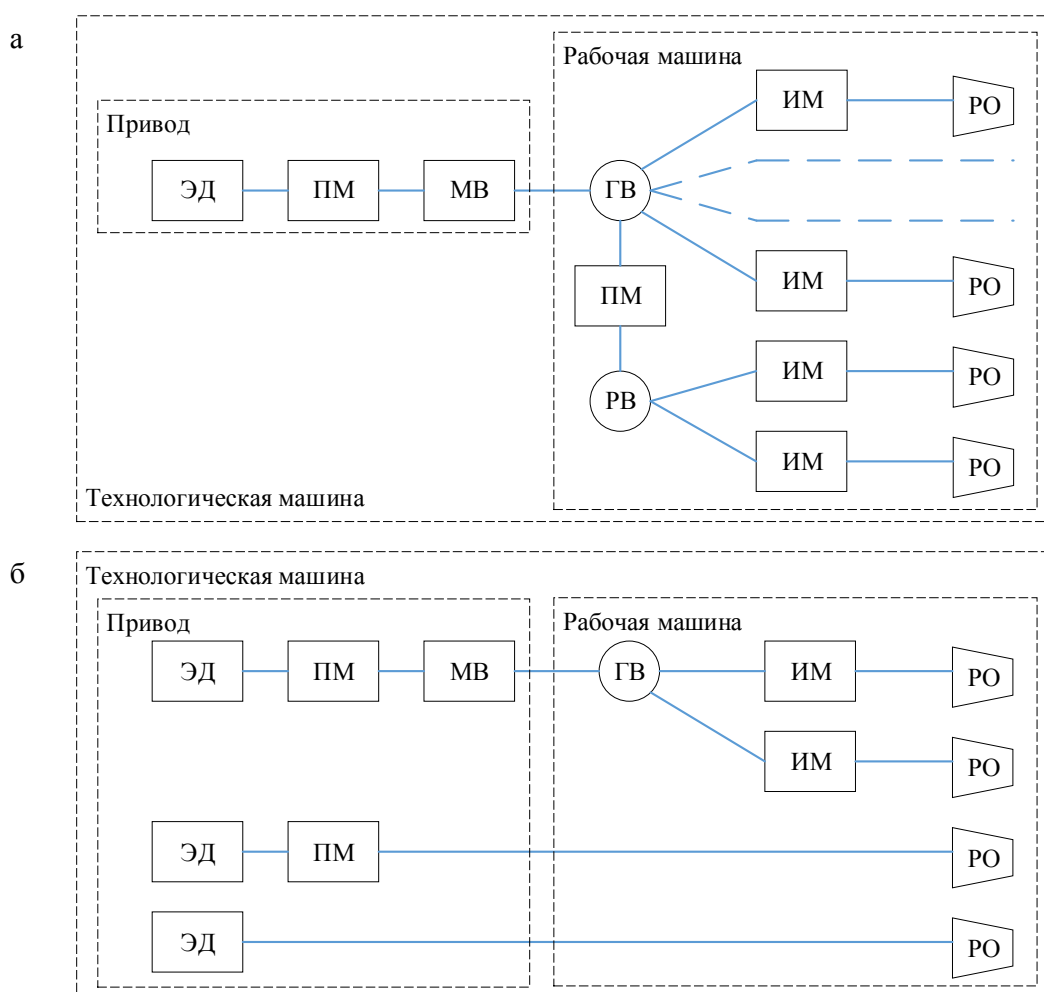


Рисунок 2. Структурная кинематическая схема типовой технологической машины с электромеханическим приводом: а – с однодвигательным приводом; б - с многодвигательным приводом; ЭД – электродвигатель; ПМ – передаточный механизм; МВ – механизм включения рабочих органов; ИМ – исполнительный механизм; РО – рабочий орган; ГВ – главный вал; РВ – распределительный вал

Электрогидравлический и электропневматический приводы преобразуют электрическую энергию в потенциальную энергию рабочего тела (жидкости или газа). Эта энергия по линиям связи (трубопроводам) передается в рабочую машину к исполнительным механизмам, где происходит ее преобразование в механическую и подведение к рабочим органам.

При использовании гидравлической или пневматической энергии проблемы передачи энергии на значительные расстояния не существует. Привод оборудования компактен и может быть расположен в любом удобном месте в пределах конструкции машины или выполнен в виде отдельного агрегата и размещен в любой точке производственного помещения. Более того, имеется возможность от одного привода снабжать энергией одновременно несколько рабочих машин.

Технологическое оборудование с гидравлическим и пневматическим приводами имеет одинаковую структуру функциональных элементов. Конструктивное отличие этих элементов обуславливается использованием различных рабочих тел (минеральное масло и воздух), передающих потенциальную энергию от привода к рабочей машине.

В структурно-функциональном строении оборудования с электрогидравлическим или пневматическим приводами предусматривается последовательное включение через линии связи *первичного* и *вторичного преобразователей энергии* – сначала механической в энергию рабочего тела, затем, наоборот, энергии рабочего тела в механическую. Первичный преобразователь является структурным элементом привода, а вторичный – рабочей машины.

В гидравлическом приводе первичным преобразователем является *насос* (шестеренчатый, пластинчатый, плунжерный или др.), в пневматическом – *компрессор*, как правило, поршневой.

Вторичный преобразователь через исполнительный механизм или напрямую передает энергию рабочему органу. В качестве вторичного преобразователя используются гидравлические или пневматические цилиндры, поворотные гидродвигатели или пневмотурбины.

Структурно-функциональная гидравлическая (пневматическая) схема типовой машины с гидравлическим (пневматическим) приводом представлена на рис. 3.

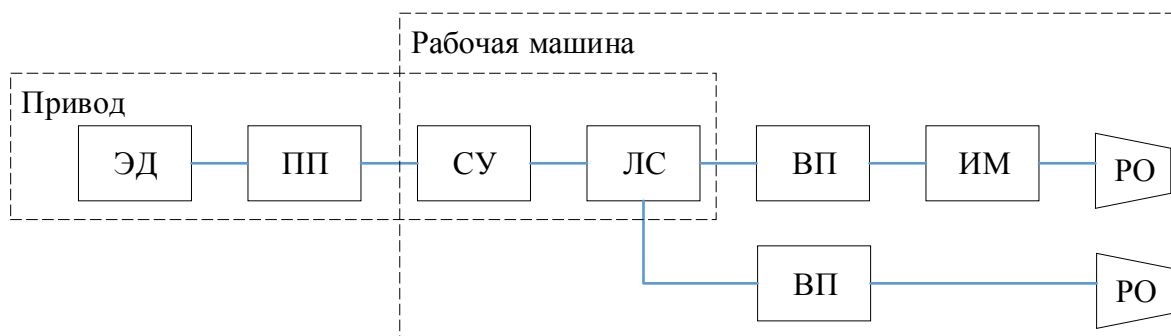


Рисунок 3. Структурная гидравлическая (пневматическая) схема технологического оборудования с электрогидравлическим (электропневматическим) приводом: ЭД - электродвигатель; ПП - первичный преобразователь; СУ - система управления; ЛС – линии связи; ВП - вторичный преобразователь; ИМ - исполнительный механизм; РО - рабочий орган

Управление технологическим оборудованием осуществляется с помощью систем управления, которые состоят из подсистем:

- механической (кинематической) и электрической – в оборудовании с электромеханическим приводом,
- механической (кинематической) и гидравлической – в оборудовании с электрогидравлическим приводом,
- механической (кинематической) и пневматической – в оборудовании с электропневматическим приводом.

Структурно-конструктивное строение оборудования. Структура технологического оборудования, являющегося изделиями машиностроения, по конструктивному признаку установлена стандартами ЕСКД (Единая система конструкторской документации).

Технологические машины (аппараты) автосервиса как конструктивные системы включают подсистемы и элементы, которые сгруппированы по конструктивному признаку. К таким подсистемам относятся комплексы, сборочные единицы, детали, комплекты.

Иерархическая схема конструктивного строения парка технологического оборудования и каждой отдельно взятой единицы оборудования показана на рис. 4.

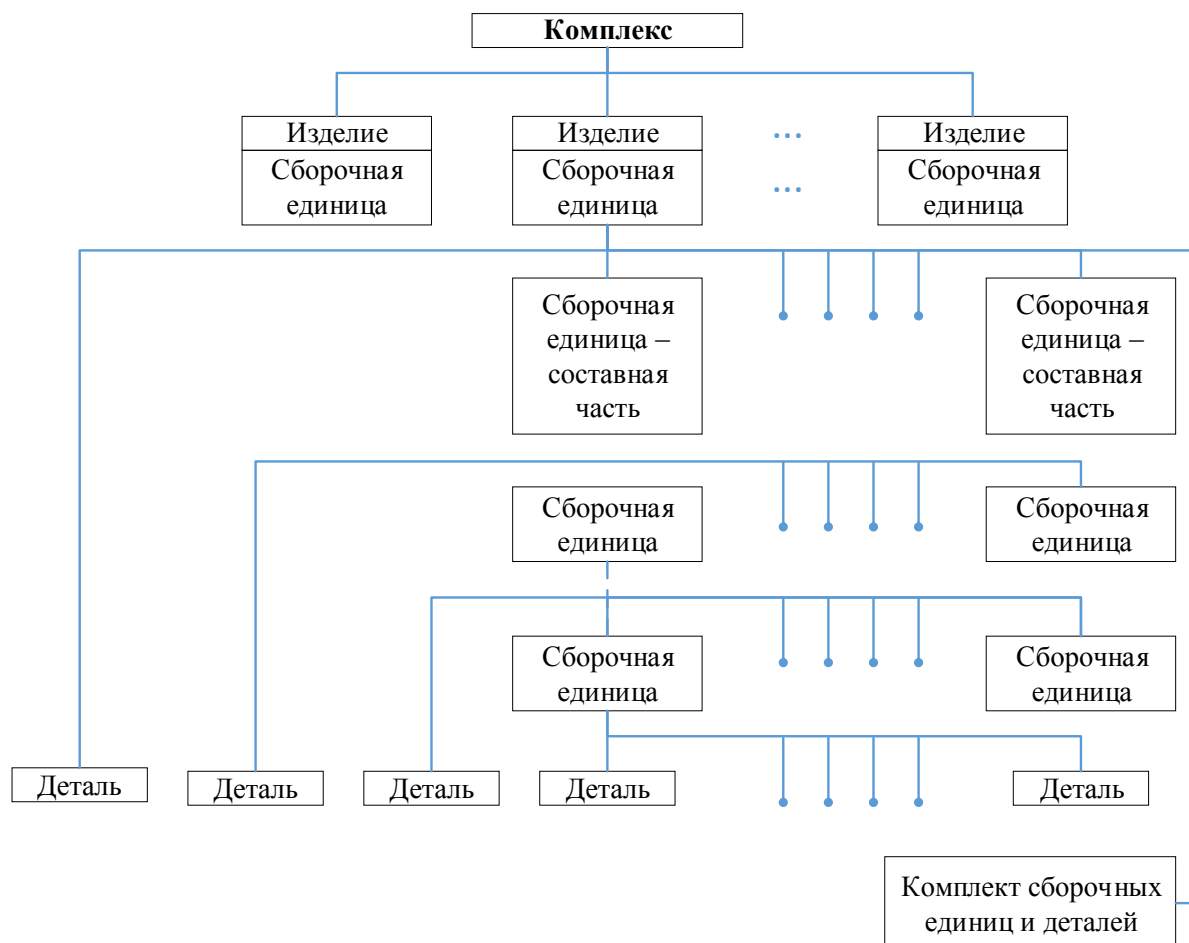


Рисунок 4. Иерархическая схема строения парка технологического оборудования и отдельной его единицы по конструктивному признаку

Под **комплексом** понимается совокупность двух или более единиц оборудования, не связанных между собой сборочными операциями, но задействованных в едином производственном процессе для достижения поставленной цели. К комплексу относятся оборудование, технологическая и организационная оснастки, а также инструмент соответствующих зон, участков и постов ПТС. Например, комплекс технического обеспечения шиномонтажного участка включает специальный автомобильный подъемник, шиномонтажный станок, балансировочный станок, вулканизатор, шероховальный станок, верстак, набор специального инструмента и др.

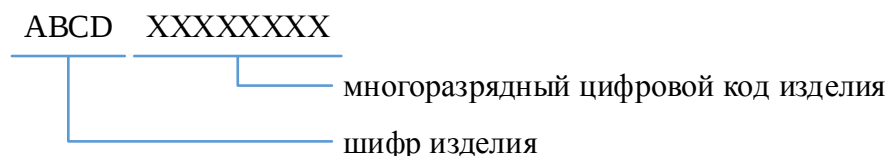
Сборочная единица представляет собой два или более изделий, соединенных между собой сборочными операциями (свинчиванием, пайкой, сваркой и др.). К сборочным единицам относятся: любая единица оборудования как единое целое, такие агрегаты машин как редукторы, двигатели, рабочие головки, механизированные инструменты и многое другое.

Сборочная единица – специфицируемое изделие. Основными конструкторскими документами на сборочную единицу являются спецификация и сборочный чертеж.

Под **деталью** понимают наиболее мелкий структурный элемент сборочной единицы – изделие, изготовленное из однородного по марке и наименованию материала без применения сборочных операций, либо с использованием таких операций, как нанесение на поверхность другого материала, местной спайки, сварки или склейки.

Деталь – неспецифицируемое изделие (основной конструкторский документ – чертеж).

В конструкторских документах и каталогах оборудования сборочные единицы и детали как структурные элементы оборудования имеют следующее обозначение:



Многоразрядный код построен по иерархической схеме с разбиением на группы, соответствующие структурным уровням изделия. Более высокие разряды кода определяют номера сборочных единиц, последние два разряда отданы деталям. Например:

ABCD XX000000 – соответствует обозначению наиболее крупной сборочной единицы – составной части изделия;

ABCD XXXX0000 – соответствует обозначению сборочной единицы среднего уровня, входящей в крупную сборочную единицу;

ABCD XXXXXX00 – соответствует обозначению мелкой сборочной единицы, входящей в среднюю сборочную единицу;

ABCD XXXXXXXX – номер детали, входящей в сборочную единицу.

ABCD 000000XX – соответствует обозначению детали, не входящей ни в одну сборочную единицу;

Номера цифр в разрядах кода совпадают с номерами позиций на сборочном чертеже всего изделия или сборочных чертежах его сборочных единиц.

К комплекту относится совокупность нескольких изделий вспомогательного назначения, объединенных одним футляром (упаковкой). Например, комплект запасных частей к оборудованию, комплект ключей, отверток или иного инструмента. В комплект могут входить как сборочные единицы (манометр, домкрат и др.), так и детали (рожковый ключ, вороток и др.).

При описании устройства и работы какого-либо оборудования применяются термины – *узел* и *агрегат*.

Под **узлом** понимается часть сборочной единицы определенного функционального назначения, существующая только в сборе, например, подшипниковый узел, узел подвески каретки и др. Узел в отличие от сборочной единицы не может быть вычленен из изделия при его разборке, он может быть только разобран в процессе разборки всего или части изделия. Узел нельзя снять с оборудования и положить на верстак, а сборочную единицу – можно.

К агрегатам относят составные части технологической машины – сборочные единицы, выполняющие функции двигателя; исполнительных механизмов, оснащенных инструментальными головками; насосов; коробок скоростей и т. п.

Технологическое оборудование конструктивно может быть оформлено с использованием **агрегатно-модульного принципа компоновки**, когда отдельные части оборудования сконструированы и изготовлены в виде отдельных модулей, соединенных между собой конструктивно (агрегатно) либо посредством линий энергоснабжения и управления. Из оборудования автосервиса к агрегатированному относятся порталные, а к модульному – туннельные автоматические моечные установки. По желанию заказчика заводы-изготовители комплектуют автоматизированные моечные установки агрегатами и модулями в различном сочетании (в каталогах оборудования – как набор различных опций).

1.3. Качество и надежность оборудования

Технологическое оборудование автосервиса, в большинстве своем, представляет собой сложные технические объекты с большим количеством потребительских свойств.

Потребительское свойство – объективная особенность продукции удовлетворять определенные потребности пользователей в соответствии с ее назначением, которая закладывается при создании продукции и проявляется непосредственно в процессах потребления или эксплуатации, а также при ее хранении. Конкретный перечень потребительских свойств называется номенклатурой. По сути, эта номенклатура определяет качественные характеристики любых потребительских товаров, в том числе и технологического оборудования.

Под *эксплуатацией оборудования* понимается потеря ресурса в процессе пользования, связанная с увеличением его наработки, под термином *потребление* – полный расход товара. Последний термин употребляют применительно к таким расходным эксплуатационным материалам, как смазочные масла, охлаждающие жидкости и т. п.

Любая единица оборудования, оснастки и механизированного инструмента является изделием машиностроения и может быть рассмотрена с трех точек зрения: как объект изготовления; как объект функциональной эксплуатации; как объект технической эксплуатации (технического обслуживания и ремонта).

Качество технологического оборудования автосервиса как *объекта функциональной эксплуатации* определяется совокупностью эксплуатационных свойств, определяющей возможность и эффективность его применения по назначению.

Эксплуатационные свойства – группа свойств, определяющих степень приспособленности

- Данные о приводе (вид, установленная мощность).
- Габаритные размеры.
- Масса.

Под показателями качества любой технической продукции, в том числе и технологического оборудования, понимаются показатели ее свойств.

Для целей оценки уровня качества вся промышленная продукция разделена на два класса. Во второй класс входят изделия долговременного пользования – ремонтируемые изделия (оборудование, транспортные средства, бытовая техника и др.). Для изделий технического назначения относительной характеристикой качества, отражающей только ее техническое совершенство, является технический уровень продукции.

Уровень качества продукции – относительная характеристика ее качества, основанная на сравнении значений показателей качества оцениваемой продукции с базовыми значениями соответствующих показателей. За базовые принимаются значения показателей качества, указанные в нормативных документах (ГОСТ, РД, правила ЕЭК ООН и др.), или лучших отечественных или зарубежных образцов, по которым имеются достоверные данные о качестве.

Существуют два основных метода оценки уровня качества и технического уровня продукции: дифференциальный (детальное рассмотрение и изучение одной из групп потребительских свойств изделия) и комплексный (комплексное рассмотрение всей совокупности потребительских свойств изделия).

Оценка уровня качества по дифференциальному методу базируется на анализе относительных единичных показателей качества либо на сравнении единичных показателей исследуемого и базового образцов.

В первом случае используют обычно безразмерные шкалы, фиксирующие значения показателей анализируемого изделия P_i в долях единицы или процентах от значения базового показателя P_B , во втором случае – шкалы качественных оценок.

Значения единичных базовых показателей P_B определяют из нормативных источников или на основе анализа аналогов (изделий, признанных лучшими на международных выставках, заслуживших признание массового потребителя, успешно конкурирующих с другими изделиями на внешнем рынке), при этом используется информация из журналов, каталогов, результатов экспертиз, проведенных потребительскими организациями.

При расчетах относительных безразмерных единичных показателей качества учитывается следующее.

Когда с увеличением единичного показателя качество изделия в целом повышается (например, увеличение производительности улучшает качество оборудования при прочих равных условиях), за базовый показатель принимается наибольшее его значение. Формула для определения безразмерного показателя q в этом случае имеет вид

$$q = \frac{P_i}{P_A}. \quad (1)$$

Если же улучшение качества изделия связано с уменьшением какого-либо его единичного показателя (например, уменьшение массы повышает качество инструмента при прочих равных условиях), то в качестве базового показателя принимается его наименьшее значение. Тогда расчетная формула примет вид

$$q = \frac{P_A}{P_i}. \quad (2)$$

Об уровне качества судят по величине относительного показателя. Если этот показатель больше или равен единице, то уровень качества превышает базовый или равен ему. В противном случае уровень качества изделия ниже базового.

При использовании оценки уровня качества или технического уровня изделия путем попарного сопоставления единичных показателей устанавливается отношение тождества (равенства) или различия потребительских показателей качества анализируемого изделия и выбранного базового образца (основания сравнения). Результаты такого сравнения соотносятся с выбранными ценностными шкалами. При этом эксперты оперируют понятиями типа «больше», «меньше», «равно», а при оценке – «лучше», «хуже», «на уровне».

Комплексный метод оценки уровня качества основан на применении обобщенного показателя, который представляет собой функцию единичных и комплексных показателей продукции. Обобщен-

ный показатель качества может быть представлен в виде главного показателя, средневзвешенного показателя или интегрального показателя.

Главным считается такой показатель изделия, который отражает всю совокупность его потребительских свойств и может быть рассчитан через единичные показатели или получен через эксплуатационную информацию. Например, главным показателем гидравлических прессов и кузовных станков является развиваемое усилие (кН), для автоматизированных моечных установок – производительность (автомобилей / ч).

Средневзвешенный показатель (K) находят путем объединения всех оценок единичных показателей с учетом их коэффициентов весомости (взвешенных оценок) и выражают, как правило, в безразмерной системе единиц.

Определение средневзвешенного показателя включает две основные модификации:

– весовой метод (показатель определяют усреднением оценок отдельных единичных относительных показателей путем суммирования показателей с учетом их коэффициентов весомости):

$$K = \sum_{i=1}^n q_i \alpha_i ; \quad (3)$$

– эксперт-метод (показатель определяют на основе усреднения оценок экспертами балльных значений отдельных единичных показателей с учетом их коэффициентов весомости):

$$K = \sum_{i=1}^n P_i \alpha_i , \quad (4)$$

где P_i , — показатель, характеризующий i -е свойство изделия, в баллах; α_i – коэффициент весомости данного свойства в оценке качества изделия.

Существует несколько методов нахождения коэффициентов весомости, но наиболее часто используется экспертный метод. Он позволяет определить, какой из совокупности оцениваемых показателей самый важный, какой менее важный, и т. д. Для этого используют различные способы (рангов, попарного сравнения, комбинированный и др.).

Обычно при определении коэффициентов весомости эксперты исходят из условия равенства суммы всех коэффициентов весомости единице (метода фиксированной суммы), т. е. $\sum \alpha_i = 1$.

Для того чтобы получить полную оценку технического уровня качества оборудования, необходимо использовать интегральный критерий качества, который заключается в сопоставлении полезного эффекта, получаемого предприятием от данного оборудования, и суммарных затрат на приобретение и потребление (эксплуатацию) этого изделия. В итоге зависимость имеет следующие виды:

$$I = \frac{K}{3} , \quad (5)$$

$$\text{или } I = \frac{\mathcal{E}}{3} , \quad (6)$$

где 3 – затраты на приобретение и эксплуатацию оборудования; $\mathcal{E}$ – суммарный полезный эффект от эксплуатации станка, станда или иного оборудования, например, объем услуг в денежном выражении, полученный при эксплуатации данного оборудования.

Затраты на эксплуатацию изделия складываются из следующих компонент: одновременные затраты (транспортировка, монтаж); длительные затраты (потребление и ремонт – расход энергии, материалов и др.); косвенные затраты из-за потерь, вызванных простоями, отказами.

Надежность является одним из комплексных потребительских свойств оборудования для автосервиса, определяющих уровень его качества.

Надежность – свойство объекта сохранять во времени в установленных пределах значения эксплуатационных параметров, характеризующих способность выполнять требуемые функции в заданных режимах и условиях использования, технического обслуживания и ремонта, хранения и транспортировки.

Под *объектом* может пониматься деталь, единица оборудования как сборочная единица, его агрегат или иная его составная часть – сборочная единица или техническая система. Во всех случаях, когда нет необходимости конкретизировать предмет исследования, говорят об объекте и о надежности объекта. Если же изучается или рассматривается задача, специфичная только для определенного вида изделий, то говорят о надежности детали, о надежности оборудования или инструмента, о надежности человека-оператора, о надежности системы электроснабжения и т. д.

К «эксплуатационным» относятся параметры, которые могут изменяться в процессе эксплуатации и на которые в нормативно-технической документации (НТД) заданы допускаемые пределы их изменения, например, производительность, скорость, расход электроэнергии и т. п.

С позиции надежности оборудование как техническое изделие может находиться в следующих состояниях:

- исправном или неисправном;
- работоспособном или неработоспособном;
- непредельном или предельном.

Исправное состояние – состояние объекта, при котором он соответствует всем требованиям, установленным НТД. Если же хотя бы по одному из требований изделие не соответствует НТД, то считается, что оно находится в неисправном состоянии.

Повреждение – событие, заключающееся в нарушении исправности объекта. Следствием проявления повреждения является *дефект*.

Термин «дефект» связан с термином «неисправность», но не является его синонимом. Находясь в неисправном состоянии, изделие имеет один или несколько дефектов. Термин «дефект» применяют для указания на конкретную неисправность изделия при контроле качества продукции на стадии изготовления, а также при ремонте, например, при составлении ведомостей дефектов, и контроле качества отремонтированной продукции.

В отличие от термина «дефект», термин «неисправность» распространяется не на всякую продукцию, в том числе не на всякие изделия. Например, не называют неисправностями недопустимые отклонения показателей качества материалов, топлива, химических продуктов, изделий пищевой промышленности и т. п.

Работоспособное состояние – состояние объекта, при котором он способен выполнять (или выполняет) заданные функции, сохраняя значения заданных параметров в пределах, установленных технической документацией.

Состояние объекта, при котором значение хотя бы одного заданного параметра, характеризующего способность выполнять заданные функции, не соответствует требованиям, установленным НТД, называется неработоспособным.

Понятие «исправное состояние» шире, чем понятие «работоспособное состояние». Работоспособный объект, в отличие от исправного объекта, удовлетворяет лишь тем требованиям НТД, которые обеспечивают его нормальное функционирование при выполнении заданных функций. При этом он может не удовлетворять, например, требованиям, относящимся к внешнему виду изделий. Работоспособный объект может быть неисправным, однако его повреждения при этом не настолько существенны, чтобы могли препятствовать функционированию объекта.

Различают следующие возможные сочетания состояний изделия:

- исправное, работоспособное, непредельное;
- исправное, работоспособное, предельное;
- неисправное, работоспособное, непредельное;
- неисправное, неработоспособное, непредельное;
- неисправное, неработоспособное, предельное.

Соотношение между состояниями «исправный объект» и «работоспособный объект» хорошо иллюстрирует диаграмма изменения какого-либо функционального или структурного параметра изделия. На рисунке 6 показана диаграмма состояний технического изделия. Исправное состояние характеризуется максимальным q_1 , и минимальным q_2 допустимым значением параметра q ; Δq_i – допуск на параметр по НТД. Неисправному состоянию соответствует соотношение $q_1 < q_2$.

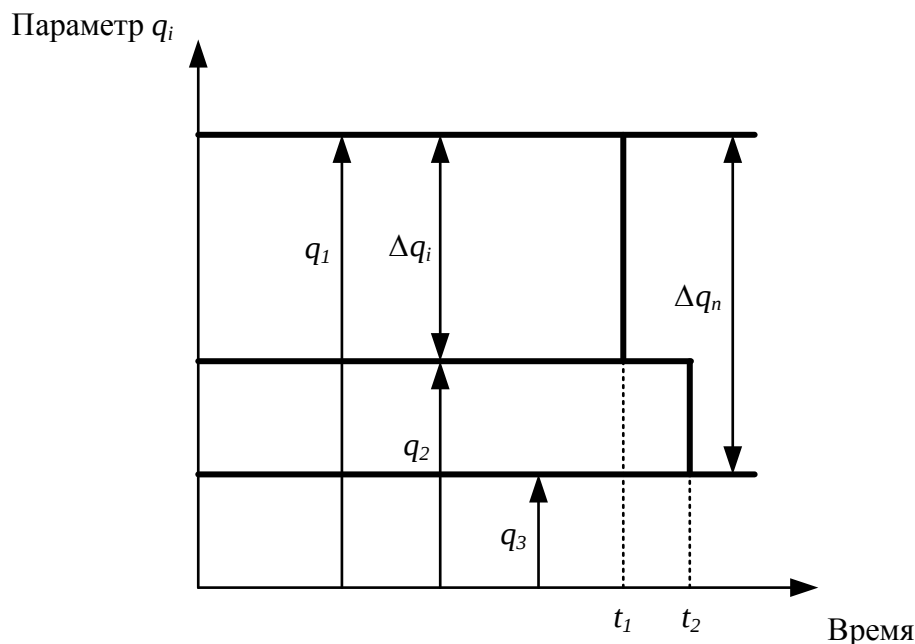


Рисунок 6. Диаграмма состояний объекта

Работоспособное состояние: q_i , находится в пределах Δq_n . Неработоспособное состояние: $q_i < q_3$.

Предельное состояние определяется: физической невозможностью восстановления работоспособности; экономической нецелесообразностью восстановления работоспособности; недопустимым снижением эффективности эксплуатации (моральный износ); требованиями безопасности (в этом случае наступление предельного состояния оговаривается в НТД).

Изделие переходит в неработоспособное состояние в результате отказа.

Отказ – событие, после которого функционирование изделия прекращается (перегорание электрической лампочки, поломка вала станка, разрыв трубопровода и т. п.) или хотя бы один из эксплуатационных параметров выходит за границы допуска (например, уменьшение коэффициента полезного действия ниже установленного уровня, увеличение погрешности обработки за пределы допуска и т. п.).

Отказ может возникнуть в результате наличия в изделии одного или нескольких дефектов, но появление дефектов не всегда означает, что возник отказ, т. е. изделие стало неработоспособным. Например, нарушение сплошного слоя лакокрасочного покрытия – дефект, но этот дефект может привести к отказу изделия при его эксплуатации только из-за коррозионного разрушения поверхности, которое наступает через достаточно длительный период времени с момента появления данного дефекта.

В зависимости от признаков отказы объектов- товаров длительного пользования, в том числе технологического оборудования, классифицируются следующим образом (табл. 1)

Таблица 1. Классификация отказов

Признак классификации	Вид отказа
Характер изменения основного параметра объекта до момента возникновения отказа	Внезапный, постепенный
Возможность последующего использования объекта после возникновения его отказа	Полный, частичный
Связь между отказами	Независимый, зависимый
Устойчивость неработоспособности	Устойчивый, самоустраняющийся (сбой), перемежающийся
Наличие внешних проявлений отказа	Очевидный (явный), скрытый (неявный)
Причина возникновения отказа	Конструкционный, производственный, эксплуатационный

Природа происхождения	Естественный, искусственный
Время возникновения отказа	При испытаниях, в периоде приработки, в периоде нормальной эксплуатации, в запредельном периоде эксплуатации
Возможность устранения	Устранимый, неустраимый

Внезапными являются отказы, характеризующиеся скачкообразным изменением одного или нескольких заданных параметров объекта, которые до момента наступления отказа находились на неизменном уровне. Сюда относятся отказы, обусловленные перегоранием электрических или электронных ламп, перегоранием спиралей нагревательных приборов, усталостным разрушением деталей и т. п. Чаще всего к внезапным отказам приводит нарушение правил эксплуатации техники или непредусмотренные техническими характеристиками значительные нагрузки на конструкцию объекта (включение электроприборов в сеть более высокого напряжения, механические поломки из-за неправильного использования, непредусмотренных нагрузок или попадания в зубчатые зацепления иностранных предметов, повреждения изоляции и др.).

К постепенным относятся отказы, характеризующиеся постепенным изменением одного или нескольких заданных параметров объекта до момента превышения их предельных значений. Постепенные отказы обусловлены износом деталей, коррозией, старением конструкционных материалов. Типичными постепенными отказами являются, например, недопустимое увеличение зазора в сопряжении, повышение контактного сопротивления в реле из-за коррозии материала, уменьшение КПД ниже установленных границ, снижение производительности, мощности, скорости и других параметров за границы, установленные в НТД.

К полным относятся отказы, после возникновения которых использование объекта по назначению невозможно (для восстанавливаемых изделий – до проведения восстановления). К частичным относятся отказы, после возникновения которых изделие может быть использовано по назначению, но с меньшей эффективностью или, когда вне допустимых пределов находятся значения не всех, а одного или нескольких основных параметров.

К независимым относятся отказы элемента изделия, не обусловленные повреждением или отказами другого элемента изделия, к зависимым – отказы элемента изделия, обусловленные повреждением или отказом другого элемента объекта.

Устойчивые отказы можно устранить только путем восстановления (ремонта). Если отказы устраняются без операции восстановления путем саморегулирования, то такие отказы относятся к самоустраняющимся. Самоустраняющийся отказ, приводящий к кратковременному нарушению работоспособности, называется сбоем. Сбой, как правило, возможен в работе электрических или электронных схем машин. Многократно возникающие сбои одного и того же характера называются перемежающимися отказами.

К очевидным (явным) относятся такие отказы, наступление которых приводит к отказу функционирования изделия и которые обнаруживаются без проведения специальных исследований. К скрытым (неявным) относятся отказы, для обнаружения которых требуется проведение специальных исследований и момент наступления которых может не совпадать с моментом наступления отказа изделия. Например, нарушение герметичности прокладки головки блока цилиндров компрессора, приводящее к потере давления воздуха на выходе, – скрытый отказ, так как он может быть не обнаружен в момент появления.

К конструктивным относятся отказы, возникающие в результате нарушения установленных правил и норм конструирования. Если причиной отказа является нарушение установленного процесса изготовления или ремонта, то отказ является производственным. Отказы, возникающие в результате нарушения установленных правил и условий эксплуатации, называются эксплуатационными.

К искусственным относятся отказы, которые вызываются преднамеренно, например, с исследовательскими целями, с целью необходимости прекращения функционирования и т. п. Отказы, которые происходят без преднамеренной организации их наступления в результате направленных действий человека (или автоматических устройств), относятся к категории естественных отказов.

К устранимым следует относить отказы, которые устраняются посредством операции технического обслуживания, регулировки или восстановления. Если же в результате отказа отказавший элемент не восстанавливается, а заменяется новым, то такой отказ является неустраимым (перегорание электролампы, поломка штыря вилки и т. п.). К неустраимым следует относить также отказы, которые устранять экономически нецелесообразно.

При проведении расчетов надежности объектов и разработке мероприятий по устранению отказов следует также выделять критерии, причины, характер и последствия отказов и повреждений.

Под критерием отказа понимается установленный в нормативно-технической документации признак или совокупность признаков неработоспособного состояния изделия. Так как работоспособное состояние характеризуется условием, что установленные в технической документации параметры изделия находятся в заданных пределах (допусках), то критерием отказа будут служить название параметра и пределы его изменения.

К причинам отказов относятся события и процессы, приводящие к потере работоспособности. К такого рода событиям и процессам относятся допущенные при конструировании, производстве и ремонтах дефекты, нарушения правил и норм эксплуатации, различного рода повреждения, а также естественные процессы изнашивания, старения.

Характером отказа (повреждения) являются конкретные изменения в объекте, связанные с возникновением отказа (повреждения), например, обрыв провода, деформация детали и т. п.

К последствиям отказа (повреждения) относятся явления, процессы и события, возникшие после отказа (повреждения) и находящиеся в непосредственной причинной связи с ним. Например, остановка двигателя, потеря тормозных свойств автомобиля и др.

Многие изделия после наступления отказа или с целью их предупреждения подвергаются операциям технического обслуживания и ремонта.

Объекты, исправность которых в случае возникновения повреждения подлежит восстановлению, называются *ремонтируемыми объектами*.

К *неремонтируемым* относятся такие объекты, исправность которых при возникновении повреждения не подлежит восстановлению.

Объекты, работоспособность которых в случае возникновения отказа подлежит восстановлению в рассматриваемой ситуации, называются *восстанавливаемыми*.

Если в рассматриваемой ситуации (например, на месте эксплуатации) восстановление работоспособности данного объекта в случае отказа нецелесообразно или неосуществимо, то такой объект относится к *невосстанавливаемым*.

Например, электрическая лампа – невосстанавливаемый объект, электродвигатель – восстанавливаемый. Таким образом, классификация объектов на восстанавливаемые и невосстанавливаемые производится применительно к конкретным условиям восстановления работоспособности в процессе эксплуатации.

Неремонтируемый объект обычно является и невосстанавливаемым, а ремонтируемый объект может рассматриваться как невосстанавливаемый в зависимости от условий эксплуатации.

Для невосстанавливаемых изделий предельное состояние наступает после первого отказа.

Под наработкой понимается продолжительность или объем работы объекта. Размерность наработки определяется видом объекта и условиями его использования. Так, наработка деталей, работающих в условиях циклического нагружения, измеряется числом циклов, наработка реле – числом циклов замыканий и размыканий, наработка автомобильного подъемника – количеством подъемов. Нарботка может определяться до отказа изделия, до его списания или до некоторого фиксированного момента времени.

Нарботка объекта от начала эксплуатации или ее возобновления после среднего или капитального ремонта до наступления предельного состояния называется *техническим ресурсом* (или просто ресурсом). Ресурс невосстанавливаемого объекта определяется через наработку объекта до отказа. Ресурс восстанавливаемого объекта равен сумме наработок до предельного состояния.

Надежность – сложное свойство, которое в зависимости от назначения объекта и условий его эксплуатации включает такие единичные свойства, как безотказность, долговечность, ремонтпригодность и сохраняемость в отдельности или определенное сочетание этих свойств как для объекта, так и для его частей.

Безотказность – свойство объекта сохранять непрерывно работоспособность в течение некоторого времени или некоторой наработки. *Долговечность* – свойство объекта непрерывно сохранять работоспособность до наступления предельного состояния при установленной системе технического обслуживания и ремонта.

Показатели долговечности могут выражаться также через срок службы, под которым понимается календарная продолжительность эксплуатации объекта от ее начала или возобновления после среднего или капитального ремонта до наступления предельного состояния. Обычно различают срок службы до среднего (капитального) ремонта, между ремонтами и срок службы до списания. При этом учитывается только календарная продолжительность эксплуатации изделий независимо от фактиче-

ской наработки изделий в этот промежуток времени, т. е. возможна такая ситуация, когда срок службы некоторого изделия (например, до капитального ремонта) будет исчисляться годами, хотя фактическая выработка за этот период будет равна нулю, если изделие практически не работало. Другим крайним случаем будет ситуация, когда наработка изделия (в часах) будет равна сроку службы.

Ремонтопригодность – свойство объекта, заключающееся в его приспособленности к предупреждению, обнаружению причин возникновения отказов и неисправностей путем проведения технического обслуживания и ремонтов.

Ремонтопригодность изделий характеризуется продолжительностью операций обнаружения, поиска причин отказа и устранения последствий отказа. При этом следует учитывать, что полная продолжительность восстановления изделий включает в себя время, затрачиваемое на организационные мероприятия (доставка запасных частей, организационные простои и т. д.), которое не зависит от ремонтопригодности изделий, и время, затрачиваемое непосредственно на проведение операций технологического обслуживания и ремонта. Это время, называемое оперативной продолжительностью (трудоемкостью), непосредственно зависит от уровня ремонтопригодности изделий.

Сохраняемость – свойство объекта сохранять показатели безотказности, долговечности и ремонтопригодности в течение и после хранения и (или) транспортировки. Это свойство особенно важно для тех видов продукции, для которых предусматривается, например, сезонная эксплуатация (большинство сельскохозяйственных машин) или которые вступают в эксплуатацию в некоторых аварийных или особых условиях (противопожарная техника, средства сигнализации и т. д.).

Теория надежности является комплексной дисциплиной и состоит из таких разделов, как математическая теория надежности, надежность по отдельным физическим критериям отказов (физика отказов), расчет и прогнозирование надежности, обеспечение надежности на различных этапах жизненного цикла изделий, контроль надежности и техническая диагностика, теория восстановления работоспособности деталей машин, экономика надежности.

Специфическая особенность надежности заключается в том, что точное значение ее показателей для конкретного изделия не может быть однозначно указано до начала эксплуатации. Значения всех показателей зависят от множества факторов, учесть которые практически невозможно. Сами факторы (действующие нагрузки, физико-механические характеристики материалов, допуски на размеры деталей и посадки сопряжений и др.) имеют значительное рассеяние величин, что приводит к разбросу наработок, ресурсов, сроков службы, моментов наступления отказов однотипных изделий. Поэтому в расчетах надежности многие параметры должны рассматриваться как случайные величины, которые могут принять то или иное значение, неизвестное заранее.

Случайные величины могут быть дискретными (число отказов, количество изделий, поставленных на испытания, и др.) и непрерывными (время, наработка, нагрузка и др.).

Теория надежности оперирует случайными событиями, количественные закономерности которых изучают теория вероятностей и математическая статистика. Вероятностная трактовка характеристик случайных событий и величин применяется для прогнозирования надежности изделий, статистические методы используются для обработки результатов испытаний или наблюдений конечных партий изделий.

Под номенклатурой показателей надежности понимается состав показателей, необходимый и достаточный для характеристики объекта или решения поставленной задачи. Номенклатура показателей надежности выбирается с учетом вида изделия, последствий отказов и других факторов, определяемых целями исследования. Полный состав номенклатуры показателей надежности, из которой выбираются показатели надежности для конкретного объекта и решаемой задачи, установлен государственным стандартом.

Показатели надежности принято классифицировать по следующим признакам:

- свойствам надежности, которые они характеризуют, – показатели безотказности, долговечности, ремонтопригодности и сохраняемости;
- числу свойств, которые они характеризуют, – единичные показатели, характеризующие одно из свойств надежности, комплексные показатели, характеризующие одновременно несколько свойств надежности (например, одновременно безотказность и ремонтопригодность);
- числу характеризуемых объектов – групповые, индивидуальные и смешанные показатели.

К групповым относятся такие показатели, которые регламентируют требования к уровню надежности некоторой совокупности (партии) изделий. Эти показатели могут быть определены и установлены только для совокупности изделий; уровень надежности отдельного экземпляра изделий они не регламентируют.

К индивидуальным относятся показатели, которые устанавливают норму надежности для каж-

дого изделия рассматриваемого типа. К таким показателям относятся: установленный ресурс (срок службы), установленная безотказная наработка и др.

К смешанным относятся показатели, которые одновременно могут выступать как групповые и как индивидуальные.

По размерности – показатели, определяемые наработкой и календарной продолжительностью. Первые применяются в случае, когда свойства изделий изменяются только во время непосредственного функционирования (работы) и наработка учитывается, вторые – когда свойства изделий изменяются в течение всего периода эксплуатации и наработка не учитывается.

Различают статистические (оценочные, приблизительные) и вероятностные (точные) показатели.

Статистические оценки – это результат наблюдения за некоторой выборкой N изделий. Если количество изделий N увеличивать до бесконечности, то выборка приближается к генеральной совокупности, а статистическая оценка – к вероятностной.

При испытаниях значение числа наблюдений выбирается так, чтобы обеспечить приемлемую погрешность результатов. В этом случае статистические оценки могут быть приняты за вероятностные.

Показатели безотказности. Безотказность – свойство объекта сохранять непрерывно работоспособность в течение некоторого времени или некоторой наработки.

Эти показатели характеризуют свойство объекта непрерывно сохранять работоспособное состояние в течение некоторого времени или некоторой наработки. К числу основных показателей безотказности относятся вероятность безотказной работы, интенсивность отказов, средняя наработка до отказа, у-процентная наработка до отказа, наработка до отказа, установленная наработка до отказа.

Показатели долговечности. Показатели долговечности характеризуют ресурс объекта, или срок службы. К основным показателям долговечности относятся процентный ресурс, средний ресурс, у-процентный срок службы и средний срок службы, назначенный ресурс, установленный ресурс, ресурс. **Показатели ремонтпригодности.** К показателям ремонтпригодности относятся вероятность восстановления в заданное время, среднее время восстановления, интенсивность восстановления объекта, установленное время восстановления и др.

Показатели сохраняемости. К ним относятся γ -процентный срок сохраняемости, средний срок сохраняемости, установленный срок сохраняемости, срок сохраняемости. Выделим из них следующие показатели.

Комплексные показатели надежности. К комплексным показателям относятся коэффициент оперативной готовности в стационарном режиме, называемый просто коэффициентом готовности, коэффициент ремонтпригодности и коэффициент технического использования.

Все восстанавливаемые объекты, включая и системы, применяемые для непрерывной или временной эксплуатации, периодически требуют обслуживания. Обслуживание бывает двух видов:

- внеплановое, необходимое вследствие возникновения отказов или из-за неправильной работы эксплуатируемого объекта;
- плановое – обслуживание объекта через регулярные промежутки времени.

Целью внепланового обслуживания является восстановление функций объекта путем замены, ремонта или наладки элементов, вызывающих нарушение работы.

Целью планового обслуживания является сохранение объекта в работоспособном состоянии. Оно включает контроль, проверку, осмотры, ремонтные работы. Эти операции выполняются с целью предотвратить рост интенсивности отказов элементов и системы и не допустить превышения ее расчетного уровня. Такое обслуживание называют также профилактическим.

Периодичность выполнения обслуживания зависит от физических характеристик применяемых элементов объекта (деталей и сборочных единиц), статистических характеристик износа элементов, от интенсивности отказов элементов и от требований к надежности, с которой должен работать объект.

Периодичность внепланового обслуживания (ремонта) строго зависит от интенсивности отказов во время эксплуатации объекта и, следовательно, является функцией величины, обратной средней наработке на отказ.

Факторы, влияющие на надежность оборудования,
и причины разрушения деталей конструкции.

Надежность конструкций оборудования определяется стабильностью протекания рабочих процессов, сопротивляемостью конструкции разрушениям, стабильностью свойств конструкционных

материалов и без дефектности конструкции.

Рабочие процессы представляют собой совокупность различных физических, химических и физико-химических явлений, которые возникают в агрегатах и системах оборудования в процессе их работы. Стабильность протекания рабочих процессов обеспечивается наличием смазочной среды в рабочих зонах агрегатов и уплотнений, препятствующих проникновению агрессивной внешней среды внутрь агрегатов, а также оптимальным тепловым режимом работы агрегатов и устойчивой работой системы регулирования и т.п. Дефекты из-за нарушения стабильности рабочих процессов имеют определяющее воздействие на надежность в начальный период эксплуатации.

Сопrotивляемость конструкций разрушения зависит от свойств материалов, выбранных конструктором нормативов и условий эксплуатации. На сопротивляемость влияют нагрузочные (силовые воздействия на конструкцию), скоростные (изменение скорости перемещения элементов конструкции по величине и направлению) и температурные (изменение температуры во времени и по величине) режимы, а также внутренние (газы или жидкости, заполняющие внутренние полости агрегатов) и внешняя (атмосфера) среды.

Характер возникновения дефектов из-за снижения сопротивляемости конструкции разрушениям показывает, что в начальный период эксплуатации они практически отсутствуют и начинают оказывать заметное влияние на надежность после 40% от ресурса до капитального ремонта.

Стабильность свойств конструкционных материалов характеризует неизменность с течением времени в условиях рабочих процессов геометрических форм и размеров деталей, их механических и физико-химических свойств. У современных моделей оборудования дефекты из-за нарушения стабильности свойств конструкционных материалов начинают оказывать заметное влияние на надежность после наработки несколько более 50% от их ресурса до капитального ремонта.

Без дефектности конструкции характеризует отсутствие в ней конструктивных, технологических и производственных погрешностей. Она зависит от культуры проектирования и производства, степени доводки конструкции, организации контроля и т. д. Дефекты, возникшие из-за снижения уровня без дефектности конструкции, оказывают определяющее воздействие на надежность в начальный период эксплуатации при наработке 5–10% от ресурса до капитального ремонта.

Надежность закладывается в изделие при проектировании, обеспечивается при изготовлении и поддерживается в процессе эксплуатации.

Как известно, все причины отказов могут быть сведены в три группы в зависимости от стадии жизнедеятельности объекта, когда эта причина возникла: ошибки (дефекты) проектирования и конструирования; ошибки (дефекты) изготовления; ошибки (дефекты) эксплуатации.

Типичными дефектами проектирования и конструирования, приводящими к преждевременным отказам и уменьшению долговечности изделий, являются:

- ошибки в моделировании или учете эксплуатационных нагрузок;
- неправильные силовые, прочностные и другие расчеты конструкции;
- неверный выбор конструкционных материалов;
- неправильно составленная принципиальная схема изделия, вызывающая неблагоприятное распределение нагрузок на силовые элементы изделия;
- неудачные конструктивные решения защиты узлов трения от внешних факторов, непродуманные решения по их смазке трущихся пар, наличие концентраторов напряжений в элементах деталей и т. п.

При производстве изделия могут иметь место технологические дефекты:

- по составу конструкционных материалов (инородные включения, охрупчивающие примеси, изменения в процентном соотношении входящих элементов и т. п.);
- по отступлениям от технологической дисциплины при заготовительных операциях, механической, термической и других видах обработки деталей (усадочные раковины, пористость, задиры, повышенная шероховатость поверхности, закалочные трещины, обезуглероживание, снижение механических характеристик поверхности и др.);
- по операциям сварки (трещины, коробление, непровар, недостаточная глубина шва и др.);
- по сборочным операциям (задиры, внесение абразива в места трения, повреждения при сочленении, несоосность и др.).

Дефекты эксплуатации могут быть субъективного и объективного характера. К первым относятся нарушения правил эксплуатации и неправильное техническое обслуживание объекта. Ко вторым – наличие перегрузок и непредвиденных нагрузок из-за нарушений в энергоснабжении, стихийных явлений природы, попадания в машину посторонних предметов и т. д.

Изделия, сконструированные, изготовленные и эксплуатируемые в соответствии с установлен-

ными требованиями НТД, отказывают только из-за физико-химических процессов разрушения. Причинами отказов в этих случаях являются процессы, протекающие внутри детали, на поверхности детали, в сопряжениях, а также в электрических цепях.

Утрата работоспособности может происходить постепенно или мгновенно, в зависимости от вызвавших ее причин. Наиболее общими причинами достижения предельных состояний деталей являются: износ; статические нагрузки; усталость материала; старение; ползучесть материала; хрупкость; заклинивание.

В интегральной форме детали машин должны обладать комплексом свойств, чтобы оптимально сопротивляться внешним воздействиям. Способность деталей сопротивляться единичным перегрузкам называется прочностью. Способность деталей сопротивляться усталостным разрушениям называется выносливостью. Способность деталей сопротивляться изнашиванию их поверхности называется износостойкостью.

Изменения, которые происходят в машине и приводят к потере работоспособности, связаны с внешними и внутренними воздействиями. Практически все они носят энергетическую природу, и их можно подразделить на следующие виды воздействия:

- действие энергии окружающей среды;
- действие внутренних источников энергии, связанных с рабочими процессами в машине, а также взаимодействием деталей друг с другом;
- потенциальная энергия, накопленная в деталях машин в процессе их изготовления (остаточные внутренние напряжения в отливках, в посадках и т. д.) и в результате эксплуатации.

В процессе эксплуатации на машину воздействуют следующие виды энергии.

Механическая энергия. Она не только передается по всем звеньям (динамические нагрузки), но и проявляется в статических нагрузках. Силы, возникающие в машине, определяются характером рабочего процесса и конструкцией машины и являются систематическими, но при определенных условиях они могут носить случайный характер (например, при непредвиденных перегрузках). Другая часть усилий накапливается в деталях машин в виде остаточных деформаций и сохраняется постоянно. Во времени действие механической энергии может происходить кратковременно (пиковые нагрузки, заклинивание и т. п.) или длительно (весь период эксплуатации).

Тепловая энергия. Воздействует на машину и ее элементы при изменении температуры окружающей среды или в рабочих зонах машины при осуществлении технологического процесса, а также при преобразовании части механической энергии в тепловую.

Химическая энергия. Проявляется в виде коррозии поверхности деталей и является следствием контакта поверхности деталей как с агрессивными рабочими компонентами, так и с окружающей средой.

Биологическая энергия. Проявляется в воздействии микроорганизмов на материалы конструкции, которые могут служить пищей и средой обитания для них.

Различные виды энергии суммарно воздействуют на конструкционные материалы и приводят к изменению первоначальных характеристик материалов, параметров машин. В связи с различиями по скорости проявления энергий изменение состояния элементов машин также может происходить с различной скоростью, а следовательно, с различной скоростью проявляются и отказы в системе.

Физическая природа отказов должна рассматриваться с учетом не только вида объекта, материалов, режима нагружения, но и факторов внешней среды, которые формируют то или иное негативное воздействие на изделие и вызывают соответствующий физико-химический процесс разрушения.

Влияние факторов среды на надежность деталей машин дано на рисунке 7.

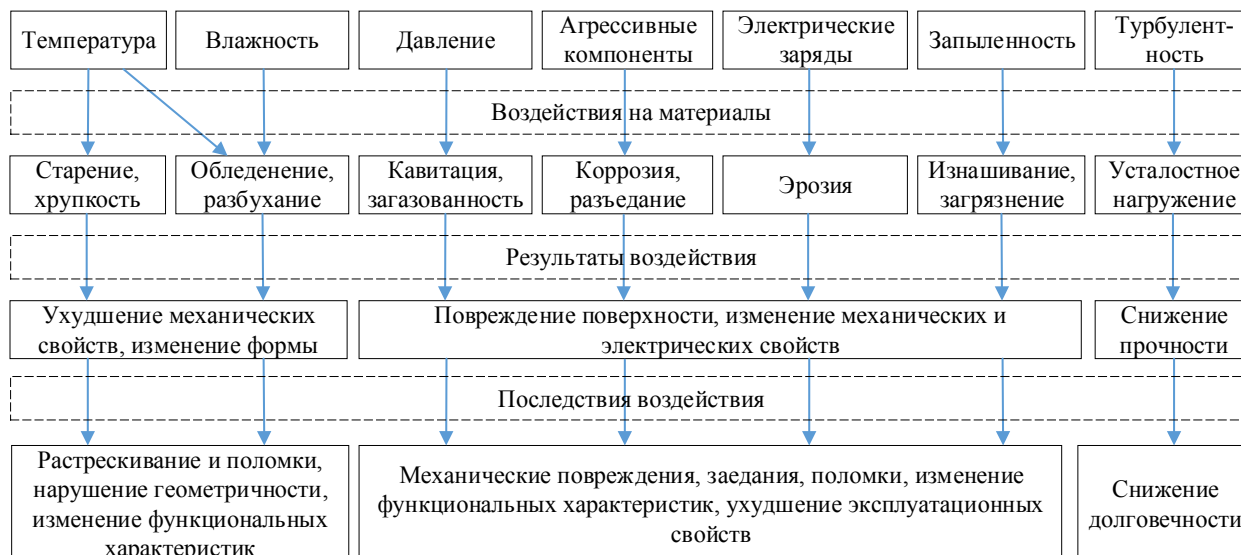


Рисунок 7. Влияние факторов среды на надежность деталей

Для инженерно-технических работников, связанных с эксплуатацией технологического оборудования, важно знать организационные и технические мероприятия и решения, с помощью которых реализуется заложенная конструктором и изготовителем техники ее надежность. К ним относятся следующее:

- повышение квалификации обслуживающего персонала (как рабочих, непосредственно работающих на оборудовании, так и ремонтных рабочих);
- строгое соблюдение требований инструкций по эксплуатации техники;
- соблюдение нагрузочных, скоростных, тепловых и иных режимов работы оборудования;
- использование рекомендуемых заводами-изготовителями марок смазочных материалов, охлаждающих жидкостей и иных расходных материалов;
- соблюдение требований технической документации в отношении правил транспортировки, хранения, монтажа и запуска в эксплуатацию оборудования;
- оптимизация периодичности и режимов технического обслуживания оборудования, включая своевременное проведение диагностики его технического состояния;
- правильный выбор системы технического обслуживания и ремонта оборудования;
- правильное использование методов и средств ремонта деталей, применение новейших технологических способов восстановления их исправности и работоспособности.

1.4. Производительность технологического оборудования

Машинный и аппаратный технологические процессы, являющиеся неотъемлемой частью производственного процесса, состоят из основных и вспомогательных операций, а операции – из элементов (переходов и проходов). При выполнении *основной операции* на предмет труда осуществляется технологическое воздействие с целью изменения его структурно-механических, физико-химических и других свойств, а также формы, размеров, шероховатости поверхности и пр. Под *вспомогательной операцией* понимается действие, направленное на закрепление, перемещение, измерение предмета труда, а также на контроль качества выполнения основных операций и управление орудием труда. Структура машинного (аппаратного) технологического процесса представлена на рис. 8.

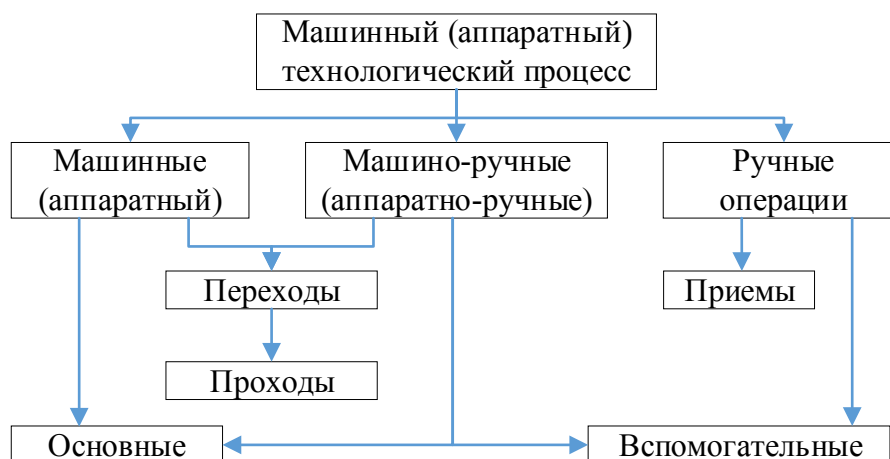


Рисунок 8. Структура машинного (аппаратного) технологического процесса

При выполнении производственного задания технологическое оборудование, обрабатывающее штучную продукцию (изделие), работает с определенной повторяемостью или цикличностью.

Технологический цикл включает совокупность действий и операций оборудования и персонала, периодически повторяющихся при технологической обработке каждой единицы однотипной продукции (изделия). Измеряется такой цикл периодом времени T_m нахождения изделия в машине или временем обработки изделия оборудованием.

Если технологический процесс состоит из нескольких основных операций, то возможны следующие варианты их выполнения:

а) последовательная обработка

$$T_\tau = t_y + \sum t_i^o + \sum t_i^u + t_c \dots, \quad (7)$$

где $\sum t_i^o$ – время на выполнение основных операций; $\sum t_i^u$ – время на выполнение вспомогательных операций; t_y, t_c – время на установку и съем;

б) параллельная обработка

$$T_\tau = t_y + t_0^{\max} + t_c, \quad (8)$$

где $t_0^{\max}$ – наиболее длительная основная операция;

в) последовательно-параллельная обработка

$$T_\tau = t_y + \sum t_i^o + \sum t_i^u - \sum t_j^n + t_c, \quad (9)$$

где $\sum t_j^n$ – время перекрытия последующими основными операциями предыдущих основных операций.

Период технологического цикла используется при расчете производительности оборудования.

Кинематический цикл представляет собой совокупность всех перемещений и выстоев рабочих органов, участвующих в технологическом процессе, по завершении которых они все возвращаются в исходное положение. Измеряется кинематический цикл временем T_k или для оборудования с электромеханическим приводом и главным валом в углах поворота главного вала ψ_k .

Связь между технологическим и кинематическим циклами имеет вид

$$T_\tau = \kappa - T_k, \quad (10)$$

где $\kappa > 1$ (для автоматического оборудования κ – целое число).

Кинематический цикл используется при проектировании кинематических схем оборудования для оптимизации взаимных перемещений рабочих органов с целью достижения максимальной производительности технологической машины.

Энергетический цикл определяется периодом времени, в течение которого повторяется закон изменения мощности, потребляемой машиной. Энергетический цикл используется для расчета привода, выбора типа и мощности электродвигателя.

Процессы технического обслуживания и ремонта автомобилей, их агрегатов и систем являются периодическими процессами, поэтому технологическое оборудование относится к оборудованию периодического действия. В подавляющем большинстве машин и аппаратов автосервиса основные операции выполняются последовательно с перерывами, необходимыми для осуществления таких вспомогательных операций, как контрольные, переустановочные, уборочные и др. Технологический цикл

обработки изделия (автомобиля, агрегата, детали) совпадает с кинематическим и энергетическим циклами их работы практически для всей номенклатуры оборудования. Исключение составляют многопрограммные порталные струйно-щеточные моечные установки, в которых обработка автомобиля происходит за несколько проходов портала.

Технологические циклы оборудования периодического действия характерны тем, что в них часть времени (основные операции) затрачивается productively, а другая часть времени (вспомогательные операции) – неproductively. Тогда, технологический цикл может быть представлен как

$$T_{\tau} = t_p + t_{ц.п.}, \quad (11)$$

где t_p - время непосредственной обработки изделия; $t_{ц.п.}$ – цикловые потери времени.

Эффективность машинного технологического процесса определяется коэффициентом обработки

$$K_{TX} = \frac{t_p}{T_{\tau}}, \quad (12)$$

Годовой фонд времени эксплуатации оборудования складывается из двух составляющих величин

$$T_{\Phi} = T_{маш} + T_{пр}, \quad (13)$$

где $T_{маш} = \sum T_{\tau}$ – productively затраченное время; $T_{пр} = \sum t_{вуп}^{mex} + \sum t_{вуп}^{opz}$ – неproductively затраченное время эксплуатации машины (простой); $t_{вуп}^{mex}$ – простои машины по техническим причинам, отнесенные к единице продукции; $t_{вуп}^{opz}$ – простои машины по организационным причинам, отнесенные к единице продукции.

Эффективность эксплуатации оборудования определяется следующими коэффициентами:

а) коэффициент загрузки оборудования (определяет долю организационных простоев):

$$k_3 = \frac{\sum T_T + \sum t_{БЦП}^{TEX}}{T_{\Phi}}, \quad (14)$$

б) коэффициент технического использования (определяет долю простоев машины по техническим причинам):

$$k_{mex} = \frac{\sum T_T}{\sum T_T + \sum t_{БЦП}^{TEX}}, \quad (15)$$

k_{mex} выражается через частные $k_{mex i}$, показывающие доли простоев в ремонте, переналадке, техническом обслуживании и др.:

$$k_{mex} = \left(\frac{1}{k_{\Gamma}} + \frac{1}{k_{ПН}} + \frac{1}{k_{ТО}} \right) - 2, \quad (16)$$

где k_{Γ} – коэффициент готовности, определяющий потери времени из-за ненадежности; $k_{ПН}$ – коэффициент, определяющий потери времени на переналадку; $k_{ТО}$ – коэффициент, учитывающий потери времени на техническое обслуживание (смазка, уборка, текущее обслуживание).

в) коэффициент использования:

$$k_H = \frac{\sum T_T}{T_{\Phi}} = k_3 \times k_{TEX}, \quad (17)$$

Производительностью оборудования называется количество продукции, обработанного им в единицу времени, шт./ч; шт./см.

Различают технологическую, цикловую (паспортную) и фактическую производительность:

– технологическая – Q_{TX} (без учета цикловых потерь времени)

$$Q_{TX} = \frac{1}{t_p}, \quad (18)$$

– цикловая (паспортная) – Q_u (без учета простоев оборудования)

$$Q_{Ц} = \frac{1}{T_T} = \frac{1}{t_P + t_{ЦП}} = k_{ТХ} \times Q_{ТХ}, \quad (19)$$

3) фактическая – Q_{Φ} (с учетом простоев машины)

$$Q_{\Phi} = \frac{1}{T_T + t_{ВЦП}^{ТЕХ} + t_{ВЦП}^{ОРГ}}, \quad (20)$$

$$Q_{\Phi} = k_I \times Q_{Ц} = k_I \times k_{ТХ} \times Q_{ТХ} = k_I \times k_{ТХ} \times \frac{1}{t_P} = k_3 \times k_{ТЕХ} \times k_{ТХ} \times \frac{1}{t_P}, \quad (21)$$

Для машин, обрабатывающих штучную продукцию, $Q_{ТХ}$ является идеальной или фиктивной, так как периодическим технологическим процессам принципиально присущи цикловые потери времени.

Цикловая производительность называется паспортной потому, что она рассчитывается по техническим параметрам машинного процесса в процессе конструирования и записывается в паспорт оборудования (для специализированного оборудования) или может быть рассчитана по технической характеристике на стадии приобретения (для универсального оборудования).

Фактическая производительность является реальной производительностью оборудования, полученной за достаточно длительный срок эксплуатации (не менее одного года). Соотношение между фактической и цикловой производительностями определяет коэффициент использования оборудования. С учетом простоев оборудования по различным причинам этот коэффициент всегда меньше единицы

$$k_I = \frac{Q_{\Phi}}{Q_{Ц}} < 1, \quad (22)$$

Основные направления повышения производительности технологического оборудования состоят в следующем:

- Совершенствование машинного (аппаратного) технологического процесса, интенсификация режимов обработки (что ведет к уменьшению t_P).

- Улучшение кинематики, уменьшение длительности холостых ходов и выстоев, не совмещенных с рабочими ходами, уменьшение времени на подвод и перебеги инструмента, автоматизация и механизация вспомогательных операций (что ведет к уменьшению $t_{ЦП}$, а следовательно, к увеличению $k_{ТХ}$).

- Повышение надежности, технологичности оборудования, оптимизация его степени универсальности или специализации, расширение номенклатуры обрабатываемых материалов, снижение требований к характеристикам обрабатываемых материалов и др. (что ведет к повышению $k_{ТЕХ}$).

- Для увеличения фактической производительности оборудования необходимо улучшать организацию эксплуатации оборудования (что ведет к увеличению k_3).

2. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОСНОВНЫХ ПАРАМЕТРОВ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ

Выполнение практических работ студентами по данной дисциплине преследует цель расширить и закрепить теоретические знания. Все семь работ выполняются в течение семестра.

Для изучения определенной темы необходимо пользоваться несколькими литературными источниками и опытом работы автотранспортных предприятий, эксплуатирующих различное технологическое специальное гаражное оборудование.

Практические работы выполняются студентом индивидуально. Отчет выполняется на листах формата А4 12-20 стр. По окончании выполнения работ отчет оформляется и защищается каждым студентом индивидуально.

2.1. Расчет подъемно-осмотрового и транспортного оборудования

Цель работы: изучить основные характеристики подъемно-осмотрового оборудования, используемого для технического обслуживания и ремонта подвижного состава в АТП, произвести проверочные расчеты, определяющие условия их безотказной работы.

Производительность труда ремонтных рабочих и качество выполнения технического обслуживания и текущего ремонта подвижного состава в большой степени зависят от типа и технического состояния подъемно-транспортного оборудования, используемого на рабочих местах.

К основному подъемно-осмотровому оборудованию относятся: осмотровые канавы, подъемники и эстакады. К вспомогательным средствам относят домкраты, гаражные опрокидыватели и пр.

Для подъема и транспортирования автомобильных агрегатов и других грузов при ТО и ремонте автомобилей на АТП применяют передвижные и поворотные краны, грузовые тележки, подъемные ручные тали или электротельферы, перемещаемые по монорельсовым путям, кран-балки. Для передвижения автомобилей при организации ТО поточным методом применяют толкающие, несущие и тянущие конвейеры.

Наиболее прогрессивной конструкцией подъемных механизмов являются подъемники - комплекты передвижных стоек. Каждая из стоек обладает большой устойчивостью и может легко передвигаться одним человеком, набор таких стоек заменяет стационарный подъемник и обеспечивает общую суммарную грузоподъемность до 20 т. Для установки стоек не нужен основательный фундамент. Они могут использоваться там, где имеется ровная горизонтальная, прочная площадка, в том числе и вне гаража. Дают возможность освобождать производственную площадь.

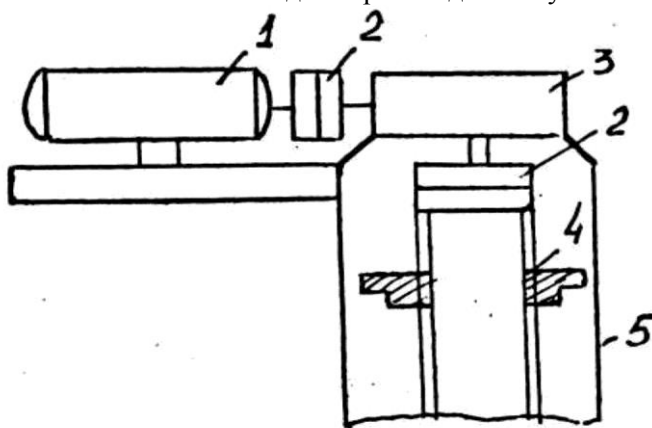


Рисунок 9. Схема привода подъемника-стойки:

1 - электродвигатель, 2 - предохранительные муфты, 3 - червячный редуктор, 4 - передача «винт-гайка», 5 корпус стойки

Вращение от электродвигателя через червячный редуктор передается на винт, по которому перемещается грузоподъемная гайка.

Поворотные консольные краны часто применяются в АТП для выполнения грузоподъемных работ. Они могут быть полноповоротными и с ограниченным радиусом поворота. Полноповоротными кранами являются подвесные краны и краны, расположенные на отдельной колонне.

Неполноповоротными обычно бывают настенные краны. Поворотные консольные краны, как правило, являются нестандартными и изготавливаются на месте силами предприятия. В их конструкции может быть применен любой тип подъемника (электрический, пневматический, ручной).

Полноповоротные краны, расположенные на отдельной опоре, выполняются конструктивно с

неподвижными и вращающимися колоннами. Краны, не имеющие верхних опор, крепят на фундаменте, вес которого должен быть достаточен для того, чтобы противостоять опрокидывающим усилиям.

Таблица 2. Исходные данные

Номер варианта	Марка автомобиля	Число оборотов привод. эл. двиг., об/мин	Вес груза, поднимаемого краном, Н	Расстояние между болтами фундамента, м
1	BA3-2110	1400	5500	0,2
2	Mitsubishi ASX	1400	5000	0,18
3	Hyundai HD170	1420	4700	0,3
4	BMW X6	1330	4900	0,22
5	Isuzu N-серия	1470	5700	0,25
6	ЗИЛ-4104	1500	6000	0,27
7	КАМАЗ 65115	1490	5300	0,2
8	BA3-2121	1440	5800	0,23
9	Mitsubishi L200	1500	5900	0,15
10	ПА3-3204	1460	5800	0,24
11	Infiniti QX	1600	6300	0,25
12	МАЗ-206	1580	6100	0,27
13	T. Land Cruiser	1400	2600	0,28
14	КАМАЗ 5308	1390	3300	0,3
15	ЛАЗ-4202	1610	4060	0,19
16	ЛиАЗ-5293	1570	5200	0,22
17	Skoda Superb	1400	4710	0,21
18	КАВЗ-4238-45	1490	4900	0,32
19	УАЗ-3741	1480	5890	0,31
20	Honda Accord	1510	6000	0,29
21	КАМАЗ 43118	1470	8200	0,35
22	Volvo XC90	1570	7800	0,34
23	ЗИЛ-130	1530	7400	0,28
24	МАЗ-5320	1600	7300	0,25
25	ГАЗ 31105	1550	6500	0,22

Порядок выполнения работы

1. Расчет основных параметров передвижной стойки подъемника П-238

1.1. Определить скорость вращения винта передачи «винт-гайка»

$$n_g = \frac{n_{\text{дв}}}{i_{\text{ч.р.}}}, \text{ об/мин,}$$

где $n_{\text{дв}}$ – число оборотов приводного эл. двигателя, об/мин; $i_{\text{ч.р.}}$ – передаточное отношение червячного редуктора, ($i_{\text{ч.р.}} = 16,5$).

1.2. Определить скорость подъема гайки (скорость вывешивания)

$$V = \left(\frac{n_g}{60} \right) \cdot S, \text{ м/сек,}$$

где S – шаг резьбы передачи «винт-гайка», ($S = 1,2 \text{ см} = 12 \cdot 10^{-3} \text{ м}$).

1.3. Определить время подъема на заданную высоту

$$t_n = \frac{H}{V}, \text{ сек},$$

где H – высота подъема ($H = 1,5$ м).

1.4. Определить потребляемую мощность электродвигателя

$$N = \frac{QV}{102 \cdot \eta_{\Sigma}}, \text{ кВт},$$

где Q – вес поднимаемого груза (принимается равным 1/4 веса автомобиля приведенного в исходных данных), Н; η_{Σ} – суммарный К.П.Д. установки.

$$\eta_{\Sigma} = \eta_{ч.п.} \cdot \eta_{м}^2 \cdot \eta_{п.к.}^3 \cdot \eta_{в.п.},$$

где $\eta_{ч.п.}$ – К.П.Д. червячной пары, ($\eta_{ч.п.} = 0,75 \dots 0,82$);

$\eta_{м}$ – К.П.Д. предохранительной муфты, $\eta_{м} = 0,95 \dots 0,99$;

$\eta_{п.к.}$ – К.П.Д. подшипников, $\eta_{п.к.} = 0,98$;

$\eta_{в.п.}$ – К.П.Д. винтовой пары, $\eta_{в.п.} = 0,35 \dots 0,40$.

2. Расчет основных параметров подъемного крана, расположенного на отдельной платформе
Данные для расчета: Q – вес поднимаемого груза, Н;

G – вес крана ($G = 2500$ Н);

a – длина стрелы крана ($a = 1,5$ м);

c – плечо центра тяжести крана ($c = 0,8$ м);

h_3 – высота заделки шипа опоры ($h = 0,2$ м).

Из условия равновесия крана имеем:

$$Q \cdot a + G \cdot c = H \cdot h_3.$$

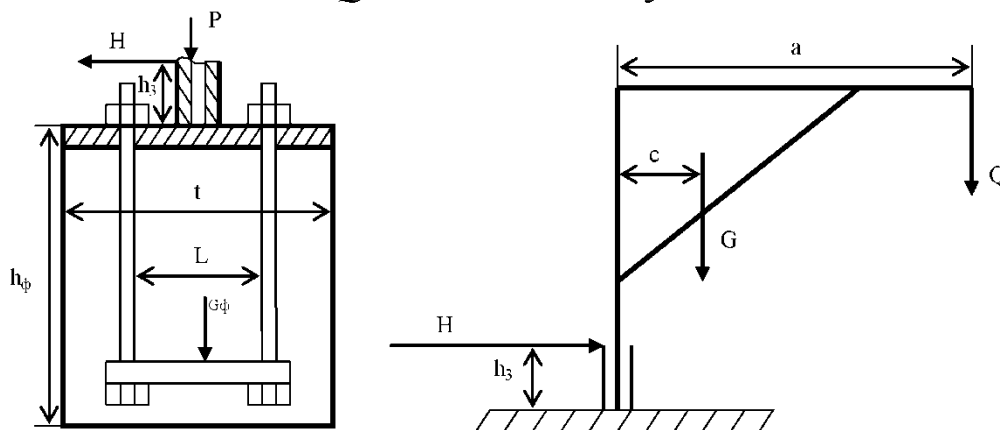


Рисунок 10. Схема напольного крана на отдельной опоре

Отсюда сила H , действующая горизонтально:

$$H = \frac{Q \cdot a + G \cdot c}{h_3}, \text{ Н}.$$

Вертикальная сжимающая сила P равна

$$P = Q + G, \text{ Н}.$$

2.1. Расчет фундаментных болтов

Проверим условие прочности болтов на срез от горизонтальной силы H :

$$\frac{H \cdot h_3}{\frac{z}{2} \cdot l} + \left(\frac{H}{\mu \cdot z} - P \cdot \mu \right) \cdot \beta \leq \frac{\pi d^2}{4} \cdot [\sigma_s],$$

отсюда диаметр фундаментального болта – d :

$$d \geq \sqrt{\frac{4 \cdot \left[\frac{H \cdot h_3}{\left(\frac{z}{2}\right) \cdot L} + \left(\frac{H}{\mu \cdot z} - P \cdot \mu \right) \cdot \beta \right]}{\pi \cdot [\sigma_\sigma]}}, \text{ м},$$

где z – количество фундаментных болтов, ед., ($z = 8$);

L – расстояние между болтами, м;

μ – коэффициент трения плиты о фундамент, ($\mu = 0,5 \dots 0,7$);

β – коэффициент, учитывающий напряжение от крутящего момента при затяжке болта ($\beta = 1,35 \dots 1,5$);

$[\sigma_\sigma]$ – допускаемое напряжение в сечении болта, $[\sigma_\sigma] = (40 \dots 50)10^6 \text{ Н/м}^2$.

2.2. Расчёт фундаментной плиты

Кран устанавливают на фундамент с помощью фундаментной плиты. Плита рассчитывается на прочность от действия вертикальной силы P и момента $M = H h_3$.

$$\sigma = \frac{H \cdot h_3}{W} + \frac{\left(P + z \cdot \frac{\pi d^2}{4} \cdot [\sigma_\sigma] \right)}{F}, \text{ Н/м}^2,$$

где W – момент сопротивления сечения основания плиты, $W = 180 \cdot 10^{-6} \text{ м}^3$;

F – площадь сечения основания плиты (учитывая, что плита имеет форму квадрата, принимаем $F = (2L)^2, \text{ м}^2$).

Допускаемые напряжения для плиты с двутавровым сечением или коробчатым сечением $[\sigma_\sigma] = (50 \dots 70) 10^6 \text{ Н/м}^2$. Опорная площадь фундаментной плиты F проверяется на условие прочности, на смятие соприкасающейся с ней поверхности фундамента:

$$F \cdot [\sigma_{см}] \geq P + z \cdot \frac{\pi d^2}{4} \cdot [\sigma_{см}], \text{ м},$$

где $[\sigma_{см}]$ – допускаемое напряжение смятия фундамента (для бетона $[\sigma_{см}] = (10 \dots 20)10^5 \text{ Н/м}^2$, для кирпича на цементе $[\sigma_{см}] = (8 \dots 15)10^5 \text{ Н/м}^2$).

2.3. Расчёт фундамента

Фундаменты кранов строят из бетона, бутобетона и из кирпича. Фундаменты выполняются в виде массивов с квадратными, прямоугольными или многоугольными основаниями. Боковые стенки фундамента делают вертикальными - при небольших размерах, расширяющимися внизу - при больших размерах. Размеры фундамента выбирают в зависимости от его веса и площади основания. Вес фундамента определяется по формуле:

$$G_\Phi \geq \frac{\varepsilon \cdot H - \mu \cdot P}{\mu}, \text{ Н},$$

где $\mu = 0,5-0,7$ - коэффициент трения; $\varepsilon = 1,5-1,7$ - коэффициент запаса.

Площадь основания фундамента определяют из условия смятия грунта.

При определении площади основания вводятся допущения:

1) Фундамент опирается на грунт только своей подошвой, боковые поверхности совершенно свободны;

2) Напряжение под опорой распределяется равномерно.

$$\sigma_{max} = \frac{M}{W} + \frac{P + G_\Phi}{F} \leq [\sigma_{см}], \text{ Н/м}^2,$$

где F - площадь основания фундамента, м^2 .

$$M = H(h_3 + h_\Phi), \text{ Нм},$$

где $[\sigma_{см}]$ - допускаемое давление на грунт, $[\sigma_{см}] = (2,5 \dots 3,0)10^8 \text{ Н/м}^2$;

Как правило, площадь основания представляет собой квадрат. Длину основания фундамента прове-

ряют на условие устойчивости крана:

$$M_{опр} = H(h_3 + h_{\phi}) \leq \frac{1}{2}(P + G_{\phi}) \cdot U, \text{ Нм},$$

где $M_{опр}$ - опрокидывающий момент крана, Нм; U - длина основания, $U = 2L$.

$$M_{опр} \geq \frac{1}{2}(P + G_{\phi}) \cdot U$$

Если, то следует увеличить вес фундамента или его длину, либо уменьшить высоту фундамента.

2.2. Проектирование опорных устройств тяговых стенов с беговыми барабанами

Цель работы: определить основные конструктивные параметры опорных устройств тяговых стенов с беговыми барабанами.

Опорное устройство тягового стенда состоит из блока роликов, устройства въезда и выезда, инерционных масс (для инерционных и инерционносиловых стенов), нагрузочного устройства (для силовых и инерционносиловых стенов).

Конструкция блока роликов должна обеспечивать реализацию заданной тяговой силы на ведущих колесах при испытании; устойчивое расположение автомобиля на стенде в процессе испытания; возможность самостоятельного выезда автомобиля после окончания испытаний; не допускать повышенного износа шин при испытаниях.

Соблюдение этих требований зависит от схемы расположения роликов (симметричная или несимметричная), расположения рабочего ролика относительно колеса автомобиля (переднее или заднее), коэффициента сцепления ϕ между поверхностями шин и ролика, диаметра роликов и расстояния между ними.

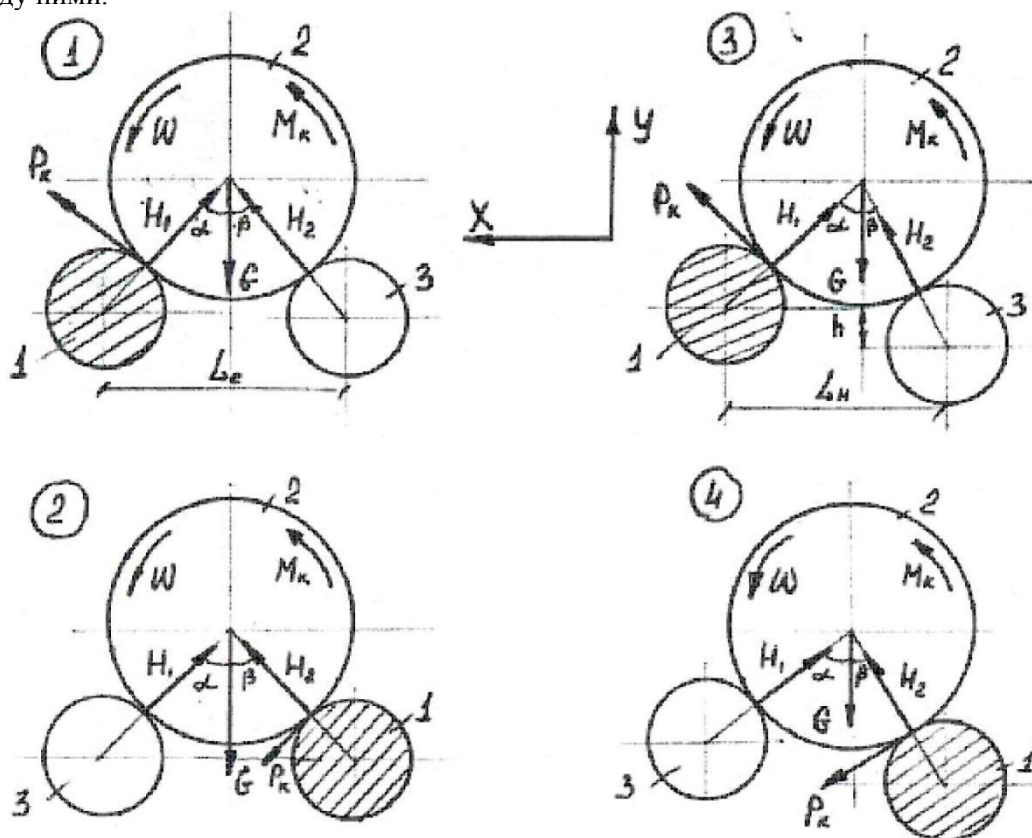


Рисунок 11. Схемы расположения роликов: 1 - рабочий ролик стенда; 2 - ведущее колесо автомобиля; 3 - свободный (поддерживающий) ролик стенда; M_k - крутящий момент; L_c и L_n - межосевое расстояние роликов; G - вертикальная нагрузка на колесо; P_k - тяговое усилие на колесо; H_1 и H_2 - реакции на роликах стенда

Схемы расположения роликов приведены на рис. 11. Возможно симметричное расположение роликов, когда они находятся на одном уровне и соответственно $\alpha = \beta$ (схемы 1 и 2), и несимметричное, когда один из роликов выше второго, чаще всего $\alpha > \beta$ (схемы 3 и 4).

Один из роликов опорного устройства является рабочим (на схемах заштрихован), он связан кинематически с нагрузочным устройством (в силовом стенде) или маховыми массами (в инерцион-

ном стенде), второй является холостым (свободным, поддерживающим). Крайне редко встречаются стенды, в которых оба ролика рабочие.

Таблица 3. Исходные данные

Номер варианта	Модель автомобиля	Номер схемы	a	p
1	Mercedes E250	Схема 1	27	--
2	BMW 116i	Схема 2	28	--
3	ГАЗ 31105	Схема 3	29	25
4	ВАЗ 2110	Схема 4	30	26
5	BMW 320i	Схема 4	31	24
6	BMW 116i	Схема 3	30	25
7	ГАЗ 31105	Схема 2	32	--
8	ВАЗ 2112	Схема 1	30	--
9	Mercedes E250	Схема 2	29	--
10	BMW 116i	Схема 3	27	25
11	ГАЗ 31105	Схема 4	31	27
12	ВАЗ 2115	Схема 1	32	--
13	BMW 320i	Схема 3	27	23
14	BMW 116i	Схема 4	28	25
15	ГАЗ 31105	Схема 1	29	--
16	ВАЗ 2113	Схема 2	31	--
17	BMW 320i	Схема 4	33	28
18	BMW 116i	Схема 3	34	29
19	ГАЗ 31105	Схема 2	33	--
20	ВАЗ 2110	Схема 1	34	--
21	Mercedes E250	Схема 1	34	--
22	BMW 116i	Схема 2	35	--
23	ГАЗ 31105	Схема 3	32	25
24	ВАЗ 2112	Схема 4	34	26

ПОРЯДОК ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ

1. Определить условие реализации тяговой силы

Условие реализации тяговой силы определяется схемой расположения роликов, а также углами α, β , коэффициентом сцепления φ .

Обычно, тяговые стенды рассчитывают на реализацию максимально возможной тяговой силы при испытаниях автомобиля на прямой передаче. Такой режим принят исходя из основного назначения стенда – определения параметров тягово-скоростных свойств и топливной экономичности автомобиля, а также с целью устранения повышенных нагрузок на силовую передачу автомобиля и стенд. Однако, при необходимости на стенде могут проводиться испытания на любой передаче, и в этом случае стенд должен быть рассчитан на реализацию заданной тяговой силы, развиваемой на колесах на этих передачах.

Условия реализации заданного тягового усилия рассмотрим на примере схем 1 и 2. С целью упрощения анализа особенностей взаимодействия ведущего колеса автомобиля с роликами стенда не учитываются деформации шины от вертикальной нагрузки и тяговой силы, а также сопротивление качению; колесо предполагается отделенным от остова автомобиля и не закрепленным на стенде; направления осей координат X и Y , а также направления действия крутящего момента M_k , угловой скорости вращения колеса о показаны на рис. 11.

Тогда условия равновесия колеса на стенде для схемы 1 примут вид:

$$\sum X = P_k \cos \alpha - H_1 \sin \alpha + H_2 \sin \alpha = 0;$$

$$\sum Y = P_k \sin \alpha + H_1 \cos \alpha + H_2 \cos \alpha - G = 0,$$

где G – вертикальная нагрузка на колесо (равная половине полной массы автомобиля, приходящейся на ведущий мост), H ; H_1 и H_2 – нормальные реакции на колесо со стороны переднего и заднего роликов, H ; P_k – тангенциальная реакция на колесо со стороны рабочего ролика; можно считать, что она численно равна окружному усилию ведущего колеса, т.е. тяговому усилию, H .

Из условия равновесия колеса на стенде:

$$H_1 = G / 2 \cos \alpha + P_k / \operatorname{tg} 2\alpha;$$

$$H_2 = G / 2 \cos \alpha - P_k / \sin 2\alpha.$$

При нерабочем состоянии стенда $P_k = 0$ и $H = H_2 = G / 2 \cos \alpha$.

Аналогично для схем 2 могут быть получены следующие зависимости:

$$H_1 = G / 2 \cos \alpha + P_k / \sin 2\alpha;$$

$$H_2 = G / 2 \cos \alpha + P_k / \operatorname{tg} 2\alpha.$$

Таким образом, в обоих случаях, т.е. при переднем и заднем рабочих роликах, передний нагружается большей нормальной силой, чем задний. Это справедливо для всех углов, удовлетворяющих условию $\alpha < 45^\circ$. Следует отметить, что стенды с углами $\alpha > 45^\circ$ не применяются.

Максимальная тяговая сила $P_{k \max}$, которую можно реализовать на стенде по условиям сцепления зависит от нормальной реакции и коэффициента сцепления ($\varphi = 0,5$):

$$P_{k \max} = H_1 \cdot \varphi \quad \text{для схем 1 и 3;}$$

$$P_{k \max} = H_2 \cdot \varphi \quad \text{для схем 2 и 4.}$$

Поэтому, при выборе в качестве рабочего переднего ролика можно реализовать тяговую силу вследствие его догружения (большую по условию сцепления). Выражения для определения $P_{k \max}$ и соответствующих им значений H_1 и H_2 для рассмотренных схем приведены в табл. 4.

Таблица 4. Определение реализуемой тяговой силы и нормативных реакций при расчете тяговых стендов

Схема	Расчетная формула для определения		
	H_1	H_2	$P_{k \max}$
Схема 1	$\frac{G \sin \alpha}{\sin 2\alpha - \varphi \cos 2\alpha}$	$\frac{G(\sin \alpha - \varphi \cos \alpha)}{\sin 2\alpha - \varphi \cos 2\alpha}$	$\frac{G \varphi \sin \alpha}{\sin 2\alpha - \varphi \cos 2\alpha}$
Схема 2	$\frac{G(\sin \alpha + \varphi \cos \alpha)}{\sin 2\alpha + \varphi \cos 2\alpha}$	$\frac{G \sin \alpha}{\sin 2\alpha + \varphi \cos 2\alpha}$	$\frac{G \varphi \sin \alpha}{\sin 2\alpha + \varphi \cos 2\alpha}$
Схема 3	$\frac{G \sin \alpha}{\sin(\alpha + \beta) - \varphi \cos(\alpha + \beta)}$	$\frac{G(\sin \beta - \varphi \cos \beta)}{\sin(\alpha + \beta) - \varphi \cos(\alpha + \beta)}$	$\frac{G \varphi \sin \beta}{\sin(\alpha + \beta) - \varphi \cos(\alpha + \beta)}$
Схема 4	$\frac{G(\sin \alpha + \varphi \cos \alpha)}{\sin(\alpha + \beta) + \varphi \cos(\alpha + \beta)}$	$\frac{G \sin \beta}{\sin(\alpha + \beta) + \varphi \cos(\alpha + \beta)}$	$\frac{G \varphi \sin \alpha}{\sin(\alpha + \beta) + \varphi \cos(\alpha + \beta)}$

При определении конструктивных параметров блока роликов по заданному значению тяговой силы, которую требуется реализовать на стенде, выбирают схему расположения роликов и определяют с помощью табл. 4 значения углов α и β . При заданных радиусах ролика (r_p) и колеса (r_k) определяют расстояние между осями роликов:

для симметричных: $L_c = 2(r_p + r_k) \sin \alpha$;

для несимметричных: $L_H = (r_p + r_k)(\sin \alpha + \sin \beta)$;

$h = (r_p + r_k)(\cos \beta - \cos \alpha)$.

Значения нормальных реакций H_1 и H_2 необходимы при определении конструктивных парамет-

ров блока роликов (расчеты на прочность роликов, их валов, выбор подшипников опор и т.п.). Кроме того, значения реакций H_1 и H_2 помогают оптимально распределить инерционные массы между роликами инерционного стенда. Чтобы исключить проскальзывание колес относительно роликов, общая инерционная масса должна распределяться между роликами в соответствии с распределением нормальных реакций.

Различные схемы стендов сравниваются между собой в части реализуемой ими тяговой силы по коэффициенту использования нагрузки q_k , который представляет собой отношение максимальной тяговой силы $P_{k\max}$ к вертикальной нагрузке на колесо G .

Значения угла α в стендах колеблются от 27° до 40° . Углы меньше 27° не обеспечивают устойчивость автомобиля, а углы больше 40° не используются по конструктивным соображениям. Для этих значений угла α наибольшее значение коэффициента использования нагрузки будет при схеме 1 с передним ведущим роликом, которая наиболее оптимальна и часто используется в тяговых стендах.

2. Определить условие устойчивого положения автомобиля на стенде

Условие устойчивого положения автомобиля на стенде характеризуется постоянством контакта шины с обоими (передним и задним) роликами в процессе испытания. Выполнение этого условия исключает возможность случайного выезда автомобиля со стенда под действием тяговой силы (устойчивость в продольном направлении), а также ограничивает перемещение колес ведущего моста, установленного на стенде, вдоль роликов (устойчивость в поперечном направлении).

Под действием тяговой силы автомобиль в процессе испытания пытается выехать со стенда в направлении движения, т.е. через передний ролик. Нормальная реакция H_2 заднего ролика при этом уменьшается. Как следует из табл. 4 для схем с передними (1 и 3) рабочими роликами реакция H_2 обращается в нуль при значениях угла, соответствующих значению $\operatorname{tg} \alpha = \varphi$. При этом колесо теряет контакт с задним роликом и автомобиль может перекатиться через передний ролик и самостоятельно съехать со стенда. Следовательно, неравенство $\operatorname{tg} \alpha > \varphi$ надо рассматривать как условие устойчивого (в продольном направлении) положения автомобиля на стенде с передним рабочим роликом.

Для схем 2 и 4, как следует из табл. 4, при любых значениях угла α $H_2 > 0$. Таким образом, схемы с задним рабочим роликом всегда обеспечивают устойчивое положение автомобиля на стенде, что надо отнести к их положительным свойствам.

Устойчивость положения автомобиля на стенде в поперечном направлении обеспечивается за счет установки (горизонтальной и параллельной) роликов. Допускаемое отклонение от горизонтального положения и отклонение от параллельности роликов не должны превышать 0,4-0,8 мм по длине 1 м.

Ролики левой и правой сторон должны быть соосными (отклонение не более 1 мм). Чтобы избежать скатывания автомобиля с роликов при поперечном перемещении ведущего моста, стенды обычно снабжают отбойными роликами, установленными по краям рабочих роликов с одной или обеих сторон. При испытании на стенде автомобилей с управляемым ведущим мостом наличие таких роликов обязательно, так как автомобиль резко смещается вдоль роликов даже при незначительных поворотах рулевого колеса. Положение таких роликов можно регулировать, перемещая их вдоль рабочих роликов стенда по направляющим, и фиксировать в нужном положении, соответствующем колесу испытываемого автомобиля. В процессе испытаний автомобиля в таких условиях практически всегда, по крайней мере, одно из колес касается отбойного (ориентирующего) ролика, что вызывает дополнительные потери, которые необходимо учитывать при определении мощности двигателя.

3. Определить условие самостоятельного выезда автомобиля со стенда

Условие самостоятельного выезда автомобиля со стенда под действием тяговой силы через застопоренный передний ролик без специальных подъемных устройств обеспечивается при $\operatorname{tg} \alpha < \varphi$. Это означает, что для схем с передним или обоими рабочими роликами условие устойчивого положения и условие самостоятельного выезда противоречат друг другу и не могут быть удовлетворены одновременно.

Для схем с задним роликом при любых значениях угла удовлетворяются одновременно условия устойчивости и самостоятельного выезда.

Для несимметричных схем при выезде автомобиля назад (при установке стенда на тупиковом посту) также удовлетворяются одновременно условия устойчивости и выезда.

Стенды, на которых самостоятельный выезд автомобиля невозможен, должны быть оборудованы специальными подъемными устройствами (площадки с пневмоприводом), что несколько усложняет их конструкцию.

4. Определить условие устранения повышенного износа шин

Условие устранения повышенного износа шин обеспечивается правильным выбором диаметра

роликов и режима испытаний. Стенды с опорой колеса на два ролика небольшого диаметра имеют ряд преимуществ по сравнению со стендами, в которых колесо опирается на один барабан большого диаметра (меньшие габаритные размеры, масса, отсутствуют специальные приспособления, удерживающие автомобиль). Однако работа шины, опирающейся на два ролика, сопровождается повышенной деформацией и, как следствие, сильным нагревом шины. При этом необходимо ограничивать скорость и длительность испытаний.

От правильного выбора диаметра роликов зависит износ шин при испытаниях на стенде и условия имитации дорожных сопротивлений. Уменьшение диаметра роликов, которое объясняется стремлением снизить габаритные размеры и массу стенда, приводит к повышению деформации и проскальзыванию шин и, следовательно, к увеличению их износа. При соотношении $r_p / r_k = 0,4$ потери на проскальзывание вдвое выше, чем на дороге. В связи с чем диаметр роликов рекомендуется принимать $r_p = (0,4 \dots 0,6) r_k$.

В тяговых стендах для эксплуатационных испытаний диаметр роликов колеблется в пределах от 240 до 500 мм, соответствующих соотношению r_p / r_k от 0,4 до 0,9 для автомобилей различных моделей. Ролики диаметром 318,3 мм (длина окружности равна 1 м.) удобны при измерениях пройденного пути. В соответствии с ГОСТ 26899-86 диаметр роликов должен быть не менее 240 мм.

Для снижения нагрева шин рекомендуется повышать давление воздуха в шине, однако это мероприятие требует дополнительного времени и при эксплуатационных испытаниях его выполнять нецелесообразно. Кроме того, это может привести к увеличению проскальзывания и износа шин. Рекомендуется также обдувать шины, для чего вентилятор, входящий в комплект стенда, снабжают специальным направляющим устройством. Ограничивают также скорость испытания в зависимости от диаметра роликов (до 100 км/час).

5. Выбор схемы и параметров блока роликов

Выбор схемы и параметров блока роликов для той или иной марки автомобиля проводят с учетом всех требований, предъявляемых к блоку роликов в отношении реализуемой на нем тяговой силы, обеспечения устойчивости и самостоятельного выезда, снижения износа шин. Следует учитывать также направление движения автомобиля при въезде на стенд и съезде с него.

Возможности стенда, в отношении реализации тяговой силы, характеризуются коэффициентом использования нагрузки q_k . Тяговую силу на ведущих колесах автомобиля, которую требуется реализовать при испытании, удобно оценить q_k^1 – отношением максимального значения тяговой силы автомобиля по крутящему моменту двигателя на данной передаче к нагрузке на ведущий мост автомобиля в снаряженном состоянии. Следовательно, для реализации на стенде заданной тяговой силы необходимо выполнение условия $q_k > q_k^1$. Требуемые значения q_k^1 для ряда отечественных автомобилей при реализации тяговой силы на прямой передаче приведены в табл. 5.

Таблица 5. Значения q_k^1 для некоторых моделей автомобилей

Марка автомобиля	q_k^1
Mercedes E250	0,34
BMW 116i	0,28
ГАЗ 31105	0,27
ГАЗ 14	0,25
ГАЗ 53А	0,21
ЗИЛ 130	0,20
МАЗ 5335	0,25
ЛАЗ 695Н	0,11

Приведенные значения q_k^1 реализуются на стенде, выполненном по схеме 1 с гладкими стальными роликами ($\varphi = 0,5$). При расстоянии между роликами, соответствующем значению $\alpha = 27^\circ \dots 30^\circ$ ($\tan \alpha > \varphi$), стенд обеспечивает значение $q_k = 0,40 \dots 0,43$ и удовлетворяет условию устойчивости. Такую схему используют наиболее часто в современных стендах.

Конструктивно блок роликов обычно состоит из двух пар симметрично расположенных роликов, на каждую из которых опираются колеса ведущего моста. Встречаются стенды, содержащие три ролика, из которых один сплошной на два колеса (в него встроено нагрузочное устройство - гидротормоз) или даже два ролика.

2.3. Расчёт инструмента для выполнения разборочно-сборочных работ

Цель работы: Изучение методики расчёта ручного инструмента, используемого при выполнении разборочно-сборочных работ в процессе ТО и ремонта подвижного состава.

Резьбовые соединения в автомобилях являются наиболее распространённым видом соединений деталей и узлов. На некоторых типах подвижного состава они составляют от 70 до 80% всех соединений. Трудоемкость сборки - разборки резьбовых соединений при капитальном ремонте автомобилей составляет 35-55% от общей трудоемкости разборочно-сборочных работ.

Оборудование и инструмент, применяемые для разборки-сборки подвижного состава, могут быть разделены в зависимости от их применения на универсальные и нестандартные (специальные), используемые для какого-нибудь одного соединения. Инструмент можно также классифицировать в зависимости от способа приведения его в действие - на ручной и механический.

В качестве ручного инструмента при ТО и ремонте подвижного состава применяются различного вида стандартные отвёртки и ключи.

Таблица 6. Исходные данные

Вариант	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Размер резьбы	M10	M12	M14	M16	M18	M20	M22	M24	M22	M20	M18	M16
Вариант	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
Размер резьбы	M12	M10	M12	M14	M16	M18	M20	M22	M24	M16	M18	M12

Таблица 7. Величины крутящих моментов для сборки резьбовых соединений

Размер резьбы	M10	M12	M14	M16	M18	M20	M22	M24
Крутящие моменты, Нм	3,0-3,5	5-6	8-9	12-14	14-17	20-23	28-32	36-40

Порядок выполнения работы

1. Методика расчета открытого гаечного ключа

1.1. Определить усилие, прикладываемое рабочим (слесарем) при выполнении разборочно-сборочных работ:

$$Q = M_{кр} / L, \text{ Н},$$

где Q - усилие руки рабочего, Н;

$M_{кр}$ - величина крутящих моментов (табл. 7), Нм;

L - длина рукоятки ключа, м;

Длину рукоятки ключа принимают по конструктивным соображениям. Обычно $L = (10 \dots 12) d$, а вся длина ключа до $15d$, где d - диаметр болта, м.

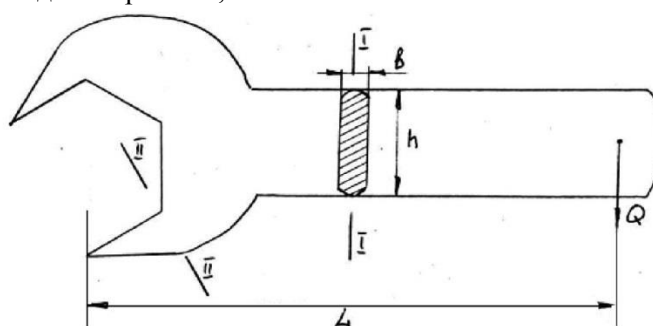


Рисунок 12. Гаечный ключ открытый

1.2. Проверить рукоятку ключа на прочность по изгибающему моменту:

$$\sigma_u = \frac{6 \cdot M_{кр}}{b \cdot h^2} < [\sigma_u], \text{ Н/м}^2,$$

где b - толщина ключа, м $b = 7 \cdot 10^{-3}$ м;

h - ширина ручки ключа, м; $h = 30 \cdot 10^{-3}$ м;

$[\sigma_u]$ - допускаемое напряжение, Н/м² $[\sigma_u] = (50 \dots 60) 10^6$ Н/м².

1.3. Проверить головку ключа на изгиб в сечении II - II:

$$\sigma_u = \frac{M_{кр}}{W_u} < [\sigma_u], \text{ Н/м}^2, \quad (3)$$

где W_u - момент сопротивления при изгибе, $W_u = (40 \dots 60) 10^{-7} \text{ м}^3$.

2. Методика расчета динамометрического гаечного ключа

Динамометрические ключи применяются в тех случаях, когда требуется равномерная натяжка болтовых соединений. Как правило, это бывают соединения, требующие герметичности, работающие при больших переменных нагрузках, например, головки блока двигателей. Динамометрические ключи разделяются на две группы. Первая группа - динамометрические ключи, автоматически выключающиеся при достижении заданного крутящего момента. Вторая группа - динамометрические ключи с указателем, показывающим величину приложенного крутящего момента.

2.1. Расчет динамометрического ключа первой группы

2.1.1. Определить окружное усилие, прикладываемое к ключу при реализации заданного крутящего момента:

$$Q = \frac{M_{кр}}{r_{ср}}, \text{ Н},$$

где Q - окружное усилие, прикладываемое к рукоятке ключа, Н;

$r_{ср}$ - длина рукоятки ключа, $r_{ср} = (15 \dots 25) 10^{-2} \text{ м}$.

2.1.2. Определить силу P , сжимающую пружину:

$$P = \frac{Q}{\tan \varphi}, \text{ Н},$$

где φ - угол подъема витков пружины ($\varphi = 45 \dots 60^\circ$).

2.1.3. Определить основные параметры пружины:

а) диаметр проволоки пружины:

$$d = \frac{\pi \cdot [\tau_k] \cdot D^2 \cdot i}{G \cdot f_n}, \text{ м},$$

где $[\tau_k]$ - допустимое напряжение проволоки на кручение,

$[\tau_k] = (35 \dots 45) 10^7, \text{ Н/м}^2$;

D - средний диаметр пружины, $D = (20 \dots 25) 10^{-3}, \text{ м}$;

i - число витков пружины; $I = I_{раб} + I_{опорн}$

$I_{раб}$ - число рабочих витков пружины ($6 \dots 8$);

$I_{опорн}$ - число опорных витков пружины, ($I_{опорн} = 1,5$);

G - модуль упругости сдвига, $G = 8,1 \cdot 10^{10}, \text{ Н/м}^2$;

f_n - полная деформация пружины, м;

$$f = f_o + f_p$$

f_o - предварительное сжатие пружины, $m f_o = (0,9 \dots 1,2) D$;

f_p - рабочее сжатие пружины, $f_p = 5,3 \cdot 10^{-3}, \text{ м}$.

б) длина пружины в свободном состоянии

$$L_{св.} = (d + \Delta) \cdot i + 1,5d + f_n, \text{ м},$$

где Δ - зазор между витками сжатой пружины, $\Delta = (0,6 \dots 0,8) 10^{-3}, \text{ м}$.

Сжимая и разжимая пружину, можно регулировать предельный крутящий момент, передаваемый ключом.

2.2. Расчет динамометрического гаечного ключа второй группы

Ключи данной группы обычно выполняются с упругим стержнем, который изгибается в зависимости от величины приложенного крутящего момента.

2.2.1. Определить деформацию стержня

При прикладывании усилия деформация стержня должна быть значительной, поэтому форма сечения стержня обычно имеет вид прямоугольника с большой шириной и малой высотой:

$$f = \frac{Q \cdot L^3}{3 \cdot E \cdot I}, \text{ м},$$

где f - деформация стержня, м;
 Q - сила, прикладываемая рабочим, Н;
 L - длина упругого стержня, м ($L = 0,3 \dots 0,4$ м);
 E - модуль упругости, (для стали $E = 2,05 \cdot 10^{11}$ Н/м²);
 I - момент инерции стержня, м⁴.
 Для прямоугольного сечения стержня:

$$I = \frac{b \cdot h^3}{12}, \text{ м}^4,$$

где b - высота сечения, м ($b = 5 \cdot 10^{-3}$ м);
 h - ширина сечения, м ($h = 20 \cdot 10^{-3}$ м).

2.2.2. Определить крутящий момент на затягиваемой гайке

$$M_{кр} = Q \cdot L, \text{ Нм.}$$

После определения крутящего момента необходимо сравнить с табличным значением (табл. 7 для соответствующего исходным данным размера резьбы).

2.4. Расчет универсального съемника

Цель работы: Изучить методику расчета основных параметров универсального винтового съемника, предназначенного для снятия и установки определенных деталей и узлов автомобилей при ремонте и техническом обслуживании.

Съемник универсальный предназначен для снятия зубчатых колес, подшипников, ступиц шкивов и других деталей с агрегатов (узлов) автомобилей при ремонте и техническом обслуживании.

При установке (или съеме) подшипников на вал и в корпус обязательным является выполнение условия: осевую силу необходимо прикладывать непосредственно к тому кольцу, которое напрессовывают (или снимают). Недопустимо при монтаже и демонтаже подшипника силу передавать через тела качения (шарики или ролики). В противном случае на дорожках и телах качения могут появиться вмятины.

Для демонтажа подшипников используют винтовые съемники: с двумя или с тремя откидными тягами. Места установки подшипников должны быть конструктивно разработаны так, чтобы можно было удобно работать съемниками. При удалении подшипника из корпуса его нужно захватывать за наружное кольцо, а при снятии с вала - за внутреннее. Чтобы можно было захватить тягами съемника кольцо подшипника, высота заплечика не должна быть чрезмерно большой. Минимальный размер t_1 внутреннего и t_2 наружного выступающего торца кольца подшипника, предназначенного для демонтажа, приведен в табл. 8.:

Таблица 8. Минимальный размер t_1 внутреннего и t_2 наружного выступающего торца кольца подшипника, предназначенного для демонтажа

Диаметр вала d , мм	до 15	св. 15 до 50	св. 50 до 100
$t_1 = t_2$, мм	1	2	3.5

При высоких заплечиках нужно предусматривать пазы для размещения тяг съемника. Для размещения тяг съемника при удалении наружного кольца подшипника из глухого отверстия предусматривают свободное пространство $\alpha \approx (0,4 \dots 0,5) C$, где C - ширина кольца подшипника.

Съемник универсальный (рис. 13) состоит из воротка, силового винта, 2-х лапок и траверсы.

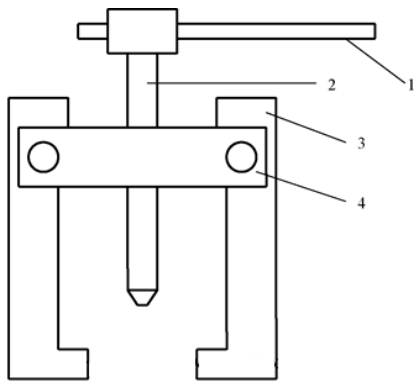


Рисунок 13. Съёмник универсальный

На лапках и траверсе имеются сквозные дополнительные отверстия. Они предназначены для регулировки высоты лапок относительно силового винта и для уменьшения (увеличения) диаметра захвата лапок относительно траверсы.

Принцип действия прост. Установить нужную высоту и диаметр захвата лапок под снимаемую деталь, выкрутить силовой винт и установить его по центру к снимаемой детали, затем произвести захват лапками. Вращать вороток по часовой стрелке, а затем снять деталь. Съёмник нужно устанавливать строго по центру к снимаемой детали, во избежание облома лапок и соскальзывания с детали.

Таблица 9. Исходные данные

Вариант	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Размер резьбы	M10	M12	M14	M16	M18	M20	M10	M12	M14	M16	M18	M20
Вариант	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
Размер резьбы	M12	M10	M12	M14	M16	M18	M20	M10	M10	M12	M18	M12

Порядок выполнения работы

1. Расчет резьбового соединения

Осевая сила на винте

$$F_0 = \frac{F_p \cdot l_p}{0.2 \cdot d}, \text{ Н},$$

где F_p - сила на рукоятке воротка, Н ($F_p = 200$ Н);

l_p - длина рукоятки воротка, мм ($l_p = 250$ мм);

d - номинальный диаметр резьбы, мм.

Расчетный диаметр резьбы

$$d_p = d - 0.94 \cdot p, \text{ мм},$$

где p - шаг резьбы, мм ($p = 2$ мм).

Расчетная сила на винте

$$F_{расч} = K_{зат} \cdot F_0, \text{ Н},$$

где $K_{зат}$ - коэффициент затяжки, $K_{зат} = 1,3$ для метрической резьбы

Эквивалентное напряжение в винте

$$\sigma^{эkv} = \frac{(4 \cdot F_{расч})}{(\pi \cdot d_p^2)}, \text{ МПа};$$

$$\sigma^{эkv} \geq [\sigma_{сж}].$$

Допускаемое напряжение сжатия

$$\sigma_{сж} = \frac{[\sigma_m]}{n}, \text{ МПа},$$

где $[\sigma_m]$ - предел текучести материала, МПа $[\sigma_m] = 320$ МПа для стали 35;

n - требуемый коэффициент запаса прочности, $n = 4$ при постоянной нагрузке.

Винт испытывает сжатие, то во избежание продольного изгиба необходимо обеспечить запас устойчивости:

$$n_y = \frac{F_{a_кр}}{F_o} \geq [n_y],$$

где $[n_y] \geq 4$ - запас устойчивости;

$F_{a_кр}$ - критическая нагрузка, Н;

F_o - осевая нагрузка на винт, Н.

По формуле Эйлера (при $\lambda = \frac{\mu l}{i} \geq \lambda_{пред}$)

$$F_{a_кр} = \frac{\pi^2 \cdot E \cdot I}{(\mu \cdot l)^2}, \text{ Н,}$$

где $F_{a_кр}$ - критическая нагрузка, Н;

$E \cdot I$ - жесткость при изгибе, Нм^2 ($2 \cdot 10^{11}$);

μ - коэффициент длины, $\mu = 0,5$;

λ - гибкость винта ($\lambda_{пред} = 100$);

i - радиус инерции сечения винта, мм ($i = d_1 / 4$).

Проверить условие устойчивости винта $n_y > [n_y]$.

2.5. Расчёт уровня механизации производственных процессов технического оборудования и ремонта транспортных средств

Цель работы: Определить уровень механизации и степень охвата механизированным трудом рабочих отдельных зон и участков АТП.

Под механизацией производственного процесса понимается замена ручного труда работой машин и механизмов, а также замена менее совершенных машин и механизмов более совершенными.

При определении уровня механизации все работы ТО и ТР по способу их производства распределяются на механизированные, механизированно-ручные и выполняемые вручную.

К механизированным работам относятся процессы (операции) выполняемые при помощи машин и механизмов, имеющих электрические, гидравлические и пневматические приводы. При этом управление машинами и механизмами, а также выполнение вспомогательных процессов и операций осуществляется вручную. Примером механизированного производства работ является применение механизированных моечных установок, конвейеров для перемещения автомобилей, подъемников для вывешивания автомобилей, диагностических стендов, металлообрабатывающих станков и др.

К механизированно-ручным работам относятся процессы (операции), выполняемые с применением механизированного инструмента, приборов и аппаратуры, имеющих вышеназванный привод, причём механизмируются отдельные наиболее трудоёмкие операции с сохранением значительной доли ручного труда (применение установок для шланговой мойки автомобилей, маслораздаточного оборудования, электрогайковёртов и др.).

К ручным работам относятся процессы (операции), выполняемые при помощи простейших орудий труда (молотка, отвёртки, ручной дрели), а также работы, выполняемые с помощью ручных тележек, домкратов, съёмников, стендов, подъёмных кранов и другого оборудования, не имеющего привода от специального источника энергии.

Исходные данные

Исходные данные выдаются индивидуально каждому студенту.

Порядок выполнения работы

Для расчёта уровня механизации и степени охвата рабочих механизированным трудом производственных зон и участков необходимо:

- определить численность рабочих зоны или участка (выдаётся в задании);
- составить перечень и установить количество оборудования, применяемого на данном участке или зоне (выдаётся в задании);
- определить характеристики применяемого технологического оборудования (используются различные пособия и справочники);
- распределить рабочих по видам используемого оборудования;
- установить численные значения коэффициентов механизации оборудования (K) и простейшей механизации (I).

Для удобства и наглядности расчётов рекомендуется использовать следующую таблицу:

Таблица 10. Расчёт уровня механизации и степени охвата рабочих механизированным трудом производственных зон и участков

Оборудование	Число единиц оборудования	P	P _м	P _{мр}	P _р	K	И
1. 2. 3. N N+1. прочее немеханизированное оборудование							
Итого:							

1. Распределить рабочие зоны или участки по имеющемуся на нём технологическому оборудованию.

Распределение производится на основе технологии выполнения работ и времени работы конкретного образца оборудования.

2. В зависимости от оборудования распределить рабочие участки или зоны на группы, занятые механизированным трудом (P_m), механизированно-ручным трудом ($P_{мр}$) и ручным трудом (P_r).

3. Определить численные значения коэффициентов K и $И$.

Значения коэффициентов определяются по таблицам 11 и 12 или при помощи расчётных формул:

$$K = T_{об} / T_{см} ;$$

$$И = (T_{об} / T_{см}) \cdot 0,3,$$

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

$T_{об}$ – продолжительность работы оборудования в течение смены, час;

Коэффициенты K и $И$ рассчитываются по формулам только для того оборудования, которого нет в таблицах 11 и 12. В противном случае значение коэффициентов принимается из таблиц, причём меньшее значение коэффициента ($И$) соответствует АТП с числом подвижного состава: легкового до 200 ед., грузового до 200 ед., автобусного до 100 ед. Для других АТП принимают большее значение коэффициента ($И$). Коэффициент (K) выбирается из интервала значений произвольно в зависимости от мощности АТП.

Таблица 11. Примерные значения коэффициентов механизации оборудования K

Зона	Оборудование	Легковые	Автобусные	Грузовые
ЕО	Установка для мойки автомобилей.	0,25-0,55	0,30-0,60	0,24-0,50
	Конвейер для перемещения автомобилей.	0,25-0,55	0,30-0,60	0,24-0,50
ТО-1	Конвейер для перемещения автомобилей. Подъёмник канавный.	0,03-0,06	0,04-0,05	0,03-0,06
		0,04-0,07	0,04-0,07	0,04-0,07
ТО-2	Конвейер для перемещения автомобилей. Подъёмник канавный.	0,02-0,04	0,02-0,05	0,02-0,06
		0,03-0,06	0,03-0,06	0,03-0,06
ТР	Подъёмник напольный.	0,04-0,07	0,02-0,05	0,03-0,06
	Подъёмник канавный.	0,05-0,09	0,03-0,06	0,04-0,07
	Кран подвесной электрический.	0,07-0,22	0,05-0,15	0,06-0,17
Диагностики	Стенды для проверки: тормозов;	0,25-0,55	0,25-0,60	0,20-0,50
	тягово-экономических качеств двигателя;	0,35-0,65	0,30-0,75	0,30-0,60
	электрооборудования;	0,20-0,50	0,15-0,45	0,15-0,45
	угол установки колёс;	0,30-0,60	0,20-0,50	0,25-0,45
	стенд для балансировки колёс.	0,35-0,65	-	-

Таблица 12. Примерные значения коэффициентов простейшей механизации

Зона	Оборудование	Легковые	Автобусные	Грузовые
ЕО	Пылесос, уборочная машина.	0,03-0,18	0,06-0,21	-
	Установка для шланговой мойки автомобиля	0,03-0,12	0,06-0,18	0,06-0,18
	Установка для двигателей.	0,06-0,15	0,09-0,18	0,06-0,15
ТО-1	Оборудование для раздачи масла для двигателей.	0,03-0,10	0,03-0,12	0,03-0,12
	Контрольно-диагностические и измерительные приборы.	0,08-0,20	0,04-0,12	0,06-0,18
	Воздухораздаточная автоматическая колонка.	0,02-0,08	0,02-0,08	0,02-0,08
	Электрогайковёрт.	0,09-0,18	0,06-0,15	0,06-0,15
ТО-2	Оборудование для раздачи трансмиссионных масел.	0,06-0,15	0,09-0,18	0,09-0,18
	Солидолонагнетатель.	0,09-0,18	0,12-0,21	0,12-0,24
	Электрогайковёрт.	0,12-0,21	0,09-0,20	0,10-0,20
	Контрольно-диагностические и измерительные приборы.	0,08-0,20	0,08-0,18	0,10-0,18
	Оборудование для раздачи масла для двигателей.	0,09-0,18	0,12-0,21	0,12-0,24
	Воздухораздаточная автоматическая колонка.	0,03-0,12	0,03-0,12	0,03-0,12
ТР	Смазочно-заправочное оборудование.	0,05-0,12	0,01-0,04	0,03-0,12
	Электрогайковёрт.	0,12-0,21	0,06-0,12	0,09-0,18
	Контрольно-диагностические и измерительные приборы.	0,09-0,20	0,03-0,09	0,06-0,15
	Гайковёрт для гаек стремянок рессор.	-	0,02-0,05	0,03-0,12
Диагностики	Приборы диагностические.	0,09-0,20	0,03-0,09	0,06-0,15

4. Определить уровень механизированного труда в общих трудозатратах:

$$Y_M = \frac{P_{M1K1} + P_{M2K2} + \dots + P_{MnKn}}{P} \cdot 100\% .$$

5. Определить уровень механизированно-ручного труда в общих трудозатратах:

$$Y_{MP} = \frac{P_{mp1I1} + P_{mp2I2} + \dots + P_{mpnIn}}{P} \cdot 100\% .$$

6. Определить общий уровень механизированного труда:

$$Y_{OB} = Y_M + Y_{MP} .$$

7. Определить степень охвата рабочих механизированным способом производства:

$$C_M = \frac{P_M}{P} \cdot 100\% .$$

8. Определить степень охвата рабочих ручным механизированным инструментом:

$$C_{MP} = \frac{P_{MP}}{P} \cdot 100\% .$$

9. Определить общую степень охвата рабочих механизированным трудом:

$$C_{об} = C_M + C_{MP} .$$

3. ПРОЕКТИРОВАНИЕ НЕСТАНДАРТНОГО ОБОРУДОВАНИЯ ДЛЯ ТО И ТР АВТОМОБИЛЕЙ

В течение семестра студенты выполняют курсовую работу «Проектирование нестандартного оборудования для ТО и ТР автомобилей». Студент выбирает вариант задания по номеру в журнале либо по сумме трех последних цифр зачетной книжки.

3.1. Варианты заданий

1. Проектирование механического домкрата.
2. Проектирование гидравлического домкрата.
3. Проектирование подъемника с пневматическим приводом.
4. проектирование подъемника с гидравлическим приводом.
5. Проектирования электромеханического подъемника.
6. Проектирование опрокидывателя.
7. Проектирование эстакады.
8. Проектирование подъемно-транспортной машины на примере кран-балки.
9. Проектирование схемы полиспаста.
10. Проектирование тележки с приводными колесами.
11. Проектирование грузотолкающего конвейера.
12. Проектирование стенда для ремонта двигателя.
13. Проектирование стенда для ремонта коробки передач.
14. проектирование стенда для ремонта заднего моста.
15. Проектирование диагностического стенда для проверки элементов системы питания дизельного двигателя.
16. Проектирование диагностического стенда для проверки элементов системы питания бензинового двигателя.
17. Проектирование канавного подъемника.
18. Проектирование специализированного оборудования для ремонта элементов системы охлаждения.
19. Проектирование специализированного оборудования для ремонта электрооборудования автомобиля.
20. Проектирование специализированного оборудования для ремонта элементов ГРМ.
21. Проектирование специализированного оборудования для ремонта элементов рулевого управления автомобиля.
22. Проектирование специализированного оборудования для ремонта элементов тормозной системы.
23. Проектирование специализированного оборудования для ремонта ходовой части.
24. Проектирование приспособления для вывешивания двигателя на автомобиле.
25. Проектирование приспособления для снятия двигателя с автомобиля.
26. Проектирование подъемно-транспортного оборудования для зоны ТО и ТР.
27. Проектирования стойки трансмиссионной.
28. проектирование специализированного оборудования для выполнения кузовных работ.
29. проектирование технологического оборудования для выполнения окрасочных работ.
30. Проектирование технологического оборудования для выполнения уборочно-моечных работ.

Пояснительная записка курсовой работы состоит из следующих разделов:

- 1) титульный лист,
- 2) характеристика работ, которые выполняются с помощью заданного оборудования,
- 3) обзор существующих конструкций оборудования, выявление преимуществ и недостатков,
- 4) проектирование и описание предлагаемой усовершенствованной или новой конструкции. Расчеты на прочность элементов предлагаемой конструкции,
- 5) список использованной литературы.

По результатам проектирования вычерчиваются чертежи предлагаемого приспособления: сборочный чертеж конструкции на формате А1 и отдельно детали конструкции, которые не являются стандартными элементами (рекомендуется чертежи деталей выполнять на формате А3, допускается использование других форматов в отдельных случаях).

3.2. Общие указания по оформлению пояснительной записки работы

Оформление курсовой работы должно соответствовать следующим требованиям и нормам.

Курсовая работа выполняется на листах писчей белой бумаги формата А4 рукописным методом

или с применением печатающих устройств ЭВМ.

Текст должен располагаться на листе с полями следующих размеров: верхнее, левое и нижнее - 20 мм, правое - 15 мм. Страницы должны быть пронумерованы и скреплены.

При рукописном методе оформления применяются чернила тёмного цвета, высота букв составляет 2,5-3 мм.

При использовании для оформления работы ЭВМ должны быть выполнены следующие условия:

1) Текст печатается черным цветом с одной стороны листов шрифтом 14 пт с полуторным интервалом. Рекомендуемая гарнитура - Times New Roman.

2) Текст, кроме заголовков, выравнивается по ширине; заголовки - по центру страницы. Абзацный отступ составляет 1 - 1,5 см.

3) Индексы (верхние и нижние) отображаются с использованием средств форматирования Word: a, LKP и т.д.

4) При наличии в тексте формул, они должны быть удобочитаемыми и выполнены в редакторе формул.

Например:

$$\omega(L) = \frac{\sum_{i=1}^N r_i(L + \Delta L) - \sum_{i=1}^N r_i(L)}{N\Delta L}, \quad (1)$$

где r - число отказов i -го автомобиля за рассматриваемую наработку;

ΔL - интервал пробега, на котором определяется параметр потока отказов как средняя величина.

5) При наличии рисунков, чертежей, схем следует выполнять их в одном из графических редакторов. Применение сканированных изображений допускается только при высоком качестве сканирования (линии не «расплываются», текст легко читается). Подписуемая подпись должна быть полностью на одной странице с рисунков.

Например:

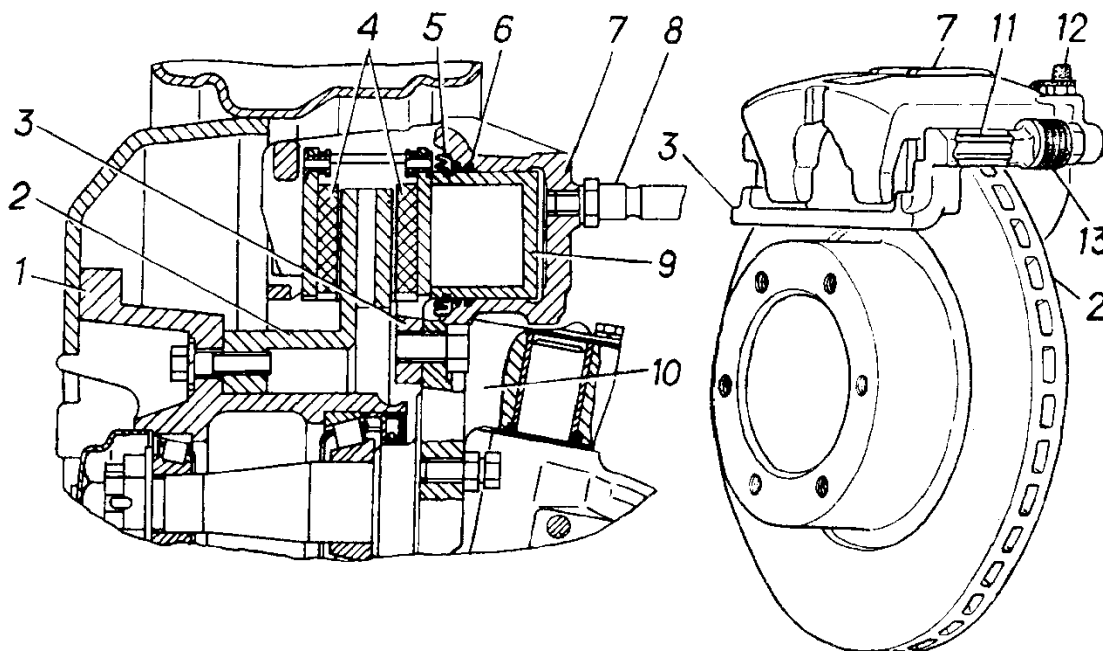


Рисунок 13. Передний дисковый тормозной механизм автомобиля ГАЗ-3221:

1 - ступица колеса; 2 - тормозной диск; 3 - основание тормозной скобы, 4 - тормозные колодки; 5 и 13 - защитные чехлы; 6 - уплотнительное кольцо; 7 - корпус тормозной скобы; 8 - шланг подвода тормозной жидкости; 9 - поршень; 10 - поворотный кулак; 11 - направляющий палец; 12 - клапан прокачки.

6) При наличии таблиц следует выполнять с помощью редактора таблиц, имеющегося в Word. Не допускается вставлять в текст отсканированные таблицы.

Например:

Таблица 1 - Результаты замеров на конечных остановках

№ маршрута – 75 (К-тр Радеж – пос. Ангарский)						
№ п/п	Гос. номер	Время		Кол-во пассажиров		t _{ко} , мин
		прибытия	отправления	прибывших	уехавших	
26 февраля 2015 года						
1	Т 069 СК	8:43	8:51	2	5	8
2	Т 817 РК	8:46	8:56	0	2	10
3	О 038 ВВ	8:55	9:02	0	4	7
4	АА 956	9:00	9:09	2	1	9
5	Т 976 КВ	9:06	9:15	0	3	9
6	О 704 МТ	9:12	9:20	0	4	8
7	АВ 597	9:17	9:26	0	3	9
8	О 337 МН	9:26	9:35	0	5	9
9	АА 609	9:36	9:41	0	4	5
10	Т 330 ОО	9:40	9:48	0	7	8
11	Е 951 ХТ	9:49	9:54	2	4	5
12	Е 263 РХ	9:53	10:01	0	3	8
13	Т 133 ОН	10:01	10:06	1	5	5
14	Т 069 СК	10:04	10:10	0	8	6
15	Т 817 РК	10:06	10:18	2	6	12
16	О 038 ВВ	10:14	10:24	0	4	10
17	АА 956	10:20	10:30	0	5	10
18	Т 976 КВ	10:26	10:35	0	2	9
19	О 704 МТ	10:32	10:40	3	3	8
20	АВ 597	10:38	10:49	4	4	11
21	О 337 МН	10:46	10:54	2	6	8
22	АА 609	10:54	11:00	1	1	6
23	Т 330 ОО	10:59	11:06	0	2	7
24	Е 951 ХТ	11:06	11:14	0	3	8
25	Е 263 РХ	11:11	11:20	2	5	9
26	Т 133 ОН	11:18	11:26	1	6	8
27	Т 069 СК	11:24	11:30	0	8	6
28	Т 817 РК	11:28	11:38	3	9	10
29	О 038 ВВ	11:38	11:45	1	5	7
30	АА 956	11:42	11:50	2	7	8
31	Т 976 КВ	11:49	11:55	5	2	6
32	О 704 МТ	11:53	12:02	0	6	9
33	АВ 597	12:00	12:10	0	4	10
34	О 337	12:05	12:15	3	5	10
37	Е 951 ХТ	12:28	12:34	2	3	6
38	Е 263 РХ	12:34	12:40	0	7	6
39	Т 133 ОН	12:38	12:45	0	6	7
40	Т 069 СК	12:42	12:49	1	6	7
41	Т 817 РК	12:47	12:55	1	5	8
42	О 038 ВВ	12:52	13:02	0	5	10
43	АА 956	12:59	13:10	2	4	11

7) Не допускается исправлений, подчисток, применения корректирующих жидкостей.

8) Оформление списка использованной литературы должно соответствовать существующим библиографическим требованиям.

Титульный лист и список использованной литературы выполняются в соответствии с общими требованиями оформления учебных работ.

3.3. Пример выполнения курсовой работы

1. Характеристика работ, которые выполняются с помощью заданного оборудования

Дается описание работ, технологии их выполнения и место этих работ в процессе выполнения технического обслуживания и текущего ремонта автомобилей (2-3 страницы).

2. Обзор существующих конструкций оборудования, выявление преимуществ и недостатков

Обзор выполняется на основе данных Интернет-сайтов, каталогов и литературы, которую выпускают производители автосервисного оборудования. Обзор должен включать не менее пяти наименований оборудования с фотографией, техническими характеристиками и стоимостью.

Также дается их сравнительная оценка, выявляются преимущества и недостатки заданного вида оборудования.

3. Проектирование и описание предлагаемой усовершенствованной или новой конструкции.

Проектные расчеты предлагаемой конструкции, расчеты на прочность

Исходные данные для проектирования:

- Грузоподъемность, тон – 3,2;
- Тип резьбы – кв;
- Материал винта – Сталь 4;
- Высота подъема, мм – 140.

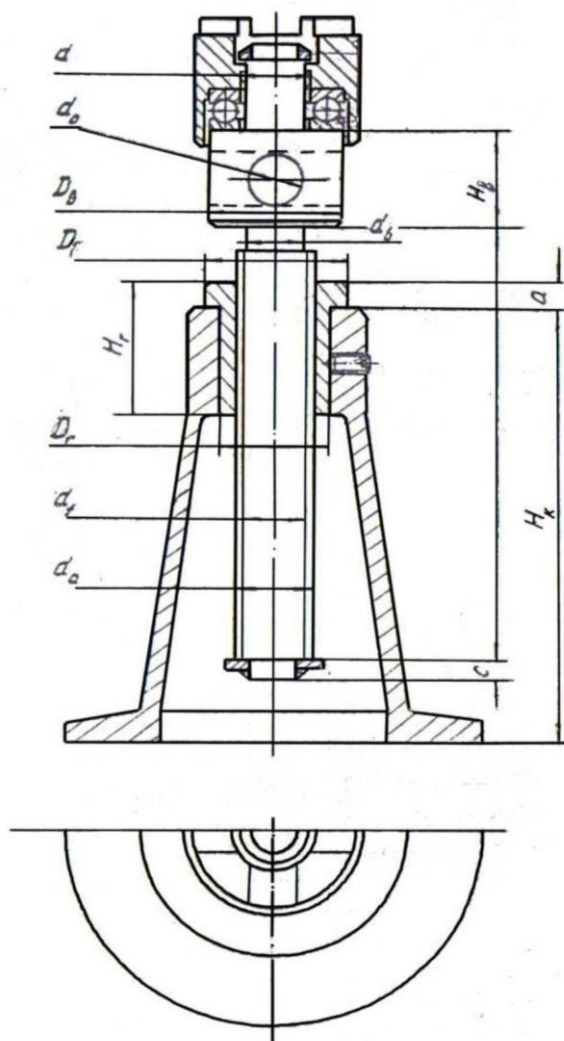


Рисунок 1. Общий вид домкрата

1. Расчет винта на прочность

Материал винта Сталь 4, предел текучести $\sigma = 250$ МПа.

Рассчитываем винт на сжатие а для грубого учета кручения принимаем расчетную нагрузку равной $1,25 Q$.

Напряжения

$$\sigma_{сж} = \frac{1,25 \cdot Q}{\frac{\pi}{4} \cdot d_i^2}$$

Откуда

$$d_i = \sqrt{\frac{1,6 \cdot Q}{[\sigma]_{\text{ке}}}} + 1.$$

Коэффициент запаса

$$n = 2.$$

Допускаемое напряжение сжатия

$$[\sigma]_{\text{ке}} = \frac{\sigma_{\text{с}}}{n} = \frac{250}{2} = 125 \text{ МПа.}$$

Внутренний диаметр резьбы

$$d_i = \sqrt{\frac{1,6 \cdot 32000}{\pi \cdot 125}} + 1 = 25,8 \text{ мм.}$$

2. Расчет винта на устойчивость. Принимаем коэффициент запаса устойчивости

$$n' = 1,25 \cdot n = 1,25 \cdot 2 = 2,5.$$

Тогда критическая сила

$$Q_{\text{крит}} = n' \cdot Q = 2,5 \cdot 32000 = 80000 \text{ Н.}$$

По формуле Эйлера

$$Q_{\text{крит}} = \frac{\pi^2 \cdot E \cdot J}{(\mu \cdot l)^2}.$$

Коэффициент приведения

$$\mu = 2.$$

Расчетная длина винта

$$l = H_i + 3 \cdot d_i \cong 140 + 3 \cdot 25.8 = 217.4 \text{ мм.}$$

Момент инерции сечения винта (без учета резьбы)

$$J = \frac{\pi \cdot d_i^4}{64}.$$

Получаем из формулы Эйлера

$$d_i = 4 \sqrt[4]{\frac{Q_{\text{нп}} \cdot l^2}{\pi^3 \cdot E}} = 4 \sqrt[4]{\frac{1.15 \cdot 10^5 \cdot 2.17^2 \cdot 10^4}{\pi^3 \cdot 2 \cdot 10^5}} = 21.7 \text{ мм.}$$

2. Назначение размеров винта

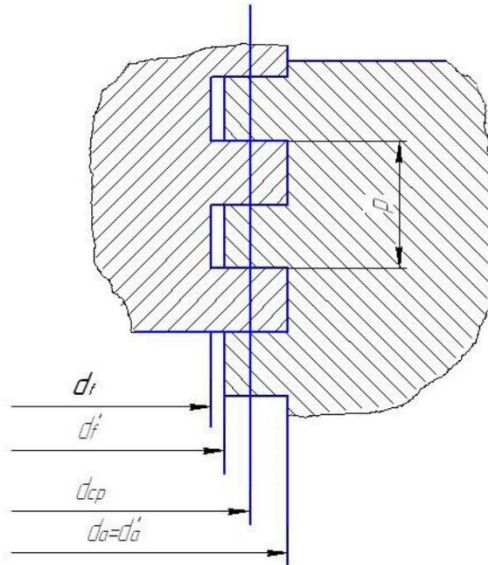


Рисунок 2. Резьба квадратная

Параметры резьбы:

$$d_a = \sqrt{\frac{4Q}{\pi^3 \cdot 0.7 \cdot [\sigma_{\text{св}}]}} = 26.5$$

Примем: $d = 32$ мм.

Наружный диаметр винта, мм $d_a = 32$;

Внутренний диаметр винта, мм $d_i = 25.8$;

Внутренний диаметр гайки, мм $d_i = 28$;

Средний диаметр рабочей поверхности, мм $d_m = 30$;

Шаг, мм $t = 8$.

Угол λ подъема резьбы

$$\operatorname{tg} \lambda = \frac{t}{\pi \cdot d_{\text{нп}}} = \frac{8}{\pi \cdot 30} = 0.084,$$

$$\lambda = 4^\circ 48'.$$

При таком угле подъема самоторможение обеспечено. Диаметр головки винта и хвостовика

$$D_a \cong 2 \cdot d_i = 51.6 \text{ мм,}$$

$$d_{\delta} = d_f - 1 = 24.8 \text{ мм.}$$

Приняты диаметры

$$D_a = 50 \text{ мм,}$$

$$d_{\delta} = 16 \text{ мм.}$$

Фаска на головке $C_2 = 2$ мм.

4. Определение вращающих моментов

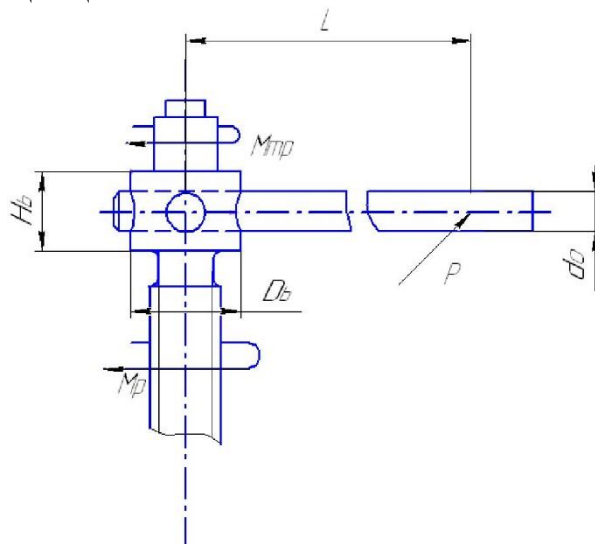


Рисунок 3. Изображение направления моментов

Момент резьбы (винтовой пары)

$$M_p = Q \cdot \frac{d_{cp}}{2} \cdot \operatorname{tg}(\lambda + \rho).$$

Принимаем коэффициент трения и угол трения (при латунной гайке)

$$f = 0,1, \\ \rho = \operatorname{arctg}(f) = \operatorname{arctg}(0,1) = 5,7^\circ.$$

Тогда

$$M_\delta = 32000 \cdot \frac{0,03}{2} \operatorname{tg}(4^\circ + 5,7^\circ) = 72 \text{ Н}\cdot\text{м}.$$

Момент трения под коронкой

$$M_{np} = Q \cdot f \cdot \frac{D_n - 2 \cdot C_2 + d_x}{4}.$$

Принимаем коэффициент трения между головкой винта и коронкой

$$f = 0,12$$

Тогда

$$M_{\delta\delta} = 32000 \cdot 0,12 \cdot \frac{0,05 - 2 \cdot 0,002 + 0,016}{4} = 28,8 \text{ Н}\cdot\text{м}.$$

Вращающий момент на рукоятке

$$M = M_\delta + M_{\delta\delta} = 72 + 28,8 = 100,8 \text{ Н}\cdot\text{м}.$$

Момент сил трения в шарикоподшипнике

$$M_\rho = Q \cdot 0,01 \frac{d}{2} = 5600 \text{ Н} \cdot \text{мм}$$

5. Проверка винта на совместные действия сжатия и кручения

Напряжение сжатия

$$\sigma_{\text{сж}} = \frac{Q}{\frac{\pi}{4} \cdot d_i^2} = \frac{32000}{\frac{\pi}{4} \cdot 0,028^2} = 52 \text{ МПа}.$$

Напряжения кручения

$$\tau_\delta = \frac{M_\delta}{0,2 \cdot d_i^3} = \frac{28,8}{0,2 \cdot 0,028^3} = 20 \text{ МПа}.$$

Приведенное напряжение

$$\sigma_{\text{прив}} = \sqrt{\sigma_{\text{сж}}^2 + 4 \cdot \tau_\delta^2} = \sqrt{52^2 + 4 \cdot 20^2} = 65 \text{ МПа}.$$

Найденное напряжение < $\sigma_{\text{доп}}$ не представляет опасности, так как оно ниже принятого в п. 1 $\sigma_{\text{доп}} = 125 \text{ МПа}$.

6. Расчет рукоятки Вращающий момент на рукоятки

$$M = PL,$$

где P - сила рабочего и L плечо рукоятки.

Примем

$$P = 250 \text{ Н.}$$

Необходимое плечо

$$L = \frac{M}{P} = \frac{100,8}{250} = 0,4 \text{ м,}$$

что практически осуществимо.

Рукоятку можно рассматривать как консоль, защемленную в головке винта. Изгибающий момент в плоскости зацепления.

$$M_{\text{из}} = P \left(L - \frac{D_{\text{з}}}{2} \right) = 250 \left(0,4 - \frac{0,05}{2} \right) = 93,7 \text{ Н·м.}$$

Напряжение изгиба

$$\sigma_{\text{из}} = \frac{M_{\text{из}}}{0,1 \cdot d_p^3}.$$

Отсюда необходимый диаметр рукоятки

$$d_p = \sqrt[3]{\frac{M_{\text{из}}}{0,1 \cdot [\sigma]_{\text{из}}}}.$$

Пологая, что в качестве рукоятки может быть применен прут из сравнительно мягкой стали, принимаем предел прочности

$$\sigma_T = 215 \text{ МПа.}$$

Что соответствует Стали 2 при коэффициенте запаса прочности 1,1, которого здесь достаточно, допускаемое напряжение

$$[\sigma]_{\text{из}} = \frac{\sigma_{\text{из}}}{n} = \frac{215}{1,1} = 195 \text{ МПа.}$$

Диаметр рукоятки

$$d_{\text{д}} = \sqrt[3]{\frac{93,7}{0,1 \cdot 195 \cdot 10^6}} = 0,018 \text{ м.}$$

В соответствии с чем можно принять диаметр отверстия в головки винта

$$d_{\text{д}} = 18 \text{ мм.}$$

7. Проверка головки

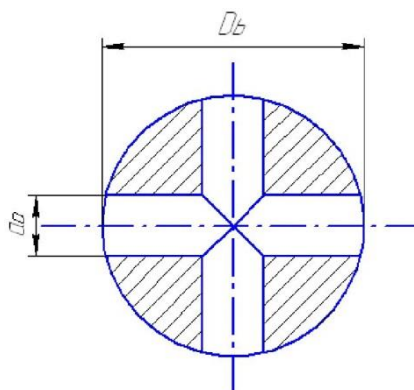


Рисунок 4. Срез головки винта

Проверим основное сечение головки на сжатие

$$\sigma_{\text{сж}} = \frac{Q}{\frac{\pi}{4} \cdot D_{\text{з}}^2 - 2 \cdot D_{\text{з}} \cdot d_i + d_i^2} = \frac{32000}{\frac{\pi}{4} \cdot 0,05^2 - 2 \cdot 0,05 \cdot 0,018 + 0,018^2} = 120 \text{ МПа.}$$

Удельное давление под коронкой

$$P = \frac{Q}{\frac{\pi}{4} \cdot [(D_a - 2 \cdot C_a)^2 - d_s^2]} = \frac{32000}{\frac{\pi}{4} \cdot [(0,05 - 2 \cdot 0,002)^2 - 0,016^2]} = 23 \text{ МПа.}$$

8. Расчет стенки и бурта гайки

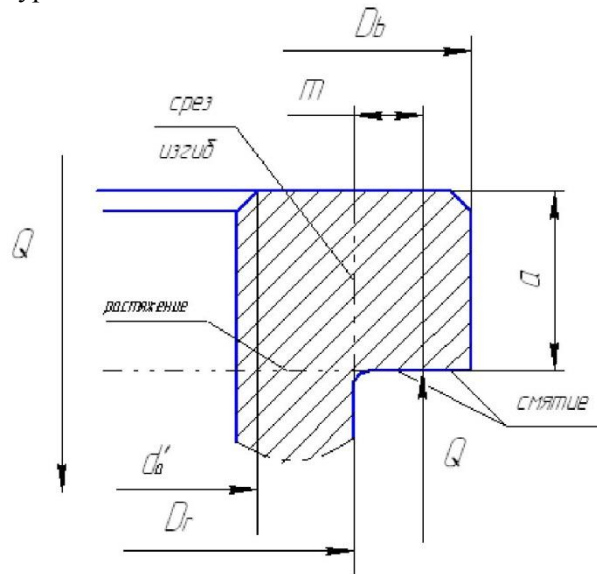


Рисунок 5. Срезы стенки и бурта гайки

Материал гайки латунь ЛМЦС 58-2-2.

Толщина стенки гайки определяется наружным диаметром. Напряжение растяжения в стенке гайки

$$\sigma_p = \frac{Q}{\frac{\pi}{4} \cdot (D_e^2 - d_e^2)}.$$

Откуда

$$D_e = \sqrt{\frac{4 \cdot Q}{\pi \cdot [\sigma]} + d_e^2}.$$

Принимаем допускаемое напряжение растяжения

$$[\sigma]_p = 40 \text{ МПа.}$$

Тогда

$$D_a = \sqrt{\frac{4 \cdot 32000}{\pi \cdot 40 \cdot 10^6} + 0,032^2} = 0,045 \text{ м.}$$

Принимаем согласно ГОСТ 6636-69

$$D_a = 45 \text{ мм.}$$

Диаметр бурта D_b определяется из расчета на смятие. Обозначим через c размер фаски в расточке корпуса. Напряжение смятия на опорной поверхности бурта

$$\sigma_{cm} = \frac{Q}{\frac{\pi}{4} \cdot [D_b^2 - (D_e + 2 \cdot c)^2]}.$$

Откуда

$$D_b = \sqrt{\frac{4 \cdot Q}{\pi \cdot [\sigma]_{cm}} + (D_e + 2 \cdot c)^2}.$$

Принимаем размер фаски

$$c = 2 \text{ мм.}$$

Допускаемое напряжение смятия

$$[\sigma]_{cm} = 50 \text{ МПа.}$$

Диаметр бурта

$$D_{\dot{a}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 32000}{\pi \cdot 50 \cdot 10^6} + (0,05 + 2 \cdot 0,002)^2} = 0,06 \text{ м.}$$

Принято

$$D_{\dot{a}} = 60 \text{ мм.}$$

Высоту бурта a можно найти из расчета на срез и из расчета на изгиб. Напряжения среза в бурте

$$\tau_{cp} = \frac{Q}{\pi \cdot D_e \cdot a}.$$

Принимаем допускаемое напряжение среза $[\tau]_{cp} = 30 \text{ МПа.}$ И найдем

$$a = \frac{Q}{\pi \cdot D_{\dot{a}} \cdot [\tau]_{\dot{a}}} = \frac{32000}{\pi \cdot 0,05 \cdot 30 \cdot 10^6} = 0,0068 \text{ м.}$$

Напряжения изгиба в бурте можно найти приближенно, рассматривая развернутый бурт как консоль. Расстояние от середины опорной поверхности бурта до наружной поверхности гайки

$$m = c + \frac{1}{4} \cdot [D_{\dot{a}} - (D_{\dot{a}} + 2 \cdot \tilde{n})] = 0,02 + \frac{1}{4} \cdot [0,6 - (0,45 + 2 \cdot 0,02)] = 0,053 \text{ м.}$$

Момент, изгибающий бурт в плоскости зацепления

$$M_{\dot{e}} = Q \cdot m = 32000 \cdot 0,053 = 1696 \text{ Н·м.}$$

Напряжения изгиба

$$\sigma_u = \frac{M_u}{\pi \cdot D_e \cdot \frac{a^2}{6}}.$$

Приняв допускаемые напряжения изгиба

$$[\sigma]_u = 50 \text{ МПа.}$$

Получаем

$$a = \sqrt{\frac{6 \cdot M_{\dot{e}}}{\pi \cdot D_{\dot{a}} \cdot [\sigma]_{\dot{e}}}} = \sqrt{\frac{6 \cdot 1696}{\pi \cdot 0,6 \cdot 50 \cdot 10^6}} = 11 \text{ мм.}$$

Принято

$$a = 12 \text{ мм.}$$

9. Проверочный расчет резьбы гайки

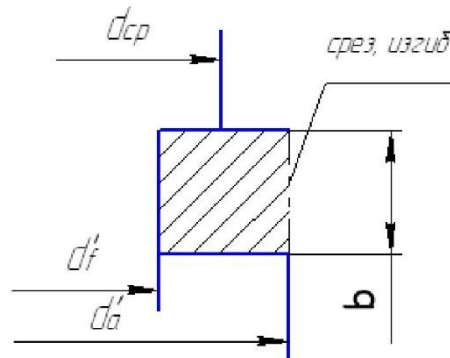


Рисунок 6. Изображение напряжения среза в основании витка гайки

Высоту гайки H_e следует назначить примерно от d_e до $2 d_e$.

Принимаем

$$H_{\dot{a}} = 1,25 \cdot d_{\dot{a}} = 1,25 \cdot 32 = 40 \text{ мм.}$$

Округляем до

$$H_{\dot{a}} = 50 \text{ мм.}$$

Число витков резьбы

$$n = \frac{H_{\dot{a}}}{t} = \frac{50}{8} = 6,25.$$

Округляем до

$$n = 8$$

Нагрузка на один виток

$$Q_1 = \frac{Q}{n}$$

$$Q_1 = \frac{32000}{8} = 4000 \text{ Н.}$$

Проверяем удельное давление на рабочей поверхности резьбы

$$P = \frac{Q_1}{\frac{\pi}{4}(d_a'^2 - d_i'^2)} = \frac{4000}{0.8(32^2 - 28^2)} = 14 \text{ МПа.}$$

Получаем:

Для стали по бронзе или латуни считается желательным удельное давление до 12 МПа, допускается до 15 МПа, так что найденное значение не слишком велико. Проверяем напряжения среза в резьбе гайки.

$$\tau_{\text{ср}} = \frac{Q_1}{\pi \cdot d_a \cdot b},$$

где b - толщина витка у основания

$$b \cong 0,5 \cdot t = 0,5 \cdot 0,08 = 0,04 \text{ м.}$$

Напряжения среза

$$\tau_{\text{ср}} = \frac{32000}{\pi \cdot 0,028 \cdot 0,004} = 9,1 \text{ МПа,}$$

что вполне допустимо.

Проверяем напряжения среза в резьбе гайки

$$\sigma_e = \frac{Q \cdot \frac{h}{2}}{n \cdot \pi \cdot d_a \cdot \frac{b^2}{6}} = \frac{32000 \cdot 0,00375 \cdot \frac{2}{6}}{8 \cdot \pi \cdot 0,028 \cdot \frac{0,004^2}{6}} = 31,5 \text{ МПа,}$$

что так же вполне допустимо.

10. Размер домкрата по высоте Длина нарезки винта

$$H_o = H_t + H_a = 140 + 50 = 190 \text{ мм.}$$

Высота корпуса

$$H_k = H_p - a + e + 3,$$

где e - суммарная высота головки болта и шайбы

Принимаем

$$e = 12 \text{ мм.}$$

Тогда

$$H_e = 190 - 10 + 12 + 3 = 165 \text{ мм.}$$

Принято

$$H_e = 180 \text{ мм.}$$

Высота головки винта

$$H_a \cong 1,8 \cdot d_0 = 32,4 = 32 \text{ мм}$$

11. Подбор шарикоподшипника

В соответствии с заданной грузоподъемностью 32000 Н принят шарикоподшипник упорный 8107 $d = 35$ мм, $B = 52$ мм, $H = 12$ мм, допускаемая статическая нагрузка 37200 Н.

Примеры выполнения чертежей представлены в Приложении.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Современный уровень и динамика развития автомобильного транспорта, характеризующиеся повышением сложности конструкций и систем управления, предусматривают высокую степень организации ТО и Р, которая немыслима без достаточного количества АТП и СТО, оснащенных современным высокопроизводительным технологическим оборудованием.

Мощность и специализация АТП и СТО в первую очередь определяются количеством и возможностями технологического оборудования. Именно этим объясняется предложение большого числа одноименного технологического оборудования, отличающегося друг от друга размерами, универсальностью, мощностью, производительностью и т.д. Следует заметить, что с одновременным развитием механической части современные образцы технологического оборудования оснащаются довольно сложными системами управления и обработки информации, основанными на использовании цифровых технологий.

Правильный выбор и эффективное использование новейшего технологического оборудования под силу только специалисту-автомобилисту, владеющему широким набором знаний. Дисциплина «Типаж и эксплуатация технологического оборудования» является одной из основных при формировании будущего инженера. Дальнейшее развитие дисциплины связано в первую очередь с развитием самого технологического оборудования и технологических процессов ТО и Р автомобилей, высшей ступенью которых является полная автоматизация.

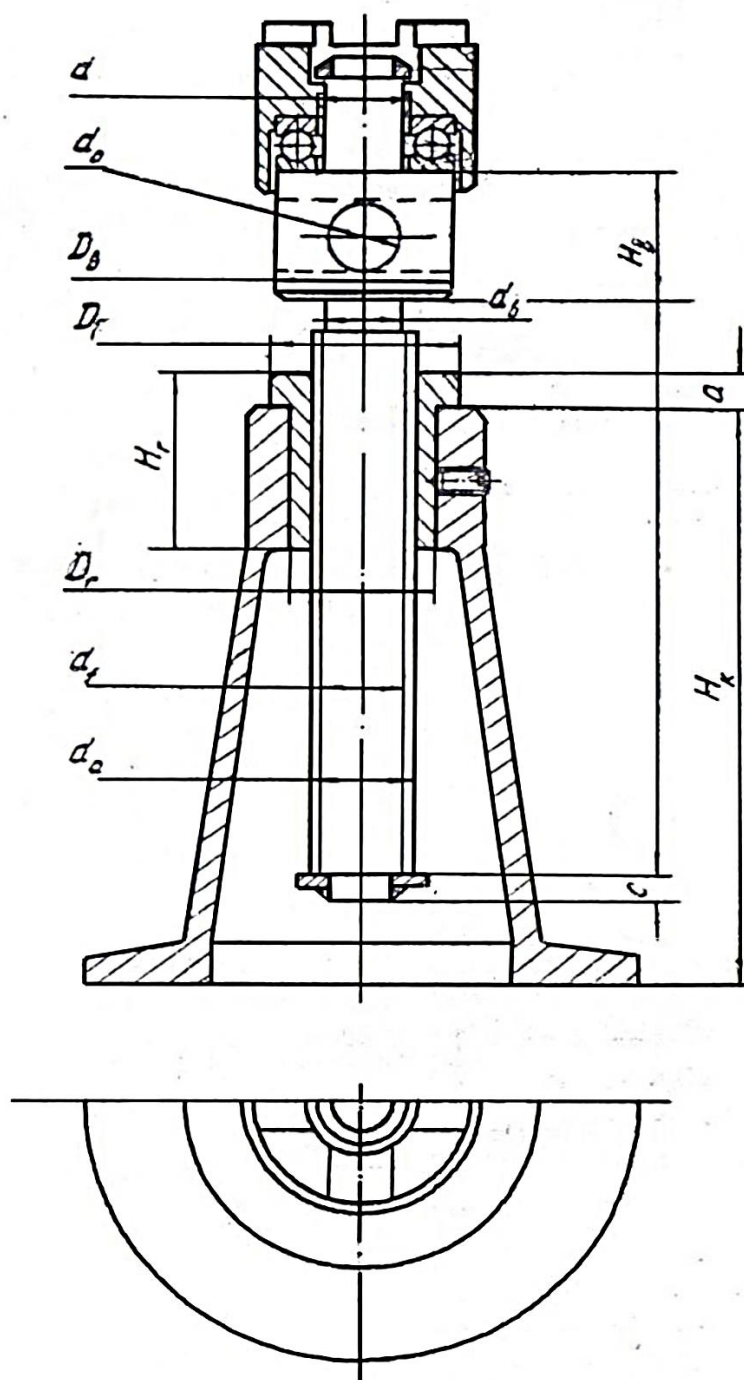
При изучении данной дисциплины помимо учебной и справочной литературы необходимо использовать материалы периодической печати и рекомендации производителей технологического оборудования. Также важным для будущих специалистов является ознакомление с опытом работы передовых предприятий, специализирующихся на проведении ТО и Р автомобильной техники и использующих современные образцы технологического оборудования.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

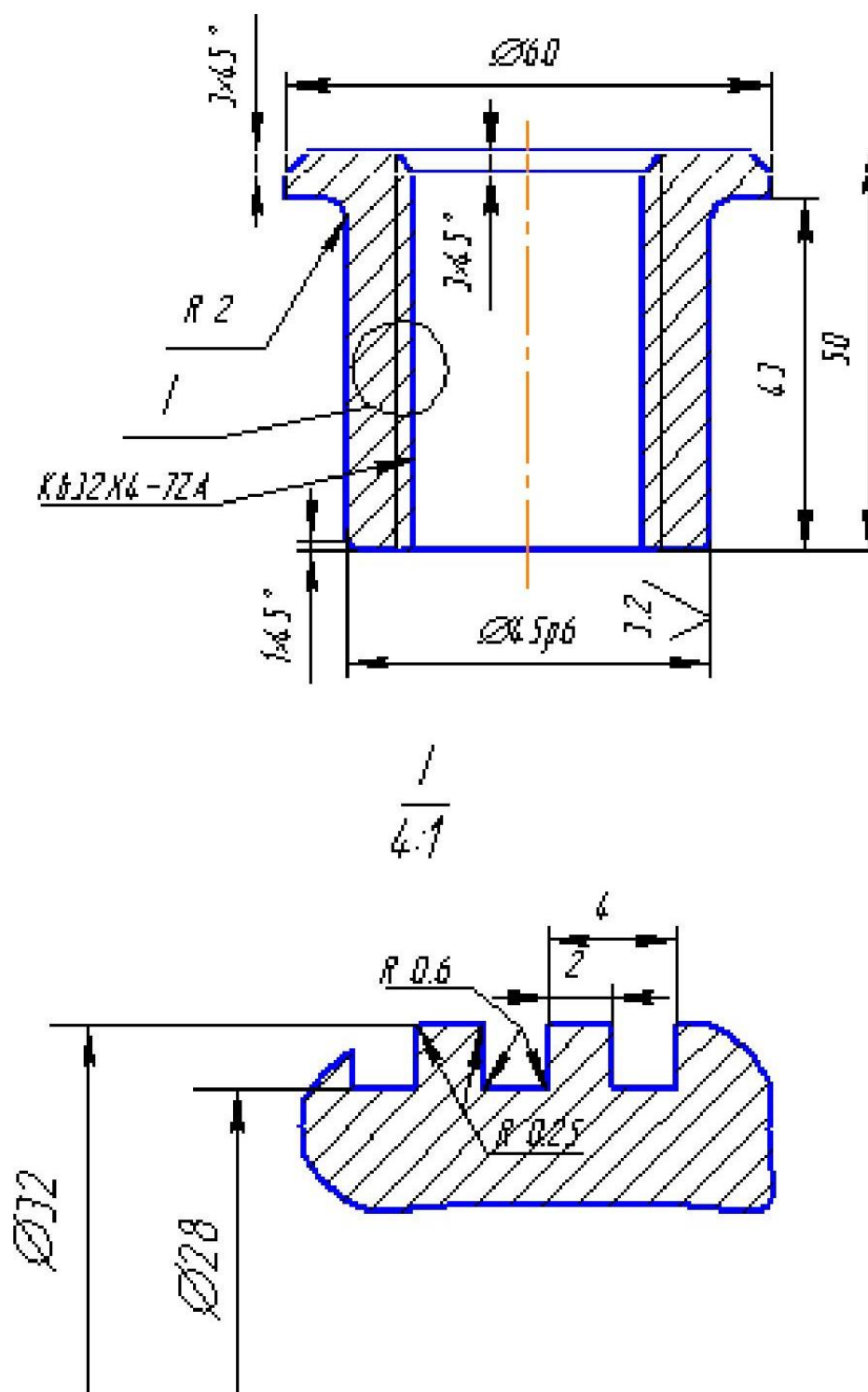
1. Балдин, В. А. Детали машин и основы конструирования : передачи учеб. пособие для вузов по специальностям : «Трансп. машины и трансп. - технол. комплексы», «эксплуатация назем. трансп. и трансп. оборудования»/ В. А. Балдин, В. В. Галевко. – Москва : Академкнига, 2006. – 332 с.
2. Буланов, Э. А. Решение задач по сопротивлению материалов : учеб. пособие для студентов не машиностроительных специальностей, изучающих сопротивление материалов и прикладную механику/ Э. А. Буланов. – 4-е изд. – Москва : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2012. – 213 с.
3. Детали машин и основы конструирования : учебник для бакалавров / под ред. Г. И. Рощина, Е. А. Самойлова. – Москва : Юрайт, 2012. – 415 с.
4. Дунаев, П. Ф. Конструирование узлов и деталей машин : учеб. пособие для техн. специальностей вузов / П. Ф. Дунаев, О. П. Леликов. – 8-е изд., перераб. и доп. – Москва : Academia, 2004. – 496 с.
5. Дунаев, П. Ф. Детали машин : курсовое проектирование : учеб. пособие для сред. проф. образования / П. Ф. Дунаев, О. П. Леликов. – 5-е изд., доп. – Москва : Машиностроение, 2004. – 560 с.
6. Иванов, М. Н. Детали машин : учебник для втузов / М. Н. Иванов, В. А. Финогенов. – 12-е изд., испр. – Москва : Высш. шк., 2008. – 407с.
7. Клоков, В. Г. Детали машин : учеб. пособие / В. Г. Клоков. – 2-е изд., стер. – Москва : МГИУ, 2006. – 74 с.
8. Кривошапко, С. Н. Сопротивление материалов : лекции, семинары, расчетно-графические работы : учебник для бакалавров инженерно-технических направлений и специальностей / С. Н. Кривошапко. – Москва : Юрайт, 2013. – 413 с.
9. Леликов, О. П. Основы расчета и проектирования деталей и узлов машин : конспект лекций по курсу «Детали машин» / О. П. Леликов. – 2-е изд., испр. – Москва : Машиностроение, 2004. – 440 с.
10. Феодосьев, В. И. Сопротивление материалов : учебник для втузов / В. И. Феодосьев. – 10-е изд., перераб. и доп. – Москва : МГТУ, 1999. – 589 с.
11. Архангельский, В.М. Автомобили : устройство, эксплуатация и ремонт / В.М. Архангельский, Л.Л. Афанасьев, Л.В. Дехтеринский, В.А. Иларионов, Н.М. Сергеев, С.М. Цукерберг. – Москва : Машиностроение, 1974. – 512 с., ил.
12. Круглов, С.М. Устройство, техническое обслуживание, ремонт легковых автомобилей, мотоциклов и мотороллеров : учеб. пособие. – Москва : Высш. школа, 1990. – 317 с., ил.
13. Справочник по техническому обслуживанию автомобилей / Я.И. Несвитский, Б.В. Левинсон, Н.А. Билякович, Л.В. Бабин, В.Н. Черкис. – Киев : Техніка, 1978. – 288 с., ил.
14. Справочник технолога авторемонтного производства / под ред. Г.А. Малышева. – Москва : Транспорт, 1987. – 432 с., ил.
15. Шестопапов, К.С. Слесарно-монтажные работы и техническое обслуживание автомобиля. – Москва : ДОСААФ, 1974. – 268 с., ил.

ПРИЛОЖЕНИЯ

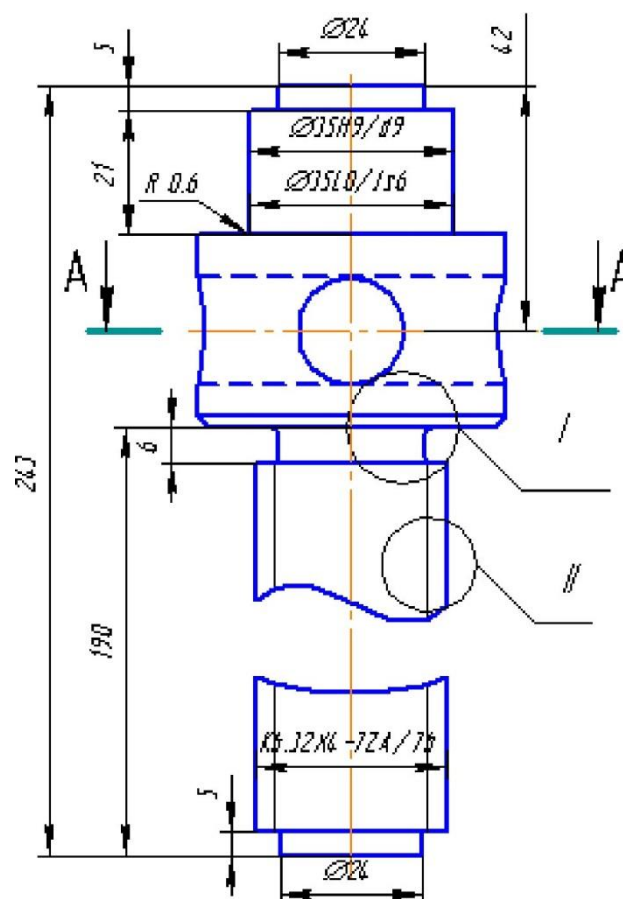
Приложение 1. Общий вид домкрата



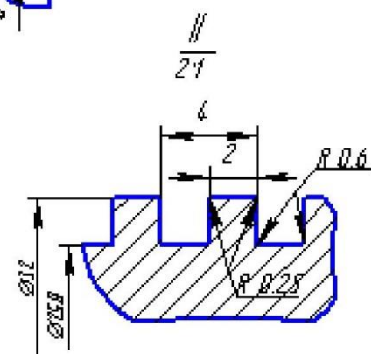
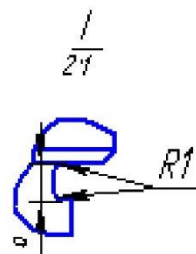
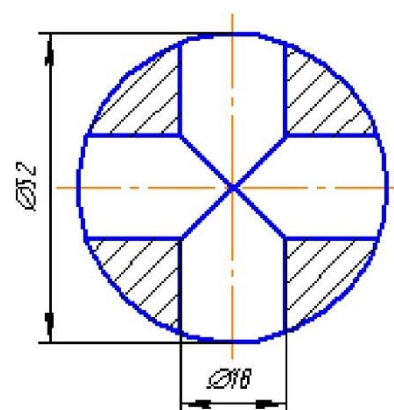
Приложение 2. Гайка



Приложение 3. Винт



A-A

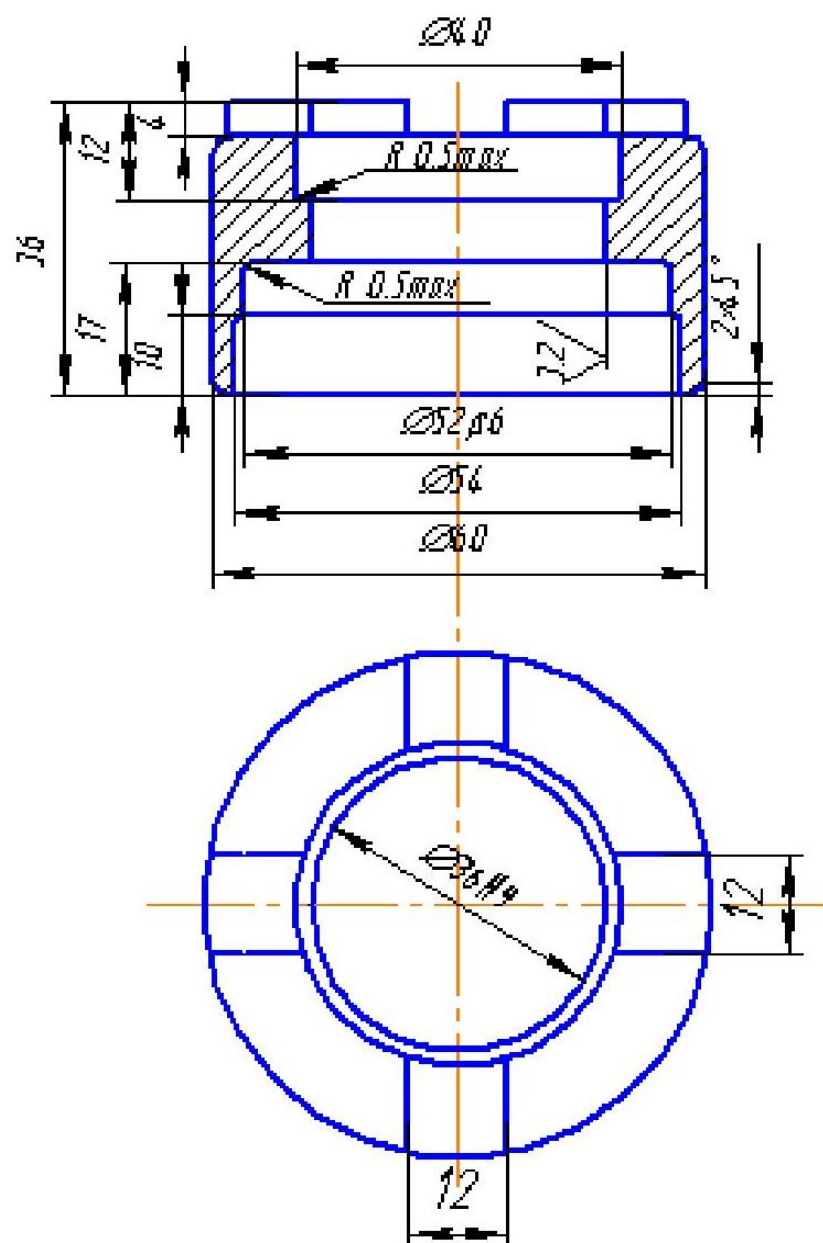


35H9/d9 52 L0/p6 35 L0/1s6 2 отб. 52 32.6 60 24.8 6.8 50 2 6 15 165 10 8 10 2

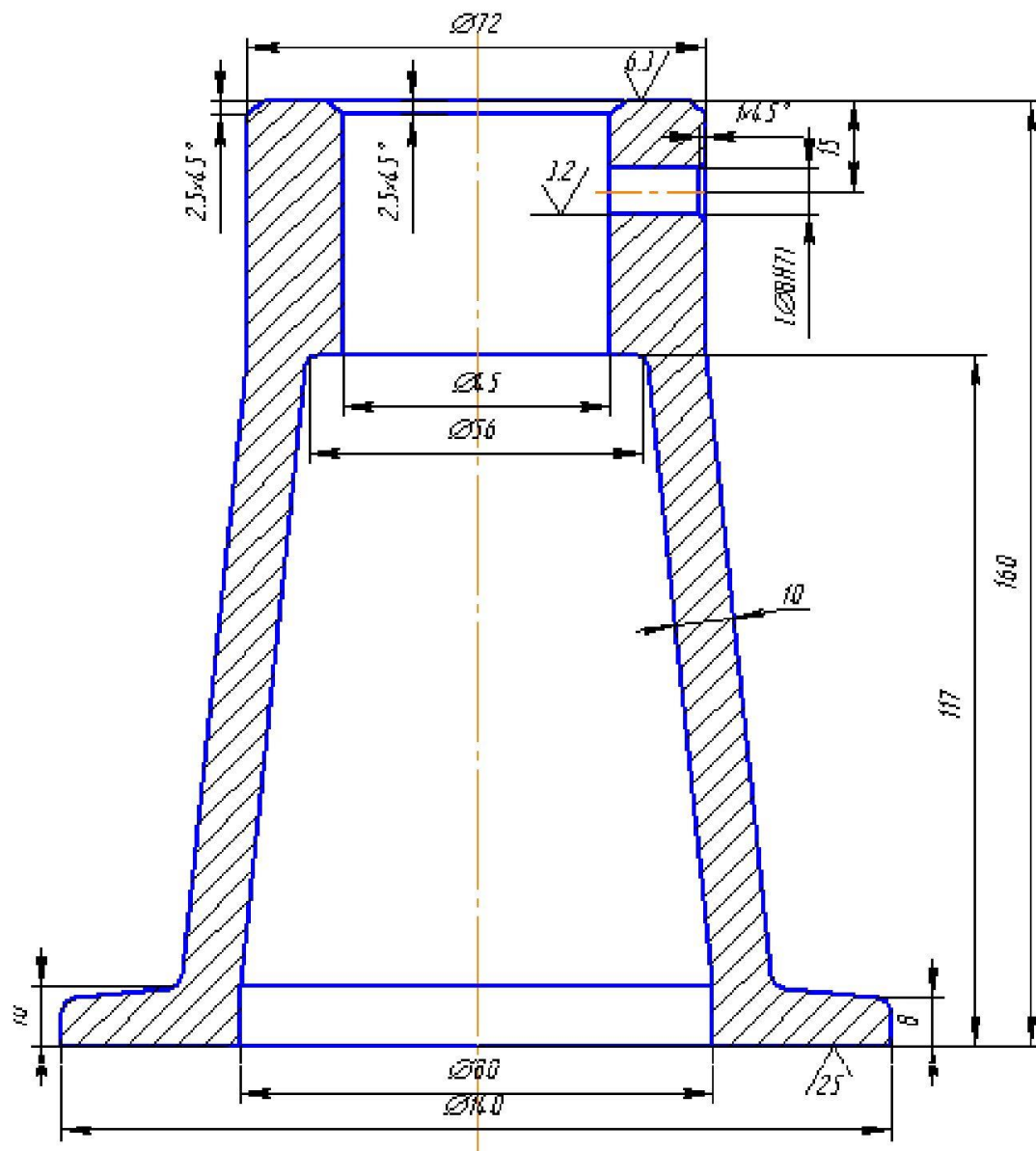
отверстия 5H7
сверлить, шлифовать после обработки
заточки 2 в корпусе 1

R50 170

Приложение 5. Коронка



Приложение 6. Корпус



Учебное издание

ТИПАЖ И ЭКСПЛУАТАЦИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ

Учебно-методическое пособие

Составители

Балзанай Сылдыс Васильевич, Чооду Остап Андреевич, Борбак-оол Наадым Сылдысович

Редактор А.Р. Норбу

Дизайн обложки К.К. Сарыглар

Сдано в набор: 25.02.2019. Подписано в печать: 12.03.2019.

Формат бумаги 60×84 ¹/₈. Бумага офсетная.

Физ. печ. л. 7,8. Усл. печ. л. 7,4. Заказ № 1492. Тираж 50 экз.

667000, Республика Тыва, г. Кызыл, ул. Ленина, 36

Тувинский государственный университет

Издательство ТувГУ