

С.П. Озорнин, С.Д. Добрынин, И.Е. Бердников

**Проектирование и использование  
оборудования для ТО и ремонта  
транспортно-технологических  
машин**

**Забайкальский государственный университет**

**Проектирование и использование  
оборудования для ТО и ремонта  
транспортно-технологических  
машин**

учебное пособие

УДК 629.113.004 (075)

ББК

О –

Печатается по решению  
учебно-методического совета Забайкальского  
государственного университета

### Рецензенты

*О.А. Баландин*, д-р техн. наук, профессор, профессор

Кафедры научно-инженерных дисциплин,

Забайкальский институт железнодорожного транспорта, г. Чита

*С.Я. Березин*, д-р техн. наук, профессор, профессор кафедры  
автоматизации производственных процессов ЗабГУ

**Озорнин Сергей Петрович, Добрынин Сергей Дмитриевич,  
Бердников Илья Егорович**

Проектирование и использование оборудования для ТО и ремонта  
транспортно-технологических машин: учебное пособие / С.П. Озорнин,  
С.Д. Добрынин, И.Е. Бердников; Забайкал. гос. ун-т. – Чита: ЗабГУ,  
2018. – 160 с.

ISBN

Учебное пособие содержит основные теоретические положения и  
практические рекомендации по проектированию технологического  
оборудования и оснастки для технического обслуживания и ремонта  
транспортно-технологических машин в условиях эксплуатационных  
предприятий. В учебном пособии также изложены основы расчета и  
проектирования технологического оборудования. Предназначено для  
студентов, обучающихся по направлению подготовки 23.03.03 –  
Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов,  
профиль Сервис транспортных и транспортно-технологических машин  
и оборудования (Строительные, дорожные и коммунальные машины).

УДК 629.113.004 (075)

ББК

ISBN

Забайкальский государственный  
университет, 2018

## ОГЛАВЛЕНИЕ

<b>Предисловие</b> .....	8
<b>Введение</b> .....	10
<b>1 Механизация технологических процессов ТО и Р АТС и ТТМ</b> ...	13
1.1 Основные виды, понятия и определения.....	13
1.2 Определение уровней механизации работ ТО и ремонта на эксплуатационных предприятиях.....	14
1.3 Целевая классификация технологического оборудования и его типизация.....	16
1.4 Перспективы повышения уровня механизации работ ТО и ТР на эксплуатационных предприятиях.....	19
1.5 Профессиональная классификация технологического оборудования для ТО и ТР АТС и ТТМ.....	21
1.6 Современная номенклатура технологического оборудования для технического обслуживания и ремонта АТС и ТТМ. Информационные аспекты.....	23
1.7 Классификация технологического оборудования для технического сервиса АТС и ТТМ.....	26
<b>2 Основы проектирования технологического оборудования</b> .....	28
2.1 Задачи и общие правила конструирования.....	28
2.2. Методы создания технологического оборудования на базе унификации .....	31
2.3 Методика конструирования технологического оборудования .....	34
<b>3 Порядок разработки конструкторской документации при проектировании технологического оборудования</b> .....	37
3.1 Цель и задачи проектирования технологического оборудования.....	37

3.2 Стадии проектирования технологического оборудования...	37
3.3 Техническое задание на проектирование.....	38
3.4 Техническое предложение.....	40
3.5 Эскизный проект.....	44
3.6 Технический проект.....	45
3.7 Рабочая конструкторская документация.....	47
3.8 Эксплуатационная документация.....	50
3.8.1 Техническое описание.....	51
3.8.2 Инструкция по эксплуатации.....	53
3.8.3 Инструкция по техническому обслуживанию.....	55
3.8.4 Инструкция по монтажу, пуску, регулированию и обкатке.....	57
3.8.5 Формуляр.....	59
3.8.6 Паспорт.....	60
3.8.7 Этикетка.....	61
3.8.8 Ведомость ЗИП.....	61
3.8.9 Ведомость эксплуатационных документов.....	61
3.8.10 Ремонтные документы.....	62

<b>4 Методы расчетов при проектировании технологического оборудования.....</b>	<b>68</b>
4.1 Расчеты элементов технологического оборудования на прочность.....	68
4.2 Расчеты элементов технологического оборудования на жесткость.....	71
4.3 Расчеты элементов технологического оборудования на устойчивость.....	73
4.4 Проектирование оборудования для разборочно-сборочных и ремонтных работ.....	75
4.4.1 Общие сведения о разборочно-сборочных и	

ремонтных работах.....	75
4.4.2 Классификация оборудования для механизации разборки и сборки прессовых соединений.....	76
4.4.3 Оборудование для разборки и сборки резьбовых деталей.....	78
4.4.4 Классификация оборудования для закрепления и ремонта деталей, узлов и агрегатов машин.....	80
4.4.5 Расчёт натяга и требуемого усилия при запрессовке и распрессовке деталей.....	83
4.5 Расчет электропривода.....	85
4.6 Расчеты гидропривода и гидросистем.....	88
4.7 Проектирование схемы гидропривода поступательного движения технологического пресса .....	94
4.8 Определение основных параметров гидроцилиндра.....	97
4.9 Проверочный расчёт элементов гидропривода.....	99
4.10 Расчет пневмоприводов и пневмосистем.....	102
<b>5 Проектирование основных видов технологического оборудования.....</b>	<b>107</b>
5.1 Характеристика уборочно-моечного оборудования.....	107
5.2 Проектирование уборочно-моечного оборудования.....	109
5.3 Подъемно-осмотровое и подъемно-транспортное оборудование.....	119
5.3.1 Характеристика и классификация подъемно- осмотрового и подъемно-транспортного оборудования... ..	119
5.3.2 Проектирование подъемно-осмотрового и подъемно- транспортного оборудования.....	120
5.4 Проектирование гидросистем.....	128
5.5 Диагностическое оборудование.....	130
5.5.1 Характеристика и классификация	

диагностического оборудования.....	130
5.5.2 Требования к диагностическому оборудованию....	132
5.5.3 Проектирование стендов с беговыми барабанами...	133
5.6 Оборудование для ремонта камер и шин АТС.....	145
5.6.1 Характеристика и классификация оборудования для ремонта камер и шин.....	145
5.6.2 Проектирование оборудования для ремонта камер и шин.....	145
5.7 Оборудование для механизации крепежных работ.....	150
5.7.1 Характеристика и классификация оборудования для механизации крепежных работ.....	150
5.7.2 Проектирование оборудования для механизации крепежных работ.....	151
<b>6 Система и организация технического обслуживания и ремонта технологического оборудования.....</b>	<b>156</b>
6.1 Система ТО и ремонта оборудования.....	156
6.2 Организация ТО и Р технологического оборудования.....	158
<b>7 Основы материаловедения для проектирования технологического оборудования для ТО и ремонта АТС и ТТМ.....</b>	<b>159</b>
7.1 Методы исследования механических свойств металлов.....	159
7.2 Способы улучшения качества стали.....	161
7.3 Способы защиты деталей технологического оборудования от коррозии.....	166
7.4 Основные марки сталей и чугунов, применяемых при производстве и ремонте АТС и ТТМ.....	169
7.5 Общие сведения о цветных металлах и сплавах, используемых в конструкциях АТС, ТТМ и технологического оборудования.....	173
<b>Заключение.....</b>	<b>176</b>
<b>Библиографический список.....</b>	<b>177</b>

## Предисловие

В основу предлагаемого издания положена рукопись учебного пособия, подготовленного в своё время доцентом кафедры «Автомобильный транспорт» Сергеем Дмитриевичем Добрыниным. Пособие называлась «Проектирование и расчет гаражного оборудования». К сожалению, Сергей Дмитриевич не успел его опубликовать до своего ухода.

*Историческая справка.* «В ноябре 1968 г. Юрий Вениаминович Кулагин (первый ректор Читинского политехнического института (ЧитПИ)) поручил выпускнику Иркутского политехнического института (ИПИ) Сергею Дмитриевичу Добрынину разработать перечень лабораторий, лабораторных работ и оборудования для одного из монгольских вузов и Читинского филиала ИПИ. В феврале 1969 г. Ю.В. Кулагин, представитель горкома г. Чита и С.Д. Добрынин осмотрели читинские автопредприятия на предмет возможности проведения лабораторных работ для студентов по специальности «Автомобильный транспорт». В сентябре этого же года на общетехнический факультет ИПИ были приняты первые 25 студентов специальности «Автомобильный транспорт», создана секция этой специальности, для организации лабораторной базы выделена аудитория в корпусе «М». Подготовка осуществлялась по дневной и заочной формам обучения. В 1971 г. пущен в эксплуатацию корпус «С», в котором создан ряд лабораторий для указанной специальности: «Автомобильные двигатели», «Эксплуатационные материалы», «Автомобили», «Электрооборудование автомобилей», «Ремонт автомобилей». Первыми преподавателями, внесшими вклад в организацию кафедры, стали: Сергей Дмитриевич Добрынин (и.о. заведующего), Владимир Леонидович Дубровин, Валентина Георгиевна Карелова, Александр Васильевич Малахов, Юрий Павлович Глушков, Евгений Иванович



Лобан, Владимир Андреевич Юрченко, Клим Васильевич Тен» [ГАЗК, ф. Р-2579, оп. 3, д. 48, л. 92].

В январе 1974 г. приказом Министерства высшего и среднего специального образования на автомеханическом факультете ЧитПИ была создана кафедра автомобильного транспорта (АТ). В этом же году пущен в эксплуатацию корпус «Г». В нем также были созданы лаборатории «Автомобильные двигатели», «Техническая эксплуатация автомобилей», автомеханический факультет был переименован в механический. Деканом факультета был назначен С.Д. Добрынин.

*ДОБРЫНИН Сергей Дмитриевич* – инженер-механик, доцент (1995), заслуженный работник высшей школы Читинской области (2007).

Родился 29 сентября 1939 г. в с. Алымовка, Казаченско-Ленского района, Иркутской области. По окончании в 1958 г. автошколы при Якутском автотранспортном тресте работал шофёром автотранспортной конторы. Окончил иркутский политехнический институт (ИПИ) по специальности «Автомобильный транспорт» (1966). С 1966 г. ассистент кафедры автотранспорта этого вуза, в 1968 г. переведен на кафедру сопротивления материалов для работы на общетехническом факультете ИПИ в Чите. С января 1969 г. осуществлял подготовку к набору студентов на новые специальности – «Автомобильный транспорт» и «Строительные и дорожные машины»: составлял документацию, делал заявки на оборудование для лабораторий и т.д. С 1972 г. старший преподаватель, и.о. заведующего кафедрой автомобильного транспорта, с января 1974 г. заместитель декана, с февраля этого года декан механического факультета ЧитПИ. Одновременно, в феврале – сентябре 1974 г. заведовал кафедрой автомобильного транспорта. С 1978 г. главный механик, главный инженер объединения «Читаавтотранс», главный инженер производственно-технического комбината «КамАЗ»,

заместитель генерального директора объединения «Читаавторемонт». С 1991 г. старший преподаватель, в 1995 – 2011 гг. доцент кафедры автомобильного транспорта ЧитПИИ–ЗабГУ.

Область научных интересов – организация и технология технического обслуживания и ремонта автомобилей. Преподаваемые дисциплины: «Основы расчета, проектирования и эксплуатации технологического оборудования АТП», «Гаражное оборудование», «Технологические процессы», «Проектирование СТО», «Инженерное обеспечение работы АТП», «Техническая эксплуатация автомобилей» и др. Автор более 40 научных публикаций.

В память об организаторе инженерной подготовки в сфере автомобильного транспорта Читинской области, о фактическом создателе автомеханического факультета Читинского политехнического института (ЧитГТУ, ЧитГУ, ЗабГУ), долгое время возглавлявшем его и заведовавшим кафедрой «Автомобильный транспорт», в память об Учителе, подготовлено к публикации данное учебное пособие.

## **Введение**

Технологическое оборудование для технического обслуживания и ремонта (ТО и Р), испытания, контроля и диагностики автотранспортных средств (АТС) и транспортно-технологических машин (ТТМ) является важной составляющей производственно-технической базы эксплуатационных, автотранспортных и автосервисных предприятий, станций диагностики и испытательных центров. Технический уровень применяемого технологического оборудования влияет на все основные показатели и аспекты деятельности предприятий: производительность, качество и себестоимость ТО и Р, испытаний и контроля АТС и ТТМ, условия труда персонала, ресурсосбережение, защиту окружающей среды и

безопасность АТС и ТТМ, а следовательно, и эффективность работы предприятий в целом.

К настоящему времени в сфере идеологии создания и использования технологического оборудования накопились проблемы методологического характера. В первую очередь это касается оборудования, методов и средств измерений, используемых для контроля параметров АТС и ТТМ в процессе ТО и Р, при проведении технических осмотров и сертификационных испытаний. Являясь наиболее наукоемким классом технологического оборудования, концептуально построенным в соответствии с требованиями действующих стандартов и правил испытаний, контрольное оборудование и методы испытаний, в ряде случаев, предполагают участие человека в реализации процедур контроля, что обуславливает влияние человеческого фактора на результаты испытаний и измерений. Вследствие субъективных оценок к эксплуатации допускаются транспортные средства, потенциально небезопасные для окружающей среды и человека. Поэтому создание новых методов и технологического оборудования для контроля параметров АТС и ТТМ, не зависящего от человеческого фактора, тесно связано с совершенствованием действующей нормативной базы: нормативов и требований, установленных техническими регламентами, а также методов испытаний и измерений, изложенных в стандартах и правилах.

В смежных отраслях науки, промышленности и производства появляются и находят применение новые эффективные виды измерителей, (например, лазерные инструменты), методы и средства виртуального контроля, а также диагностики на основе систем технического зрения, но в силу специфики измерений параметров контролируемых свойств автомобилей и отсутствия методологии создания и применения таких методов и средств в сфере эксплуатации АТС и ТТМ они пока не находят широкого использования.

Общей методологической проблемой, касающейся всех классов технологического оборудования, является несовершенство методов оценки конкурентоспособности, технического уровня и качества образцов и, в частности, отсутствие процедур аналитического определения весоности основных свойств, что важно не только для выбора и эффективного использования образцов, но и для оценки эффективности конструкторско-технологических решений по видам этого оборудования.

Весомую роль в повышении конкурентоспособности и качества технологического оборудования должна играть его сертификация по потребительским свойствам. Однако сложившаяся на сегодня система добровольной сертификации продукции по потребительским свойствам не востребована рынком, в том числе и по причинам методологического характера. Следовательно, совершенствование методологии и механизмов сертификации технологического оборудования также является важной научно-практической проблемой.

Решению комплекса указанных проблем препятствует недостаток знаний о закономерностях процессов формирования показателей контролируемых свойств АТС и ТТМ, обусловленных влиянием субъективных особенностей участвующего в процессе испытаний человека, а также о потенциальных свойствах и технических параметрах технологического оборудования, методологии его создания, оценки и применения.

Из изложенного следует, что актуальным является повышение эффективности эксплуатации автомобильного транспорта, транспортно-технологических машин и процессов ТО и Р, испытания, контроля и диагностики АТС и ТТМ на основе изыскания и разработки новых высокоэффективных методов совершенствования, оценки конкурентоспособности, сертификации и эксплуатации технологического оборудования.

# **1 Механизация технологических процессов ТО и Р АТС и ТТМ**

## **1.1 Основные виды, понятия и определения**

**Механизация технологических процессов (МТП)** – это частичная или полная замена ручного труда человека при изменении состояния, формы или качества изделия с сохранением участия оператора в управлении машиной [4, с. 30-33]. МТП может быть частичной или полной.

**Частичная МТП** – это механизация отдельных движений или операций, при которой используемые механизмы или приспособления ускоряют их выполнение и облегчают труд рабочего.

**Полная МТП** – это комплексная механизация, которая охватывает все основные, вспомогательные и транспортные операции технологического процесса и полностью исключает ручной труд. При этом работник управляет машиной и контролирует качество выполнения операций. Высшей ступенью комплексной механизации является автоматизация технологических процессов, которая позволяет полностью исключить ручной труд и освободить рабочего от оперативного управления механизмами. Автоматизация, как и механизация, может быть частичной и полной.

Механизация технологических процессов на АТП позволяет:

1) уменьшить численность ремонтных рабочих за счет снижения трудоемкости работ по ТО и ТР автомобилей; 2) повысить качество выполнения операций ТО и ремонта; 3) улучшить условия труда ремонтных рабочих.

Снижение трудозатрат на проведение ТО и ТР достигается за счет сокращения времени выполнения соответствующих технологических операций, т.е. повышения производительности труда рабочих. Например, использование автоматической линии М-118 для мойки

легковых автомобилей позволяет сократить трудоемкость выполнения этих работ в 7,5 раза, электромеханического подъемника 468М – в 2 раза, электрогайковерта И-303М для гаек дисков колес – в 1,5 раза и т.д. Повышение качества ТО и ТР особенно важно при выполнении контрольно-диагностических, смазочно-заправочных, уборочно-моечных и монтажно-демонтажных работ.

Условия труда ремонтных рабочих необходимо улучшить за счет механизации и автоматизации выполняемых ими тяжелых, однообразных, утомительных и вредных для здоровья операций по монтажу-демонтажу и внутригаражной транспортировке грузов и агрегатов АТС или ТТМ, уборке и мойке салонов автобусов и кузовов грузовых автомобилей, рихтовке рессор и т.д.

## 1.2 Определение уровней механизации работ ТО и ремонта на эксплуатационных предприятиях

Выполнение работ по ТО и ТР АТС и ТТМ может производиться тремя способами: **механизированным, механизированно-ручным и ручным** [4, с. 33-40, 46-53].

К **механизированному** способу производства относятся работы, выполняемые при помощи машин и механизмов, получающих энергию от отдельного источника и имеющих электрический, гидравлический, пневматический и другие приводы. При этом управление машиной и выполнение вспомогательных операций осуществляются вручную. При механизированном способе производства на эксплуатационных предприятиях применяется следующее оборудование:

- 1) металлообрабатывающие и деревообрабатывающие станки;
- 2) кузнечно-прессовое оборудование;
- 3) конвейеры для перемещения машин;
- 4) электротельферы и кран-балки;

- 5) подъемники для вывешивания машин;
- 6) диагностические стенды;
- 7) механизированные мойки.

К механизированному способу производства не относятся работы, связанные с применением нагревательного оборудования (кузнечные горны, электропечи, сушильные камеры), сварочного оборудования и окрасочных камер.

При **механизированно-ручном** способе производства инструмент, приборы и аппаратура применяются в отдельных, наиболее трудоемких операциях с сохранением значительной доли ручного труда. Механизированно-ручной способ производства предполагает использование: установок для шланговой мойки машин; маслораздаточного оборудования; электро- и пневмогайковертов; контрольно-измерительных приборов; пневматических окрасочных пистолетов.

К **ручному** способу производства относятся работы, выполняемые при помощи простейшего инструмента (молоток, отвертка, напильник, гаечный ключ и ручная дрель), а также приспособлений и устройств, приводимых в действие мускульной силой человека (домкраты, съемники, краны, тележки и другое оборудование, не имеющее привода от отдельного источника энергии). Если в течение смены используется один или несколько видов оборудования, то данный способ производства следует отнести к механизированно-ручному или механизированному. Если время использования оборудования не превышает 30 % от полного рабочего времени, то данный способ производства является ручным.

Уровень механизации производственных процессов определяется для АТП в целом и его отдельных участков двумя показателями:

- 1) степенью охвата рабочих механизированным трудом, С;

2) долей механизированного труда в общих трудозатратах, Ут.

Данные показатели на эксплуатационных предприятиях не превышают в среднем 30 % от нормативных значений. Наибольшие резервы для повышения уровня механизации производственных процессов имеются при проведении текущего ремонта АТС и ТТМ.

### 1.3 Целевая классификация технологического оборудования и его типизация

Технологическое оборудование и специализированный инструмент, предназначенные для ТО и ремонта АТС и ТТМ, являются основой механизации [4, с. 53-59; 5, с. 132-156]. Нормативный перечень оборудования приведен в «Табеле технологического оборудования и специализированного инструмента для АТП Минавтотранса РФ» и содержит более 300 наименований.

В зависимости от назначения технологическое оборудование подразделяется на 4 группы:

1) **подъемно-осмотровое** включает оборудование и устройства, обеспечивающие при ТО и ТР удобный доступ к агрегатам и узлам, расположенным снизу и сбоку автомобиля (осмотровые канавы, эстакады, подъемники, опрокидыватели и гаражные домкраты);

2) **подъемно-транспортное** включает оборудование для подъема и перемещения элементов автомобиля (передвижные краны, электротельферы, кран-балки, грузовые тележки и конвейеры);

3) **специализированное оборудование** предназначено для выполнения **технологических операций ТО**: уборочно-моечных, крепежных, смазочных, диагностических, регулировочных и заправочных.

4) **специализированное** оборудование (разборочно-сборочное, слесарно-механическое, кузнечное, сварочное, медницкое, кузовное,



шиномонтажное и вулканизационное, электротехническое, для ремонта систем питания) используется для выполнения *технологических операций ТР*.

Из общей номенклатуры 18 % оборудования имеет **общетехническое назначение** и применяется в различных отраслях народного хозяйства (металлорежущие станки, сварочное, кузнечно-прессовое, крановое, литейное, электротехническое и другое оборудование).

На долю **специализированного** оборудования, предназначенного только для ТО и ремонта подвижного состава (моечное, диагностическое и др.), приходится 69 %. Доля **оборудования для оснастки** постов и рабочих мест АТП (шкафы, стеллажи, верстаки, тележки и др.) составляет 13 %. К специализированному оборудованию и инструменту относятся **комплекты гаечных ключей** и гайковерты, используемые для выполнения технологических операций ТО и Р, в том числе и общетехнического назначения. Верстаки и стеллажи для оснастки постов должны изготавливаться силами АТП, так как их централизованное производство не предусмотрено.

Из общего перечня оборудования для АТП **стационарное** составляет 49 %, **передвижное** – 18 % и **переносное** – 33 %. Большая часть **стационарного** оборудования (стенды для демонтажно-монтажных работ по двигателю, коробке передач, передней оси; ванны для проверки камер и радиаторов; гидравлические прессы и т.д.) не требует создания специализированных постов и устанавливается на участках ТР автомобилей.

**Передвижное** оборудование: тележки для транспортировки колес, аккумуляторных батарей; гаражные домкраты и т.п. – не требует определенных, закрепленных за ним площадей и может быть использовано на различных рабочих постах.

**Переносное** оборудование включает инструменты, контрольные приборы и различные приспособления. **По основным видам работ ТО и ТР** оборудование распределено следующим образом:

- уборочно-моечные работы – 8 %
- подъемно-транспортные – 14 %
- смазочные и заправочные – 8 %
- ремонтные и регулировочные работы – 10 %
- по системе питания двигателей – 13 %
- электротехнические и аккумуляторные – 5 %
- слесарно-механические – 5 %
- кузовные, малярные, обойные – 7 %
- ремонтные, монтажно-демонтажные – 15 %
- сварочные, кузнечные, медницкие и жестяницкие – 8 %
- контрольно-диагностические – 9 %
- шиномонтажные и шиноремонтные – 8 %.

Под **типизацией оборудования** понимается группировка по критериям, оценивающим его как средство механизации ТО и ремонта.

По **функциональному назначению** оно подразделяется следующим образом:

1) оборудование для повышения производительности труда (гайковерты, конвейеры, стенды для регулировки передней подвески; стенды для демонтажно-монтажных работ) – 37 %;

2) оборудование, повышающее качество выполнения работ (подъемники, домкраты гаражные, опрокидыватели, диагностические приборы) – 16 %;

3) оборудование, без которого невозможно либо опасно выполнение работ (инструмент, компрессоры, ванны для проверки радиаторов и камер, сварочное и кузнечнопрессовое оборудование, металлорежущие станки) – 34 %;

4) оборудование комбинированного назначения (моечные установки, диагностические стенды) – 13 %.

В конечном итоге на уровень механизации операций ТО и ТР влияет не относительно малая стоимость большинства образцов оборудования, а возможность его приобретения и размещения на существующих ограниченных площадях эксплуатационных предприятий.

#### 1.4 Перспективы повышения уровня механизации работ ТО и ТР на эксплуатационных предприятиях

Уровень механизации технологических процессов ТО и ТР АТС и ТТМ на эксплуатационных предприятиях зависит от номенклатуры и количества выпускаемого оборудования [4, с. 59-63]. В 2011 г. номенклатура серийно выпускаемого технологического оборудования включала в себя около 400 наименований. Необходимость расширения номенклатуры оборудования определяется усложнением конструкции автомобилей и ТТМ и вводом в эксплуатацию новой импортной техники. До настоящего времени фактическая оснащенность эксплуатационных предприятий технологическим оборудованием (по стоимости) не превышала 30 % от нормативов, в том числе: уборочно-моечным – 27 %; шиномонтажным и шиноремонтным – 25 %; смазочно-заправочным – 20 %; диагностическим и подъемно-транспортным – по 17 %; разборочно-сборочным – 7 %.

Первоочередность приобретения и изготовления оборудования силами эксплуатационных предприятий определяется следующими факторами:

1) большой трудоемкостью выполнения технологических операций без применения средств механизации;

2) высокой частотой повторяемости данных операций;

3) влиянием технологической операции на эффективность и безопасность работы автомобиля;

4) степенью обеспеченности эксплуатационных предприятий данным оборудованием;

5) возможностью более безопасного выполнения технологической операции исполнителями.

С учетом данных критериев на эксплуатационных предприятиях в первую очередь должны приобретаться или производиться следующие виды технологического оборудования:

1) установки подметально-пылесосного типа для уборки салонов легковых автомобилей и автобусов, кабин и платформ грузовых автомобилей, прицепов и полуприцепов;

2) установки щеточного, струйного или струйно-щеточного типа для мойки легковых и грузовых автомобилей, ТТМ, прицепов и полуприцепов, автобусов;

3) установки для контроля и регулировки давления воздуха в шинах как для легковых и грузовых автомобилей и автобусов, так и универсальные;

4) прибор для проверки работоспособности элементов тормозной системы КамАЗа;

5) стенды силового типа для проверки тормозов легковых и грузовых автомобилей и автобусов или универсальные;

6) установки для отворачивания и заворачивания гаек дисков колес и стремянок рессор (электро- или пневмогайковерты);

7) устройства для транспортировки колес и аккумуляторных батарей;

8) устройства для снятия ступицы с тормозным барабаном и колесом в сборе;

9) устройства для снятия, установки и внутригаражной транспортировки двигателей, коробок передач, редукторов, ГМП, рессор, передних осей, среднего и заднего мостов автомобилей;

10) установки для мойки деталей;

11) устройство для притирки клапанов (при снятых головках цилиндров);

12) специализированный инструмент с электро- или пневмоприводом;

13) стенды для разборки и сборки двигателя, коробки передач, редуктора, передней оси и мостов автомобилей и автобусов;

14) стенды для разборки, сборки и регулировки сцепления;

15) стенды для разборки, сборки и рихтовки листов рессор грузовых автомобилей и автобусов;

16) станки для растачивания тормозных барабанов, срезания, наклёпывания и обтачивания накладок тормозных колодок;

17) стенды для демонтажа и монтажа шин.

Необходимость в проектировании и изготовлении данных видов оборудования определяется условиями технической эксплуатации АТП и ТТМ в конкретных эксплуатационных предприятиях.

### 1.5 Профессиональная классификация технологического оборудования для ТО и ТР АТС и ТТМ

Из всего многообразия видов технологического оборудования для ТО и ремонта автотранспортных средств (АТС) и технологических и транспортных машин (ТТМ) можно выделить две большие группы – гаражное и диагностическое. Классификационными признаками обоих видов оборудования являются функциональное назначение, технологическое расположение, принцип действия, тип привода, подвижность.

Основным классификационным признаком является функциональное назначение, т.е. отнесение оборудования к соответствующему виду работ. По этому признаку гаражное оборудование можно разделить на шесть групп: 1) уборочно-моечное; 2) подъемно-транспортное; 3) смазочно-заправочное; 4) разборочно-сборочное; 5) шиноремонтное; 6) специализированный инструмент и приспособления. Диагностическое оборудование по этому признаку можно разделить на оборудование для диагностики электрооборудования автомобиля и оборудование для диагностирования узлов и систем автомобиля. Оборудование для диагностики электрооборудования выделено отдельно, т.к. оно составляет около половины диагностических стендов и приборов и существенно отличается по конструкции и принципу действия.

По принципу действия гаражное оборудование можно разделить на следующие группы: инерционно-ударное, гидравлическое, тепловое и прочее. Для диагностического оборудования под принципом действия понимается метод измерения: метрический, оптический, виброакустический, электрический и т.п.

По технологическому расположению все виды оборудования подразделяют на внешнее, встроенное (на АТС или ТТМ) и смешанное. Внешнее расположение может быть подвесным, напольным, канавным и т.п.

По типу привода оборудование подразделяют на следующие виды: механический, гидравлический, электрический, пневматический, комбинированный.

По подвижности оборудование подразделяют следующим образом: передвижное, переносное, стационарное.

## 1.6 Современная номенклатура технологического оборудования для технического обслуживания и ремонта АТС и ТТМ.

### Информационные аспекты

В Российской Федерации действует ГОСТ 4.112–89 «Система показателей качества продукции. Оборудование гаражное. Номенклатура показателей», который устанавливает номенклатуру показателей качества гаражного оборудования для включения их в технические задания, технические условия и карты технического уровня и качества продукции.

В упомянутом стандарте все показатели объединены в следующие шесть групп: показатели назначения; показатели надежности; показатели экономного использования материалов и энергии; показатели эргономичности; экологические показатели; показатели безопасности.

Представляет интерес анализ технологического оборудования как отечественного, так и зарубежного производства с точки зрения информации, которую предоставляет производитель или поставщик (продавец) и на основании которой потенциальный потребитель может сделать выбор в пользу того или иного производителя или образца оборудования.

В результате анализа рынка гаражного оборудования (по всем доступным источникам) установлены группы оборудования по назначению. Очевидно, что точное количество моделей определить сложно, так как производители работают над совершенствованием конструкций, вследствие чего модельный ряд постоянно обновляется и на смену старым приходят более совершенные образцы.

Как видно из представленного обзора, рынок гаражного оборудования по номенклатуре продукции насыщен неравномерно: по

некоторым видам продукции на рынке присутствует около 10 моделей, по другим – 60 и более моделей.

Большое количество моделей одноименного назначения обуславливает возможность выбора образца оборудования для конкретного предприятия, что может быть осуществлено на основании анализа технических параметров и стоимостных показателей оборудования.

В характеристиках оборудования, представляемых производителями и поставщиками, отсутствуют показатели, предусмотренные ГОСТ 4.112–89, отражаемые в технических заданиях (ТЗ) и технических условиях (ТУ) производителей и характеризующие совершенство конструкции. Кроме того, отсутствуют показатели технологичности, стандартизации и унификации, надежности, безопасности, транспортабельности, эргономические, патентно-правовые и пр.

Необходимо заметить, что в соответствии с действующей системой допуска продукции на российский рынок гаражное оборудование при выпуске в обращение подвергается обязательному подтверждению соответствия установленным требованиям безопасности, которые сформулированы техническим регламентом «О безопасности машин и оборудования» и ГОСТ Р 51151–98 «Оборудование гаражное. Требования безопасности и методы контроля».

Поэтому при анализе и выборе образцов оборудования в торговой сети или у изготовителя априори предполагается, что представленное на рынке гаражное оборудование прошло процедуру подтверждения соответствия и имеет параметры и характеристики, соответствующие требованиям безопасности согласно указанному стандарту. Однако о том, какие конкретно числовые значения имеют эти показатели, производители не информируют потребителя, что затрудняет анализ



сведений об оборудовании и, следовательно, оценку его технического уровня и конкурентоспособности.

Виды технологического оборудования указаны на рис. 1.1.

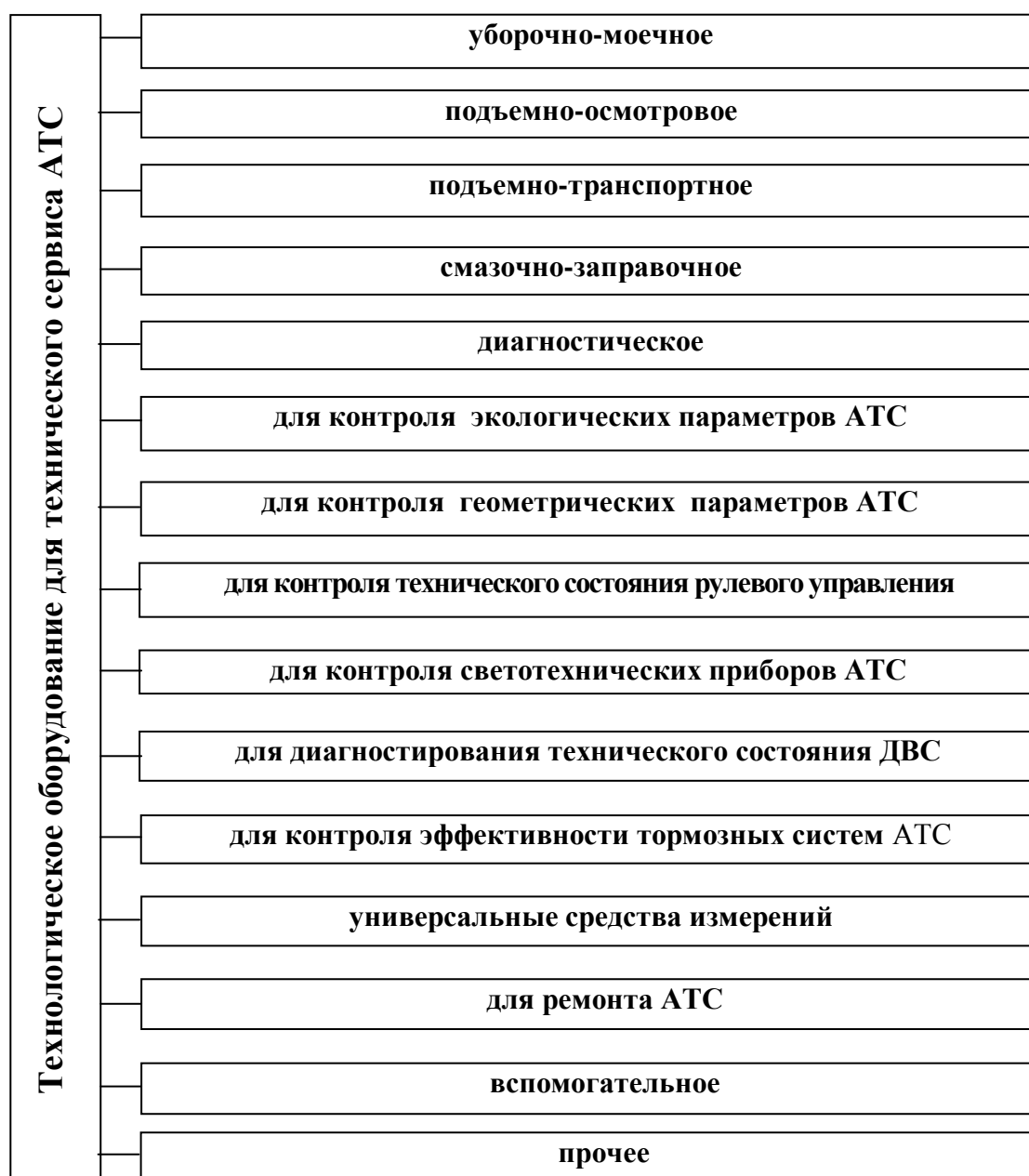


Рисунок 1.1 – Классификация технологического оборудования для технического сервиса АТС по назначению

На основании проведенного обзора и анализа технологического оборудования проведем его классификацию.

## 1.7 Классификация технологического оборудования для технического сервиса АТС и ТТМ

Классификация как одна из простейших форм систематизации объектов позволяет упорядочивать знания о них, группировать их в кластеры с определенными признаками, свойствами, формулировать к ним определенные требования, находить и применять для их совершенствования определенные методические подходы, т.е. формировать вектор развития.

**Диагностическое оборудование** – универсальные и специализированные сканеры для проверки электронных систем управления АТС и считывания кодов неисправностей: систем управления силовыми установками, АБС, ПБС, курсовой устойчивостью и пр.; осциллографы, диагностические пробники, компьютерные мотор-тестеры для проверки качества протекания рабочего процесса в ДВС.

**Оборудование для контроля экологических параметров АТС и ТТМ** – газоанализаторы отработавших газов (двигатели внутреннего сгорания с искровым зажиганием), дымомеры отработавших газов (дизели), шумомеры, виброметры, газовые течеискатели.

**Оборудование для контроля геометрических параметров АТС и ТТМ** – линейки и стенды определения углов установки управляемых колес, измерительные системы контроля положения контрольных точек АТС, линейные меры контроля габаритных размеров АТС, их узлов и деталей, 3D-сканеры.

**Оборудование для контроля технического состояния рулевого управления** – люфтомеры рулевого управления, люфт-детекторы ходовой части АТС.

**Оборудование для контроля эффективности тормозных систем** – силовые и инерционные стенды контроля тормозных систем,

электронные деселерометры, приборы «путь-время-скорость».

**Оборудование для контроля светотехнических приборов АТС** – приборы проверки направления и силы света фар, определения частоты срабатывания указателей поворота, цветового спектра элементов комбинаций приборов, светоотражающей способности катафотов и специальных знаков, приборы контроля светопропускания стекол.

**Оборудование для диагностирования технического состояния ДВС** – компрессометры, компрессографы, приборы, работающие по принципу контроля утечек подаваемого в ЦПГ воздуха или индицирования ДВС, тестеры анализа процессов колебаний среды во впускном и выпускном коллекторах, тяговые стенды для полнокомплектных АТС, нагрузочные стенды для ДВС.

**Универсальные средства измерений** – манометры (шинные, давления масла в системе ДВС, в топливной системе и пр.), микрометры, нутромеры, щупы, штангенциркули, линейки, динамометрические ключи, динамометры, секундомеры и пр.

**Оборудование для ремонта АТС и ТТМ** – разборочно-сборочное, кузовное, отрезное, окрасочное, сушильное, арматурное, сверлильное, газо- и электро- сварочное, паяльное, медницкое, электротехническое, шиномонтажное, балансировочное, вулканизационное, кузнечно-прессовое, клепальное, термическое, аккумуляторное, зарядное, шлифовальное, расточное, наплавочное, для ремонта, проверки и регулировки системы питания, пескоструйное, для нанесения антикоррозионных и противошумных покрытий, регулировочное и пр.

**Вспомогательное оборудование** – компрессорное, осветительное, для газоочистки и газоудаления, верстаки, стеллажи, съемники, оснастка, средства малой механизации, элементы обустройства постов.

**Прочее оборудование** (не вошедшее ни в одну из выше перечисленных групп) – например, приборы для контроля оригинальности маркировочных данных АТС или ТТМ и пр.

В связи с функциональной спецификой каждого вида оборудования и индивидуальной совокупностью потребительских свойств, определяющих качество конкретных изделий, для рассмотрения отдельных вопросов совершенствования оборудования из приведенной классификации будем привлекать отдельные виды оборудования, на которых рассматриваемые проблемы и найденные решения можно продемонстрировать наиболее ярко и убедительно.

Итак, в качестве объектов исследования, на примере которых будем разрабатывать научные основы совершенствования технологического оборудования для технического сервиса АТС, вследствие их значимости для обеспечения безопасности эксплуатации АТС и высокого качества их ТО и Р возьмем оборудование для контроля экологических параметров АТС, геометрических параметров АТС, технического состояния рулевого управления и подъемно-осмотровое.

## **2 Основы проектирования технологического оборудования**

### **2.1 Задачи и общие правила конструирования**

**Задача конструктора** состоит в создании технологического оборудования, наиболее полно отвечающего потребностям предприятия, позволяющего получить максимальный экономический эффект и обладающего самыми высокими технико-экономическими и эксплуатационными показателями [6, с. 9, 45-47].

**Главными показателями** являются: высокая производительность, экономичность, прочность и надежность; малые масса и металлоемкость, габариты и энергоемкость, затраты на ТО и ТР; достаточно большой технический ресурс; простота, безопасность и удобство управления, эксплуатации, обслуживания и ремонта оборудования.

При проектировании технологического оборудования рекомендуется придерживаться следующих основных правил.

**1. Получение максимально возможного экономического эффекта** (годовой прибыли) от работы технологического оборудования  $P_G$ , руб./г.:

$$P_G = D_G - C_{Эсум} = D_G \cdot \left(1 - \frac{C_{Эсум}}{D_G}\right) = D_G \cdot \left(1 - \frac{1}{g}\right), \quad (2.1)$$

где  $D_G$  – полезная отдача оборудования (годовой доход), руб./г.;  $C_{Эсум}$  – суммарные затраты на эксплуатацию технологического оборудования, руб./г.;  $g$  – рентабельность оборудования (должно быть  $g > 1$ , иначе оборудование будет работать убыточно):

$$g = \frac{D_G}{C_{Эсум}}. \quad (2.2)$$

Суммарные затраты  $C_{Эсум}$ , руб./г., можно определить по следующей зависимости:

$$C_{Эсум} = Э_H + M_T + I_H + T_P + O_B + P_M + H_K + A_M, \quad (2.3)$$

где  $Э_H$  – расходы на энергию, руб./г.;  $M_T$  – стоимость материалов, руб./г.;  $I_H$  – стоимость инструмента, руб./г.;  $T_P$  – оплата труда операторов, руб./г.;  $O_B$ ,  $P_M$  – расходы на обслуживание и ремонт оборудования, руб./г.;  $H_K$  – накладные цеховые и заводские расходы, руб./г.;  $A_M$  – расходы, связанные с амортизационными отчислениями, руб./г.

**2. Увеличение полезной отдачи** оборудования, которая выражается стоимостью произведенной продукции или работы, выполняемой технологическим оборудованием в единицу времени.

Полезная отдача зависит от производительности технологического оборудования, т.е. от числа операций, выполняемых в единицу времени, и от стоимости операций.

Главными способами повышения производительности оборудования являются: увеличение числа одновременно выполняемых операций и одновременно обрабатываемых изделий; сокращение продолжительности технологического цикла и механизация технологического процесса.

**3. Снижение эксплуатационных расходов**, и в первую очередь на энергию, обслуживание и ремонт оборудования.

**4. Повышение эксплуатационной надежности и долговечности** оборудования. Основными факторами, определяющими долговечность технологического оборудования, являются:

а) прочность (может быть обеспечена практически для всех деталей);

б) износостойкость трущихся поверхностей (может быть увеличена путем повышения твердости, подбора соответствующих материалов, уменьшения удельного давления на поверхности детали, повышения качества обработки поверхности и смазки);

в) антикоррозионная стойкость (достигается применением окрасочных материалов, гальванического покрытия, химических и полимерных пленок).

**5. Обеспечение возможности изготовления технологического оборудования** из стандартных взаимозаменяемых агрегатов, узлов и деталей.

6. **Легкодоступность узлов** и сокращение времени и трудозатрат на обслуживание и ремонт оборудования.

7. **Уменьшение себестоимости изготовления технологического оборудования** путем унификации, стандартизации, технологичности изготовления и снижения металлоемкости ее узлов.

8. **Упрощение конструкции, уменьшение габаритов**, экономия дорогостоящих материалов при изготовлении оборудования.

9. **Соблюдение требований** технической эстетики (современный дизайн технологического оборудования).

10. **Возможность удобного расположения** приборов и механизмов управления технологическим оборудованием.

11. **Обеспечение безопасной работы** персонала и защиты окружающей среды от действия оборудования.

Представленные положения связаны только с этапом конструирования оборудования, а процесс его изготовления и эксплуатации не рассматривается.

## **2.2. Методы создания технологического оборудования на базе унификации**

**Унификация** позволяет использовать эффективные и экономичные методы создания на базе исходной модели ряда производных технологического оборудования того же назначения, но с различными эксплуатационными показателями (мощность, производительность) или технологического оборудования иного назначения, выполняющего другие операции либо выпускающего другую продукцию [6, с. 33-38]. Таких методов шесть.

1. **Метод секционирования** заключается в разделении технологического оборудования на одинаковые секции и образовании производных устройств путем набора унифицированных секций.

Данный метод применяется при конструировании ленточных, цепных и пластинчатых конвейеров; дисковых фильтров; центробежных, вихревых и аксиальных гидронасосов. Конструирование в данном случае сводится к созданию технологического оборудования различной длины с новым несущим полотном из отдельных секций.

2. **Метод базового агрегата** заключается в использовании, например, автомобильного шасси для создания технологического оборудования различного назначения путем присоединения к нему дополнительного специального оборудования.

Присоединение данного оборудования требует разработки дополнительных раздаточных коробок, подъемных и поворотных механизмов, а также механизмов управления и кабин.

3. **Метод конвертирования** используется для создания производных устройств путем изменения характера рабочего процесса в базовой модели или перевода поршневых двигателей с одного вида топлива на другой.

В частности, бензиновый двигатель легко переоборудовать в газовый. Для этого достаточно карбюратор заменить на смеситель и увеличить степень сжатия путем изменения высоты поршней.

4. **Метод модифицирования** состоит в переделке технологического оборудования в целях его приспособления к новым условиям работы, операциям и видам продукции без изменения основной конструкции. Под модификацией оборудования понимается также улучшение его показателей. Например, при модифицировании технологического оборудования для работы в условиях холодного



климата применяются хладостойкие материалы и смазки, в условиях влажного климата – антикоррозионные сплавы.

**5. Метод агрегатирования** заключается в создании нового технологического оборудования путем сочетания унифицированных стандартных агрегатов, представляющих собой автономные узлы, которые устанавливаются на раме в различном количестве и комбинациях.

Примером использования данного метода является создание металлорежущих станков из унифицированных станин, поворотных столов, системы подачи смазочно-охлаждающей жидкости и т.д. Частичное агрегатирование состоит в использовании стандартизованных агрегатов, серийно выпускаемых промышленностью (электродвигатели, редукторы, компрессоры), а также в заимствовании у серийно изготавливаемых изделий отдельных узлов (коробки передач, сцепления).

**6. Метод унифицированных рядов** наиболее перспективный и заключается в варьировании мощности или производительности машины путем изменения количества рабочих механизмов. Данный метод применяется при создании рядов четырехтактных двигателей на основе унифицированных блоков цилиндров и частично унифицированных коленчатых валов и деталей шатунно-поршневой группы. Мощность двигателя пропорциональна числу цилиндров, поэтому теоретически можно получить семейство двигателей с количеством цилиндров от 1 до 24. На практике двигатели с числом цилиндров меньше 4 и больше 24 не применяются. Приведенная классификация методов создания технологического оборудования является достаточно условной. Некоторые методы взаимосвязаны, поэтому возможно их сочетание и параллельное применение.

## 2.3 Методика конструирования технологического оборудования

При проектировании оборудования необходимо придерживаться конструктивной преемственности [6, с. 48-60; 7, с. 4-9].

Современное технологическое оборудование представляет собой результат работы конструкторов нескольких поколений. Начальную модель постепенно совершенствуют путем внедрения новых конструктивных решений. Некоторые решения со временем устаревают, другие, основательно забытые, возрождаются через десятки лет на новой технической основе. С течением времени повышаются технико-экономические показатели технологического оборудования, его мощность, производительность и эксплуатационная надежность, появляется новое технологическое оборудование одинакового назначения, но с принципиально другими конструкторскими схемами.

Таким образом, **конструктивная преемственность** – это использование при проектировании оборудования предшествующего опыта, который накоплен в рассматриваемой и смежных отраслях машиностроения, для внедрения в разрабатываемый образец всего полезного, что есть в существующих конструкциях технологического оборудования.

Процесс конструирования технологического оборудования осуществляется в три этапа:

- 1) изучение сферы применения;
- 2) выбор конструкции по аналогам;
- 3) компоновка машины.

Современное предприятие характеризуется сокращением производственного цикла и появлением новых технологических процессов, для которых необходима новая компоновка линий,

номенклатура и расстановка технологического оборудования. Соответственно изменяются требования к показателям технологического оборудования, возникает потребность в создании новых образцов или коренного изменения старых.

При выборе параметров технологического оборудования необходимо иметь в виду конкретные условия его применения. Нельзя, например, произвольно увеличивать его производительность, не учитывая мощности смежного оборудования.

**Прогнозирование конструкции** следует рассматривать как часть научно-исследовательской работы, направленной на подбор и подготовку исходного материала. Прогнозирование на 5... 10 лет является краткосрочным, на 20 лет – среднесрочным, на 30 лет – долгосрочным. При этом могут быть использованы следующие методы:

1) метод экстраполяции (применяется при краткосрочном прогнозировании);

2) метод экспертных оценок (используется в случае отсутствия систематизированной информации);

3) метод физического или математического моделирования (применяется для долгосрочного прогнозирования).

На всех стадиях проектирования в случаях, предусмотренных ГОСТ 2.110-68, необходимо проводить патентную проработку конструкции технологического оборудования.

При конструировании следует руководствоваться:

1) основными техническими направлениями в проектировании аналогичных изделий с учетом перспективы развития науки и техники;

2) результатами научно-исследовательских работ;

3) передовым опытом в промышленности;

4) действующими нормативными документами по проектированию аналогичных изделий;

5) противопожарными, санитарными и другими нормами и правилами.

Схему конструкции технологического оборудования выбирают путем параллельного анализа нескольких вариантов с точки зрения конструктивной целесообразности, совершенства кинематической и силовой схем, стоимости изготовления и эксплуатации, надежности и других факторов.

В конструкции технологического оборудования следует предусмотреть возможность его дальнейшего совершенствования, форсирования и образования на базе исходной модели производных видов технологического оборудования и их модификаций. Из-за противоречивости выдвигаемых требований часто приходится выбирать компромиссный вариант конструкции с наименьшими недостатками, а не с наибольшими достоинствами.

Компоновка состоит из двух этапов – **эскизного и рабочего**. На первом этапе разрабатывается основная схема и общая конструкция технологического оборудования, иногда в нескольких вариантах. Их анализ позволяет составить рабочую схему, в которой уточняется конструкция узлов технологического оборудования. При компоновке надо идти от общего к частному, а не наоборот. Выяснять подробности конструкции не следует. Нельзя также выбирать первый пришедший в голову образец или принимать за основу шаблонные решения.

На втором этапе компоновки необходимо:

- разработать системы смазки и охлаждения, а также схемы электропитания, разборки-сборки, установки технологического оборудования и присоединения к нему смежных деталей;
- предусмотреть условия для удобного обслуживания, ремонта и управления;
- выбрать материалы для основных деталей.

Компоновочные чертежи и штриховка на них могут выполняться от руки. Типовые детали и узлы (крепежные детали, уплотнения, подшипники качения) изображаются упрощенно.

### **3 Порядок разработки конструкторской документации при проектировании технологического оборудования**

#### **3.1 Цель и задачи проектирования технологического оборудования**

При проектировании технологического оборудования разрабатываются графические (чертежи, схемы, графики и т.п.) и текстовые (пояснительная записка, спецификации и т.п.) конструкторские документы. Эти документы должны определять состав и устройство проектируемого изделия и содержать данные, необходимые для его разработки, изготовления, контроля, приемки, эксплуатации и ремонта.

Номенклатура конструкторских документов, выпускаемых на проектируемое изделие, должна быть согласована с заказчиком.

#### **3.2 Стадии проектирования технологического оборудования**

Проектирование выполняют в несколько стадий, устанавливаемых ГОСТ 2.103-68. Обязательность выполнения некоторых проектных стадий (технического предложения, эскизного и технического проектов) разработки конструкторской документации определяется техническим заданием на разработку или соответствующими стандартами.

Технологическое оборудование для технического обслуживания и ремонта АТС и ТТМ проектируется в следующем порядке:

- разрабатывается техническое задание на проектирование

нового или модернизацию действующего технологического оборудования в соответствии с ГОСТ 5.001-88;

- разрабатывается техническое предложение на проектируемое изделие в соответствии с ГОСТ 2.108-73;

- разрабатывается эскизный проект изделия в соответствии с ГОСТ 2.119-73;

- разрабатывается технический проект изделия в соответствии с ГОСТ 2.120-73;

- разрабатывается рабочая документация на опытный образец изделия и на серийное производство в соответствии с ГОСТ 2.123-83;

- разрабатывается эксплуатационная документация на проектируемое изделие: техническое описание, паспорт, инструкция по эксплуатации, инструкция по технике безопасности и по техническому обслуживанию в соответствии с ГОСТ 2.601-68...ГОСТ 2.605-68.

### 3.3 Техническое задание на проектирование

Техническое задание разрабатывается и утверждается в соответствии с ГОСТ 5.001-88.

Техническое задание на проектирование изделия должно содержать следующие разделы:

- наименование изделия;
- цель разработки;
- назначение и область использования изделия;
- технические требования к изделию по массе, размерам, технологичности, надежности, безопасности, экологичности, экономичности;
- стадии разработки конструкторской документации;
- порядок сдачи и приемки конструкторских документов;

- приложения.

При необходимости часть разделов может быть исключена или же введены другие разделы.

В виде технического задания может быть использован любой документ, содержащий необходимые и достаточные требования для разработки конструкторской документации и согласованный между заказчиком и разработчиком изделия.

В качестве заказчика может быть государство, предприятие, организация. Разработчиком проектируемого изделия может быть проектная организация, научно-исследовательский институт, предприятие, располагающее квалифицированными кадрами ИТР (при модернизации существующего оборудования).

В техническом задании не должно быть описания конкретной конструкции изделия, т.к. это может привести к сковыванию творческой инициативы конструкторов. Не допускается включать в техническое задание требования, противоречащие действующим нормативным документам.

Техническое задание до его утверждения может быть направлено заказчиком или разработчиком на техническую экспертизу в сторонние организации для оценки технического уровня изделия или подтверждения отдельных требований.

В техническое задание по согласованию между заказчиком и разработчиком изделия могут вноситься изменения и дополнения.

Геометрические размеры и масса изделия должны быть на уровне лучших аналогов.

В требованиях к технологичности указывается технологический процесс, используемый в изделии, и оговариваются основные показатели точности и качества, которые должны быть достигнуты при использовании данного изделия на производстве.

В требованиях к надежности указывается ориентировочный гарантийный срок службы изделия без изменения первоначальных параметров.

Требования по безопасности и экологичности изделия должны устанавливать безопасные условия труда для операторов и определять мероприятия по снижению вредного влияния на окружающую среду.

В требованиях к экономическим показателям изделия указывается ориентировочный срок окупаемости.

Все технические требования должны быть реальными и объективными, но не должны быть ниже требований государственных и отраслевых стандартов.

В разделе «Стадии разработки» указываются конструкторские документы, которые разработчик изделия обязан предоставить заказчику.

В разделе «Порядок сдачи и приемки конструкторских документов» оговариваются сроки разработки документации, порядок разработки и согласования документов.

В «Приложении» приводится перечень научно-исследовательских работ и перспективных технических решений, на базе которых рекомендуется выполнить конструкторскую разработку изделия, а также список использованной литературы.

### 3.4 Техническое предложение

Техническое предложение, являющееся первым этапом разработки изделия, разрабатывают в соответствии с ГОСТ 2.118-73. Разработка технического предложения производится исполнителем по заявке заказчика, если это предусмотрено техническим заданием, В общем случае в техническом предложении выполняют поиск наилучшего



варианта конструкции проектируемого изделия. После согласования и утверждения заказчиком техническое предложение является основанием для разработки эскизного и (или) технического проекта изделия.

Конструкторская документация технического предложения предусматривает обязательные и возможные документы. Обязательными документами являются ведомость технического предложения и пояснительная записка. Возможные документы разрабатывают в зависимости от необходимости. Это могут быть чертежи общего вида и габаритные чертежи рассматриваемых вариантов, схемы, таблицы, графики и т.д.

Ведомость технического предложения оформляется в соответствии с ГОСТ 2.106-68. В нее включают все конструкторские документы по рассмотренным вариантам в следующей последовательности:

- документация общая;
- документация по сборочным единицам;
- документация по деталям.

В каждый раздел отдельно вносят вновь разработанную конструкторскую документацию и документацию, использованную из других проектов, патентов, авторских свидетельств и т.п.

В общем случае пояснительная записка должна состоять из следующих разделов:

- введение;
- назначение и область применения проектируемого изделия;
- техническая характеристика изделия;
- выбор варианта для конструкторской разработки изделия;
- описание и обоснование выбранной конструкции изделия;
- расчеты, подтверждающие работоспособность и надежность конструкции;

- описание организации работ с применением разрабатываемого изделия;
- ожидаемые технико-экономические показатели проектируемого оборудования;
- уровень стандартизации и унификации;
- приложения.

Во «Введении» обязательно указывают наименование изделия и дату утверждения технического задания.

В разделе «Техническая характеристика» приводятся основные технические данные по рассматриваемым вариантам (частота вращения, потребляемая мощность, расход топлива, производительность, грузоподъемность и т.д.), производится анализ патентной чистоты принятых технических решений, осуществляется оценка уровня безопасности и влияния на окружающую среду. Основным содержанием раздела является сравнительный анализ рассматриваемых вариантов конструкции по ожидаемым показателям качества - надежности, экономичности, технологичности, трудоемкости изготовления, материалоемкости, энергопотребления и т.д.

В необходимых случаях возможно изготовление действующих макетов различных вариантов изделия, для чего разрабатываются конструкторские чертежи.

При модернизации гаражного оборудования, как правило, дают анализ технологических процессов, используемых в различных конструктивных вариантах, выбирают наиболее оптимальный технологический процесс, указывают его достоинства и недостатки.

В разделе «Выбор варианта для конструкторской разработки» производится выбор оптимального варианта конструкции изделия или технологического процесса, применяемого для выполнения работ, указанных в техническом задании, и его обоснование.

В разделе «Описание и обоснование выбранной конструкции (технологического процесса)» приводятся ожидаемые технические параметры выбранной технологии или технические характеристики изделия; уточняются требования по показателям качества, по технике безопасности и охране окружающей среды; дается подробное описание выбранной конструкции (или технологии).

В разделе «Расчеты, подтверждающие работоспособность и надежность конструкции» приводятся расчеты для выбранного варианта конструкции изделия по ожидаемым параметрам (например, давление и расход жидкости или газа, скорость, ускорение и т.д.). При изготовлении макетов проектируемого изделия выполняют расчеты на прочность и долговечность деталей, узлов, агрегатов. При модернизации существующего оборудования расчеты на данном этапе, как правило, не производят, если изменения конструкции не могут привести к ухудшению условий работы оператора и охраны окружающей среды.

В разделе «Описание организации работ с применением разрабатываемого оборудования» приводится описание технологии работ по ТО и ремонту автомобилей в зонах, цехах и участках с использованием проектируемого оборудования.

В разделе «Ожидаемые технико-экономические показатели работы проектируемого оборудования» приводятся расчеты годового экономического эффекта, срока окупаемости, коэффициента использования оборудования и т.д.

В разделе «Уровень стандартизации и унификации» приводят сведения о применяемых стандартизованных и унифицированных узлах и деталях (электродвигатели, насосы, подшипники и т.д.).

В «Приложении» к пояснительной записке приводят:

- копию технического задания;

- перечень работ, которые необходимо выполнить на следующей стадии разработки изделия;
- материалы дизайнерской проработки изделия;
- список использованной литературы.

В зависимости от особенностей проектируемого изделия отдельные разделы пояснительной записки допускается объединять или исключать, а также вводить при необходимости новые разделы.

### 3.5 Эскизный проект

Эскизный проект является вторым этапом разработки изделия. Он разрабатывается в соответствии с ГОСТ 2.119-73.

Эскизный проект выполняют, если он предусмотрен техническим заданием или согласован с заказчиком на стадии технического предложения. Проект выполняют с целью анализа выбранного в техническом предложении варианта конструкции и для проработки его в целом или его составных частей. Работы, выполненные в рамках технического предложения, на стадии эскизного проекта не повторяют.

Обязательными конструкторскими документами эскизного проекта являются ведомость эскизного проекта и пояснительная записка.

В ведомость включают все документы эскизного проекта (как обязательные, так и возможные). Форма и содержание ведомости аналогичны ведомости технического предложения.

Форма и содержание пояснительной записки эскизного проекта также аналогичны пояснительной записке технического предложения, однако конструкция изделия прорабатывается более глубоко и расчеты выполняются более полно и точно. В записке должны быть отражены конструктивные решения, дающие общее представление об устройстве и

принципе работы изделия, а также параметры, отражающие основные параметры и геометрические размеры.

К возможным документам эскизного проекта относятся чертежи общего вида, габаритные чертежи, теоретические чертежи, ведомость покупных изделий, программа и методика испытаний, таблицы, схемы.

Конструкторская документация эскизного проекта предназначена для изготовления макетов или опытных образцов. При этом допускается выполнять чертежи без точного соблюдения масштабов, не указывать массу изделия, помещать в любом свободном месте на поле сборочного чертежа схемы, сведения по сборке изделия и технические требования.

### 3.6 Технический проект

Технический проект выполняется в соответствии с ГОСТ 2.120-73. Проект представляет собой разработку окончательно выбранного варианта конструкции изделия. При необходимости в рамках технического проекта могут разрабатываться варианты отдельных составных частей изделия.

В процессе выполнения технического проекта дается полное описание конструкции изделия, проводится анализ соответствия требованиям технического задания, разрабатывается технология изготовления изделия, формулируются требования к монтажу изделия, составляются правила его эксплуатации, ремонта и технического обслуживания, выполняются расчеты экономической эффективности.

Обязательными конструкторскими документами технического проекта являются ведомость технического проекта, пояснительная записка и чертеж общего вида.

Форма и содержание пояснительной записки и ведомости аналогичны подобным документам предыдущих стадий проектирования.

Если соответствующие разделы были проработаны на предыдущих стадиях проектирования, то они могут быть исключены.

Чертеж общего вида выполняется по ГОСТ 2.119-73. Он должен дать сведения о конструкции, взаимодействии составных частей, эксплуатационно-технической характеристике проектируемого изделия и пояснить принцип его работы.

На чертеже общего вида должны быть:

а) изображены виды, разрезы и сечения изделия; нанесены надписи и текстовая часть, необходимые для понимания конструктивного устройства изделия; взаимодействия его составных частей и принципы работы изделия;

б) указаны наименования и обозначения составных частей изделия, для которых объясняется принцип работы;

в) приведены необходимые размеры и, если требуется, схемы изделия (например, кинематическая, гидравлическая и т.д.), техническая характеристика и технические требования;

г) условные обозначения способов соединения составных частей изделия (сварка, пайка и т.д.).

Чертеж выполняется с максимальными упрощениями, предусмотренными ГОСТ 2.109-73.

Наименования и обозначения составных частей изделия должны быть указаны одним из следующих способов:

- на полках линий-выносок, проведенных от деталей на чертеже общего вида;

- в таблице, размещаемой на чертеже общего вида;

- в таблице, выполняемой на отдельных листах.

Таблица должна состоять из граф: «Поз.», «Обозначение», «Кол.», «Дополнительные указания», но может включать и графы «Материал», «Наименование» и др.

При наличии таблицы, номера позиций составных частей изделия должны быть указаны на полках линий-выносок. Рекомендуется такая последовательность записи составных частей изделия в таблицу: заимствованные изделия, покупные изделия, вновь разрабатываемые изделия.

Возможными конструкторскими документами технического проекта могут быть теоретические и габаритные, монтажные чертежи изделия, чертежи деталей, узлов и агрегатов опытных образцов изделия.

### 3.7 Рабочая конструкторская документация

К рабочей документации относят графические документы (чертежи деталей и сборочные чертежи) и текстовые (спецификации на сборочные единицы). Кроме этого могут быть выполнены габаритный, монтажный и другие чертежи и текстовые документы.

Сборочный чертеж должен быть выполнен с необходимым количеством (в зависимости от сложности изделия) изображений (видов, разрезов, сечений), дающих полное представление о конструкции, назначении и связи составных частей, взаимодействии этих частей в процессе работы, сборке, разборке и контроле сборочной единицы, регулировке зацепления и подшипников, способов смазки трущихся поверхностей, о количестве и контроле уровня масла, технических данных изделия и т.п.

Согласно ГОСТ 2.102-68 для полного удовлетворения этих требований необходимо выполнить, кроме сборочного чертежа, габаритный, монтажный, теоретический и др. Однако в некоторых проектах, в том числе в учебных, эти чертежи рекомендуется совмещать на одном чертеже - сборочном чертеже изделия.

В общем случае сборочный чертеж должен содержать:

- а) изображение сборочной единицы;
- б) размеры (с указанием предельных отклонений), которые проверяются при сборке;
- в) сопряженные размеры с обозначением посадок в местах установки зубчатых и червячных колес, звездочек, шкивов, подшипников, крышек подшипников, втулок, муфт и т.д.
- г) основные размеры, характеризующие изделия (например, расстояние между осями валов с допускаемыми отклонениями, число зубьев, модули зубчатых зацеплений);
- д) номера позиций составных частей, входящих в изделие;
- е) основные технические характеристики изделия;
- ж) габаритные, установочные и присоединительные размеры, а также необходимые справочные размеры;
- з) технические требования к готовому изделию. Сборочный чертеж рекомендуется выполнять в масштабе 1 : 1 на одном или нескольких листах Формата А1,

Сборочный чертеж следует выполнять с максимальными упрощениями, предусмотренными ГОСТ 2.109-73 и другими стандартами на оформление чертежей.

Для выполнения чертежа детали следует прежде всего выбрать масштаб, который должен соответствовать ее размерам. Деталь, как правило, должна быть изображена в натуральную величину.

Чертеж детали должен содержать все данные, необходимые для ее изготовления и контроля: номинальные размеры, предельные отклонения размеров, Формы и расположения поверхностей и их осей; параметры шероховатости поверхности; марку материала; вид упрочняющей обработки и показатели свойств материала, полученных в результате этой обработки, и другие технические требования.



На чертежах деталей не допускается помещать технологические указания. В виде исключения можно указать совместную обработку, притирку, гибку, развальцовку и т.д. Эти данные приводят на полках линий-выносок или в технических требованиях. Допускается применять условные обозначения, не предусмотренные действующими стандартами. В этом случае используемые условные обозначения помещаются на поле чертежа.

На монтажном чертеже изделие следует изображать упрощенно, внешними очертаниями, заисключений тех элементов изделия, которые необходимы для правильного монтажа, и поэтому они должны выполняться с необходимыми подробностями. Фундамент, к которому крепится изделие, следует изображать упрощенно сплошными тонкими линиями как «обстановка».

На монтажном чертеже следует указывать присоединительные, установочные и прочие необходимые размеры с предельными отклонениями.

Перечень составных частей, необходимых для монтажа, должен размещаться на первом листе чертежа над основной надписью. В перечень записывают монтируемое изделие, а также сборочные единицы, детали и материалы, необходимые для монтажа. Вместо перечня допускается указывать обозначения этих составных частей на полках линий-выносок.

Габаритный чертеж следует выполнять с максимальными упрощениями, но так, чтобы были видны крайние положения перемещающихся или выдвигаемых частей, рычагов, кареток и т.п.

Число видов должно быть минимальным, но достаточным, чтобы дать представление о внешних очертаниях изделия и его выступающих элементах. Изображения изделия следует выполнять сплошными

основными линиями, а очертания частей, перемещающихся в крайние положения - тонкими штрихпунктирными линиями с двумя точками.

На габаритном чертеже допускается изображать тонкими линиями «обстановку» - детали и сборочные единицы, не входящие в состав изделия,

На габаритном чертеже должны быть нанесены габаритные, установочные и присоединительные размеры, определяющие положение выступающих частей. Установочные и присоединительные размеры, необходимые для увязки с другими изделиями, должны быть с предельными отклонениями. Допускается указывать координаты центра тяжести изделия. На габаритном чертеже можно указывать условия применения, хранения и эксплуатации изделия. На габаритном чертеже указывают техническую характеристику изделия.

## 2.8 Эксплуатационная документация

Эксплуатационная документация разрабатывается в соответствии с ГОСТ 2.601-68 ... ГОСТ 2.605-68.

К эксплуатационным документам относятся техническое описание, инструкция по эксплуатации, инструкция по техническому обслуживанию, инструкция по монтажу, пуску, регулировке и обкатке изделия, Формуляр, паспорт, этикетка, ведомости запасных инструментов и принадлежностей (ЗИП), каталоги запасных частей и другие документы, необходимые для эксплуатации изделия. Конкретный перечень эксплуатационных документов согласовывается между заказчиком и разработчиком изделия. Для удобства использования допускается оформлять эксплуатационные документы в виде единого документа под общим наименованием «Руководство по эксплуатации», «Техническое описание» и т.п.

### 3.8.1 Техническое описание

Техническое описание должно состоять из следующих разделов:

- введение;
- назначение;
- технические данные;
- состав изделия;
- устройство и принцип работы изделия;
- устройство и работа составных частей изделия;
- контрольно-измерительные приборы;
- инструменты и принадлежности;
- размещение и монтаж;
- маркировка и пломбирование;
- тара и упаковка;
- приложения.

В зависимости от особенностей изделия отдельные разделы допускается объединять или исключать, а также вводить новые разделы, непредусмотренные данным перечнем.

Во «Введении» указывают назначение и состав изделия, приводят перечень документов технического описания, расшифровывают принятые в техническом описании обозначения составных частей изделия, физических величин и т. п.

В разделе «Назначение» приводят полное наименование изделия, его назначение, область применения и параметры, характеризующие условия эксплуатации.

В разделе «Технические данные» указывают основные параметры и характеристики, необходимые для правильного понимания конструкции, условий эксплуатации изделия и его составных частей.

В разделе «Состав изделия» приводят перечень составных частей, входящих в изделие, а также запасных частей, инструментов, принадлежностей и т.п.

В разделе «Устройство и работа изделия» излагают общие сведения о принципе работы, устройстве и режимах работы изделия.

В разделе «Устройство и работа составных частей изделия» приводят описание их назначения, принципа действия, устройства и условий работы в составе изделия и его модификациях.

В разделе «Контрольно-измерительные приборы» указывают перечень, назначение и устройство контрольно-измерительных приборов, которые необходимы для контроля работы и настройки изделия.

В разделе «Инструмент и принадлежности» указывают назначение и приводят устройство, а также технические характеристики специального инструмента, принадлежностей и приспособлений, поставляемых вместе с изделием.

Раздел «Размещение и монтаж» составляют тогда, когда изделие должно быть размещено на другом изделии или в специальном помещении, В этом разделе излагают порядок размещения изделия и требования к его монтажу.

В разделе «Маркирование и пломбирование» приводят сведения о маркировании, изделия и его составных частей, а также о порядке пломбирования.

В разделе «Тара и упаковка» приводят описание конструкции и порядка использования тары и упаковочных материалов.

В «Приложении» указывают необходимые справочные данные.

### 3.8.2 Инструкция по эксплуатации

Инструкция по эксплуатации в общем случае состоит из следующих разделов:

- введение;
- общие указания;
- указания по мерам безопасности;
- порядок установки;
- подготовка к работе;
- порядок работы;
- измерение параметров, регулирование и настройка;
- проверка технического состояния;
- характерные неисправности и методы их устранения;
- техническое обслуживание;
- правила хранения;
- транспортирование;
- приложения.

В зависимости от особенностей изделия отдельные разделы допускается объединять или исключать, а также вводить новые разделы.

Во Введении указывают назначение и содержание инструкции, перечень эксплуатационных документов, которыми необходимо руководствоваться при эксплуатации изделия.

В разделе «Общие указания» приводят данные по приемке изделия и вводу его в эксплуатацию, а также общие указания, правила и требования, отражающие особенности эксплуатации данного изделия.

В разделе «Меры безопасности» перечисляют правила, которые необходимо соблюдать при эксплуатации изделия, в том числе, при необходимости, правила противопожарной безопасности.

В разделе «Порядок установки» указывают порядок монтажа изделия на месте его установки, правила пуска, регулирования, обкатки.

В разделе «Подготовка к работе» приводят правила и порядок заправки изделия топливом, маслами, другими жидкостями или газами с указанием их марки и количества, а также описание операций по подготовке изделия и его составных частей к включению, проверке и выключению.

В разделе «Порядок работы» приводят перечень всех режимов работы изделия с указанием наиболее эффективных из них, перечисляют содержание рабочих операций, порядок осмотра изделия после окончания работы, особенности эксплуатации при различных климатических и метеорологических условиях.

В разделе «Измерение параметров, регулирование и настройка» указывают приборы и оборудование, применяемые при выполнении измерений, настройке, регулировке и отладке.

В разделе «Проверка технического состояния» приводят технические требования к изделию, необходимые приборы, инструменты и принадлежности для проверки изделия, а также параметры настройки.

В разделе «Характерные неисправности и методы их устранения» дают подробное описание вероятных неисправностей и способы их устранения с указанием используемых приборов, приспособлений и материалов.

Раздел «Техническое обслуживание» составляют в том случае, если для данного изделия не выпускают самостоятельную инструкцию по техническому обслуживанию. В этом случае в разделе приводят сведения по периодичности и перечню профилактических работ.

В разделе «Правила хранения» приводят указания по кратковременному и длительному хранению изделия.

В разделе «Транспортирование» излагают транспортные характеристики изделия: масса и габаритные размеры в транспортном положении, порядок погрузки и выгрузки, меры предосторожности.

В «Приложениях» приводят необходимые справочные данные об используемых материалах и другие сведения, не указанные в соответствующих разделах,

В зависимости от сложности изделия и условий его эксплуатации разрешается отдельные разделы оформлять в виде самостоятельных документов.

### 3.8.3 Инструкция по техническому обслуживанию

В инструкции должны быть приведены указания по техническому обслуживанию (ТО) и ремонту, выполнение которых обеспечивает исправность и постоянную готовность изделия к работе. Здесь должны быть перечислены все специальные приборы, оборудование, стенды, специальный инструмент и принадлежности, необходимые для проведения ТО.

Инструкция по ТО должна состоять из следующих разделов:

- введение;
- общие указания;
- указания по мерам безопасности;
- виды и периодичность ТО;
- подготовка к работе;
- порядок ТО изделия в целом;
- порядок ТО составных частей изделия;
- техническое освидетельствование изделия;
- консервация изделия;
- приложения.

Во «Введении» указывают назначение и состав инструкции по ТО, приводят перечень эксплуатационных документов, необходимых для организации ТО изделия.

В разделе «Общие указания» приводят сведения по организации ТО, хранению и транспортировке изделия.

В разделе «Указания по мерам безопасности» кроме указаний по мерам безопасности при выполнении операций ТО, приводят также требования правил пожарной безопасности и меры для снижения взрывоопасности оборудования и производственных помещений.

В разделе «Виды и периодичность ТО» указывают виды и характеристику каждого вида ТО изделия в целом и его составных частей, а также периодичность видов ТО.

В разделе «Подготовка к работе» приводят данные о требованиях к помещению, участкам и к рабочим постам, перечень стендов, приборов, приспособлений, принадлежностей, инструмента и материалов, необходимых для выполнения работ по ТО.

В разделах «Порядок проведения ТО в целом», «Порядок ТО составных частей изделия» приводят указания по техническому осмотру и проверке работоспособности изделия в целом и его составных частей, порядок разборки, перечень рабочих операций с указанием необходимого оборудования, контрольно-измерительных приборов, инструмента и принадлежностей. Этот перечень рекомендуется оформлять в виде таблицы, в которой приводятся порядок сборки, места смазки, основные, операции по проверке технического состояния, которые необходимо провести после ТО.

В разделе «Техническое освидетельствование» указывают порядок и периодичность освидетельствования изделия или его составных частей органами инспекции и надзора (например, сосуды под давлением, грузоподъемные механизмы и т.п.). В этом же разделе приводятся



методики проверки контрольно-измерительных приборов. Такая методика должна включать назначение прибора, принцип его действия, сроки проверки, перечень проверяемых характеристик, указания о порядке пломбирования или клеймения проверяемых приборов,

В разделе «Консервация» указывают способы консервации изделия в целом и его составных частей.

В «Приложениях» приводят дополнительные и справочные материалы, в том числе таблицы или карты смазки, перечень составных частей изделия, которые запрещается вскрывать при их эксплуатации и т.д.

#### 3.8.4 Инструкция по монтажу, пуску, регулированию и обкатке

Инструкция должна состоять из разделов, расположенных в следующей последовательности:

- введение;
- указания по мерам безопасности;
- подготовка изделия к монтажу;
- монтаж;
- наладка и монтажные испытания;
- пуск;
- регулирование;
- комплексное опробование;
- обкатка;
- сдача в эксплуатацию;
- приложения.

Во «Введении» указывают назначение и содержание инструкции, перечень документов, которыми необходимо руководствоваться при проведении монтажных и пуско-наладочных работ.

В разделе «Указания по мерам безопасности» приводят правила техники безопасности при проведении монтажных, пуско-наладочных работ, правила пожарной безопасности и взрывобезопасности.

В разделе «Подготовка изделия к монтажу» указывают правила расконсервации, проверки комплектности, требования к помещению и месту монтажа.

В разделе «Монтаж» указывают технологическую последовательность монтажа всех составных частей изделия, способы монтажа, методику проверки правильности монтажа.

В разделе «Наладка и монтажные испытания» приводят перечень наладочных работ и видов испытаний, предшествующих пуску изделия.

В разделе «Пуск» указывают порядок осмотра и проведения подготовительных операций перед пуском, порядок включения и выключения, порядок и методику оценки результатов пуска изделия.

В разделе «Регулирование» указывают последовательность проведения регулировочных операций, способы и пределы регулирования, применяемые приборы, инструменты и приспособления, технические требования к регулируемым параметрам изделия.

В разделе «Комплексное опробование» приводят указания по опробованию изделия в целом после проведения всех работ, предусмотренных разделом «Регулирование».

В разделе «Обкатка» приводят данные по соблюдению обкаточных режимов, правилам окончательного регулирования, отладки, настройки, при которых обкатка изделия считается законченной.

В разделе «Сдача в эксплуатацию» приводят указания о контрольном вскрытии отдельных частей изделия, по опломбировыванию и порядке оформления приемо-сдаточной документации.

В «Приложениях» приводят монтажные чертежи, схемы и другие дополнительные материалы.

### 3.8.5 Формуляр

Формуляр составляется в соответствии с ГОСТ 2.601-68 на изделия, для которых необходимо вести учет их технического состояния и данных по эксплуатации: время работы, неисправности, проведенные техосмотры и т.д.

Формуляр включает следующие разделы:

- общие указания;
- общие сведения об изделии;
- основные технические данные и характеристики;
- комплект поставки;
- свидетельство о приемке;
- свидетельство консервации;
- свидетельство об упаковке;
- гарантийные обязательства;
- сведения о рекламациях;
- сведения о хранении;
- сведения о консервации и расконсервации при эксплуатации;
- сведения о закреплении изделия при эксплуатации;
- учет работы;
- учет неисправностей при эксплуатации;
- особые замечания по эксплуатации;
- учет технического обслуживания;
- периодический контроль основных технических характеристик;
- проверка измерительных приборов органами Госнадзора;
- техническое освидетельствование органами Гостехнадзора;

- сведения об изменении конструкции изделия в процессе эксплуатации и ремонта;
- сведения о замене составных частей;
- сведения о ремонте изделия;
- сведения о результатах проверки изделия инспектирующими и проверяющими лицами;
- особые отметки;
- приложения.

### 3.8.6 Паспорт

Паспорт составляется в соответствии с ГОСТ 2.601-68. Этот документ представляет основные параметры и характеристики изделия, гарантированные заводом-изготовителем. Паспорт не составляют при наличии формуляра на изделие.

Паспорт включает следующие разделы:

- общие сведения об изделии;
- основные технические данные и характеристики;
- комплект поставки;
- свидетельство о приемке;
- сведения о консервации и упаковке;
- гарантийные обязательства;
- сведения о рекламациях.

В паспорт можно включать разделы из других эксплуатационных документов, например, из технического описания или инструкции по эксплуатации. В данном случае вместо этих документов составляется только паспорт изделия.

### 3.8.7 Этикетка

Этикетку составляют на простые изделия, для которых нет необходимости подробно излагать сведения по эксплуатации. В этикетке указывают:

- наименование и обозначение изделия;
- технические данные;
- сведения о приемке изделия ОТК;
- сведения о количестве изделий в упаковке;
- дату выпуска;
- нормативные документы (ГОСТ, ТУ и т.п.), которым соответствует изделие.

### 3.8.8 Ведомость ЗИП

Ведомость составляют на изделия, в комплекте с которыми поставляют запасные части, инструмент и принадлежности. Ведомости ЗИП составляют также на наборы запчастей, инструмента и принадлежности, поставляемые отдельно от изделия, но предназначенные для эксплуатации этих изделий.

Ведомости составляются в виде таблиц, включающих следующие основные графы: обозначение, наименование, место применения, количество, примечание.

### 3.8.9 Ведомость эксплуатационных документов

Ведомость составляется на изделия, для которых количество видов эксплуатационных документов достаточно велико. Если же их не

более двух-трех, то допускается указывать их в паспорте или в другом документе.

Ведомость составляется в виде таблицы, включающей следующие основные графы: номер позиции, Формат документа, обозначение документа, наименование, количество экземпляров и т.д.

### 3.8.10 Ремонтные документы

Документация на ремонт изделия составляется в соответствии с ГОСТ 2.602-68. Документы предназначены для подготовки ремонтного производства, для восстановления деталей и узлов, для ремонта изделия в целом, для контроля изделия после ремонта. Ремонтные документы должны содержать:

- технические условия на приемку изделия в ремонт;
- способы ремонта деталей, узлов и изделия в целом;
- технические требования к отремонтированному изделию;
- нормы расхода запасных частей и материалов.

В ведомость ремонтных документов могут быть включены:

- технические условия на ремонт;
- руководство по ремонту;
- рабочая конструкторская документация на ремонтируемые детали и узлы;
- конструкторские документы на нестандартное оборудование, приспособления и инструмент, необходимые для ремонта.

Обязательными ремонтными документами для изделий массового производства и установочных серий являются:

- руководство по текущему ремонту;
- руководство по среднему ремонту;
- руководство по капитальному ремонту;

- нормы расхода запасных частей и материалов;
- ведомость документов для ремонта. Возможными документами

являются:

- общее руководство по ремонту;
- технические условия на капитальный и средний ремонт;
- ремонтные чертежи;
- каталог деталей и сборочных единиц.

Руководство по текущему ремонту изделия в общем случае должно содержать следующие разделы:

- введение;
- указания по мерам безопасности;
- график планово-предупредительного ремонта;
- перечень выполняемых работ с указанием их трудоемкости;
- перечень необходимого оборудования и принадлежностей;
- методика регулировки и испытания изделия после ремонта.

Руководство по среднему ремонту изделия в общем случае должно содержать следующие разделы:

- введение;
- технические условия на приемку в ремонт;
- указания по мерам безопасности;
- порядок демонтажа отдельных деталей или узлов;
- технология ремонта демонтируемых деталей и узлов;
- методика регулировки и испытания изделия после ремонта;
- приложения.

В «Приложениях» приводят сведения по ремонту изделия, определяемые специфическими особенностями изделия.

Руководство по капитальному ремонту изделия в общем случае должно содержать следующие разделы:

- введение;

- организация ремонта и техника безопасности при ремонте;
- технические условия на приемку в ремонт;
- порядок демонтажа изделия, упаковка и транспортировка;
- подготовка изделия к дефектовке и ремонту;
- технические требования на дефектовку и ремонт;
- ремонт (восстановление) деталей и составных частей изделия;
- сборка составных частей изделия;
- модернизация изделия;
- сборка изделия, его регулирование и настройка;
- испытание, проверка и приемка изделия после ремонта;
- покраска, смазка, консервация;
- монтаж и испытание в цехе эксплуатации;
- маркировка, упаковка и хранение изделия после ремонта;
- приложения.

В «Приложениях» приводят те же данные, что и в «Руководстве по среднему ремонту», и, кроме того, включают схему технологического процесса капитального ремонта изделия, схему нагрузок на основные элементы конструкции изделия, таблицу моментов затяжек резьбовых соединений, карту смазки и другие необходимые документы.

Нормы расхода запасных частей и материалов рекомендуется составлять отдельно на текущий, средний и капитальный ремонт. Они составляются в виде таблиц.

Основные графы таблицы норм расхода запасных частей: «Номер позиции», «Обозначение по каталогу». «Наименование», «Количество деталей», «Норма расхода», «Примечание».

Основные графы таблицы норм расхода материалов: «Номер позиции», «Наименование», «Характеристика материала», «Единица измерения», «Норма расхода», «Примечание».



В ведомости документов для ремонта включают все разработанные документы, форма ведомости такая же, как и для других этапов проектирования.

Технические условия (ТУ) на капитальный и средний ремонт оборудования содержат специальные требования, относящиеся к ремонту только конкретные изделий.

ТУ должны содержать требования к технологическому процессу ремонта оборудования, начиная от условий приемки в ремонт и заканчивая пуском в эксплуатацию отремонтированного изделия. ТУ состоят из следующих разделов:

- введение;
- общие технические требования;
- специальные требования;
- модернизация изделия;
- требования к изделию после ремонта;
- контрольные испытания;
- покрытия и смазка;
- комплектация;
- маркировка, упаковка, транспортирование и хранение;
- приложения.

Во «Введении» приводят наименование и краткое описание изделия, сведения об его возможных отказах, о разработанных конструкторских ремонтных документах.

В разделе «Общие технические требования» указывают паспортные параметры, которые необходимо получить после ремонта.

В разделе «Специальные требования» приводят карты дефектовки и ремонта.

В разделе модернизация изделия указывают требования безопасности и параметры, которые должны быть обеспечены в случае выполнения модернизации.

В разделе «Требования к изделию после ремонта» указывают те требования и параметры, которые проверяют при приемке изделия из ремонта.

В разделе «Контрольные испытания» дают описание программы испытаний и технических характеристик, которые должны быть получены.

В разделе «Покрытия и смазка» указывают материалы, применяемые в ходе ремонта.

В разделе «Комплектация» указывают комплект поставки изделия после ремонта.

В разделе маркировка, упаковка, транспортирование и хранение указываются требования к упаковке изделия, его маркировке, транспортированию и хранению.

В разделе маркировка, упаковка, транспортирование и хранение должны быть указаны все необходимые требования по упаковке, маркировке, транспортировке и, при необходимости, хранению изделия.

В раздел «Приложения» могут быть включены:

- инструкция о проведении отдельных работ;
- перечень применяемых при ремонте оборудования, приборов, приспособлений, инструмента с краткой технической характеристикой и указаниями по использованию;
- необходимые подъемно-транспортные средства и их характеристика;
- рабочие чертежи деталей и сборочных единиц, которые должны быть изготовлены на предприятии;
- сведения о взаимозаменяемости составных частей изделия.

Рабочие ремонтные чертежи разрабатываются на детали и узлы, восстанавливаемые или изготавливаемые на ремонтном предприятии или в АТП, если ремонт производится на месте. Эти чертежи должны соответствовать всем требованиям действующих ГОСТ и ТУ на изготовление или восстановление деталей или узлов.

Общее руководство по ремонту составляют отдельно на текущий, средний и капитальный ремонт. Руководство состоит из тех же разделов, что и руководство по капитальному ремонту изделия, за исключением раздела «ТУ на ремонт изделия», которое в данном случае отсутствует.

В общих технических условиях на средний и капитальный ремонт приводят требования, показатели и нормы, которым должны отвечать отремонтированные изделия. Сюда не включают показатели, относящиеся к организации производства и технологии ремонта изделия.

При наличии общих технических условий на капитальный или средний ремонт общее руководство по капитальному или среднему ремонту не составляют.

Каталог деталей и сборочных единиц предназначен для составления заявок на запасные части, необходимые для технического обслуживания и ремонта изделия.

Каталоги состоят из следующих разделов:

- введение;
- назначение и общий вид изделия;
- сборочные единицы и детали изделия;
- стандартизированные изделия;
- сводная таблица применимости сборочных единиц и деталей.

Каталоги содержат:

- перечень и иллюстрации всех сборочных единиц и деталей;

- сведения о расположении сборочных единиц и деталей;
- сведения о количестве сборочных единиц и деталей;
- сведения о материалах, из которых изготовлены детали;
- сведения о взаимозаменяемости деталей.

Необходимость составления прочих документов устанавливается в зависимости от характера изделия и вида его ремонта.

#### **4 Методы расчетов при проектировании технологического оборудования**

Конструкция различных видов технологического оборудования для ТО и ремонта автомобилей отличается большим разнообразием. В конструкции используются практически все известные технические системы: механические, электрические и электронные, гидравлические и пневматические. Соответственно при проектировании выполняется все необходимые виды расчетов, определяемые особенностями конструкции конкретного изделия. Любой расчет должен выполняться по следующей схеме:

- исходные данные для расчета;
- составление расчетной схемы;
- выявление основных критериев работоспособности;
- выполнение необходимых расчетов;
- выводы и заключение.

##### **4.1 Расчеты элементов технологического оборудования на прочность**

Условия прочности при статическом нагружении записываются в следующем виде

$$\sigma_{\max} = [P\Phi] \leq [\sigma], \quad (4.1)$$

$$\tau_{\max} = [P\Phi] \leq [\tau], \quad \text{или} \quad (4.2)$$

$$n_{\max} = [P\Phi] \leq [n], \quad (4.3)$$

где  $\sigma_{\max}$ ,  $\tau_{\max}$  – соответственно максимальные расчетные нормальные и касательные напряжения;  $[\sigma]$ ,  $[\tau]$  – допускаемые напряжения;  $[P\Phi]$  – расчетные формулы;  $n$  – расчетный коэффициент запаса прочности;  $[n]$  – допускаемый коэффициент запаса прочности.

Расчетные формулы при растяжении-сжатии

$$\sigma = \frac{F}{S}, \quad (4.4)$$

где  $F$  – продольная сила, действующая в рассматриваемом сечении;  $S$  – расчетная площадь сечения при сдвиге.

$$\tau_x = \frac{F_x}{S}, \quad (4.5)$$

где  $F_x$  – поперечная сила;

$$\sigma_{см} = \frac{F}{S_{см}}, \quad (4.6)$$

где  $F$  – действующая сила;  $S_{см}$  – площадь смятия.

При чистом изгибе

$$\sigma_{\max} = \frac{M_u}{W_u}, \quad (4.7)$$

где  $M_u$  – изгибающий момент в рассматриваемом сечении;  $W_u$  – осевой момент сопротивления этого сечения.

При кручении

$$\tau_{\max} = \frac{M_k}{W_p}, \quad (4.8)$$

где  $M_k$  – крутящийся момент в рассматриваемом сечении;  $W_p$  – полярный момент сопротивления круглого сечения.

При сложном напряженном состоянии расчет следует проводить по эквивалентному напряжению в соответствии с гипотезами прочности. Наиболее распространенными гипотезами являются: теории наибольших касательных напряжений, потенциальной энергии формообразования, средних касательных напряжений.

Согласно гипотезе наибольших касательных напряжений условие прочности имеет вид

$$\sigma_{ek} = \sigma_1 - \sigma_2 \leq [\sigma]. \quad (4.9)$$

Согласно гипотезе потенциальной энергии формообразования

$$\sigma_{ek} = \frac{1}{\sqrt{2}} \sqrt{(\sigma_1 - \sigma_2)^2 + (\sigma_2 - \sigma_3)^2 + (\sigma_1 - \sigma_3)^2} \leq [\sigma], \quad (4.10)$$

где  $\sigma_1, \sigma_2, \sigma_3$  – соответственно наибольшее, среднее и наименьшее главные напряжения.

Расчетные формулы для плоского напряженного состояния:

по гипотезе наибольших касательных напряжений

$$\sigma_{ek} = \sqrt{\sigma_{\Sigma}^2 + 4\tau^2}; \quad (4.11)$$

по гипотезе потенциальной энергии формообразования

$$\sigma_{ek} = \sqrt{\sigma_{\Sigma}^2 + 3\tau^2}; \quad (4.12)$$

$$\sigma_{\Sigma} = \sigma + \sigma_u = \frac{F}{S} + \frac{M_x}{W_x} + \frac{M_y}{W_y}, \quad (4.13)$$

где  $M_x, M_y$  – изгибающие моменты в расчетном сечении;  $W_x, W_y$  – осевые моменты сопротивления этого сечения.

$$[\sigma] = \frac{\sigma_m}{[n] \cdot T}, \quad (4.14)$$

где –  $\sigma_m$  предел текучести при растяжении. (Величина  $[n]/T$  обычно принимается равной 1,2...2,5).

Для хрупких материалов в соответствии с гипотезой Мора

$$\sigma_{ek} = \sigma_1 - k\sigma_3, \quad (4.15)$$

где  $k = \sigma_{\text{вс}} - \sigma_{\text{сп}}$ ;  $\sigma_{\text{вс}}, \sigma_{\text{сп}}$  – соответственно пределы прочности при растяжении и сжатии.

Для чугунов в среднем  $k = 0,3$ ; для сталей с твердостью меньше HRC 60 величина  $k = 0,5$ .

При плоском напряженном состоянии

$$\sigma_{ek} = \frac{\sigma_{\Sigma}}{2}(1-k) + \frac{1}{2}(1+k)\sqrt{\sigma_{\Sigma}^2 + 4\tau^2} \leq [\sigma], \quad (4.16)$$

где

$$\sigma_{\Sigma} = \frac{F}{S} + \frac{\sqrt{M_x^2 + M_y^2}}{W_u}; \quad \tau = \frac{M_z}{W_u}, \quad (4.17)$$

где  $M_x, M_y$  – изгибающие моменты в расчетном сечении;  $M_z = M_k$ ;  $W_u, W_p$  – осевой и полярный моменты сопротивления сечения.

Для волокон, работающих на растяжение, допускаемые напряжения

$$[\sigma]_p = \frac{\sigma_{\text{сп}}}{[n]_g}, \quad (4.18)$$

и для работающих на сжатие:

$$[\sigma]_c = \frac{\sigma_{\text{сп}}}{[n]_g}. \quad (4.19)$$

При расчете на контактную прочность

$$\sigma_{ek} = 0,6p_o \leq [\sigma]_н \quad (4.20)$$

где  $p_o$  – наибольшее давление в пределах деформированного объема;  $\sigma_н$  – допускаемое контактное напряжение.

Расчеты при переменных напряжениях по коэффициентам запаса прочности выполняют как проверочные после конструирования сборочной единицы, в состав которой входит данная деталь. При этом необходимо оценить запас сопротивления усталости детали с учетом ее

размеров, формы, состояния поверхности и других факторов. Методы такого вида расчетов подробно изложены в литературе [7, 9, 14, 25].

#### 4.2 Расчеты элементов технологического оборудования на жесткость

Различают собственную жесткость детали и контактную жесткость, обусловленную контактными деформациями.

Для определения упругих перемещений деталей используют формулы Мора или Верещагина. По формуле Мора имеем:

$$\sigma_A = \int_1 \frac{M_{ZF}M_{Z1}d_Z}{GI_p} + \int_1 \frac{M_{XF}M_{X1}d_Z}{EI_X} + \int_1 \frac{M_{YF}M_{Y1}d_Z}{EI_Y} + \int_1 \frac{F_{ZP}F_{Z1}d_Z}{ES} \quad (4.21)$$

где  $M_{ZF}$ ,  $M_{XF}$ ,  $M_{YF}$ ,  $F_{ZP}$  – внутренние силовые факторы, возникающие в поперечном сечении под действием заданной системы внешних сил;  $M_{Z1}$ ,  $M_{X1}$ ,  $M_{Y1}$ ,  $F_{Z1}$  – внутренние силовые факторы в поперечном сечении бруса при действии единичной силы, приложенной в рассматриваемой точке  $A$  в заданном направлении (крутящие и изгибающие моменты и продольная сила);  $GI_p$ ,  $EI_X$ ,  $EI_Y$ ,  $ES$  – жесткости бруса при кручении, изгибе в двух плоскостях и при растяжении-сжатии.

Интегралы Мора, для встречающихся на практике эпюр изгибающих и крутящих моментов и продольных сил, рекомендуется вычислять по способу Верещагина. Например, при кручении и изгибе имеем:

$$I_1 = \int \frac{M_{ZF}M_{Z1}d_Z}{GI_p} = \frac{\Omega_1 y_1(Z_{Ц})}{GI_p}, \quad (4.22)$$

$$I_2 = \int \frac{M_{XF}M_{X1}d_Z}{EI_X} = \frac{\Omega_2 y_2(Z_{Ц})}{EI_X}, \quad (4.23)$$

где  $\Omega_1$ ,  $\Omega_2$  – площадь одной из эпюр крутящих, изгибающих моментов и т.д. в пределах участка бруса с постоянной жесткостью;  $y_1(Z_{Ц})$ ,  $y_2(Z_{Ц})$  –



ордината другой (линейной) эпюры крутящих, изгибающих моментов и т.д. (например, от единичной силы, приложенной в рассматриваемой точке) под центром тяжести первой.

Сближение контактирующих тел, обусловленное контактной деформацией

$$\sigma = k \cdot F_n^X, \quad (4.24)$$

где  $k$  – коэффициент, зависящий от свойств материала детали и ее геометрии в зоне контакта;  $F_n$  – нагрузка, нормальная к поверхности соприкосновения тел;  $X$  – показатель степени.

Показатель степени  $X = 1$  при касании тел по линии и  $X = 2/3$  при касании в точке.

Методика расчетов на жесткость подробно изложена в специальной литературе [7].

#### 4.3 Расчеты элементов технологического оборудования на устойчивость

Данные расчеты следует проводить для деталей, работающих на сжатие, например, длинные штоки, передачи винт-гайка, в тех случаях, когда

$$l_{np} > (8 \dots 10) \cdot d, \quad (4.25)$$

где  $l_{np}$  – приведенная длина;  $d$  – диаметр сечения.

Приведенная длина детали определяется по формуле

$$l_{np} = \mu l, \quad (4.26)$$

где  $\mu$  – коэффициент приведения длины;  $l$  – фактическая длина детали.

Значения коэффициента  $\mu$  в зависимости от способа закрепления концов детали:

оба конца закреплены шарнирно – 1,00;  
 поворот обоих концов ограничен – 0,75;  
 оба конца защемлены – 0,50;  
 один конец защемлен, другой свободен – 2,00;  
 один конец защемлен, другой закреплен шарнирно – 0,71;  
 один конец защемлен, поворот другого ограничен – 0,60.

В передачах винт-гайка характер закрепления винта определяют в зависимости от типа опоры и отношения длины опоры  $l_{on}$  к ее диаметру  $d_{on}$ . Опору с одним подшипником качения и другим подшипником скольжения  $[\frac{l_{on}}{d_{on}} < 2]$  можно считать шарнирной. При  $[\frac{l_{on}}{d_{on}} = 2...3]$  поворот концов ограничен и при  $[\frac{l_{on}}{d_{on}} < 3]$  происходит защемление.

При  $l_{np} > 25 d$  устойчивость винта следует проверять по Эйлеру:

$$F \leq \frac{\pi^2 \cdot E_I}{l_{np}^2 \cdot [n]_y}, \quad (4.27)$$

где  $F$  – сжимающая сила;  $E_I$  – жесткость винта при изгибе;  $[n]_p$  – коэффициент запаса устойчивости, равный 2,5... 4.

Детали любой длины можно рассчитывать на устойчивость по коэффициенту  $\varphi$  уменьшения допускаемого напряжения на сжатие:

$$\sigma_y = \frac{F}{S} \leq [\sigma]_c \varphi \quad (4.28)$$

где  $[\sigma]_c$  – допускаемое напряжение сжатия;  $S$  – площадь поперечного сечения стержня.

Допускаемое напряжение на устойчивость

$$[\sigma]_y = [\sigma]_c \varphi. \quad (4.29)$$

Значения  $\varphi$  приведены в [9].

Из (4.26) можно получить формулу для проектировочного расчета

$$S \geq \frac{F}{\varphi[\sigma]_c}. \quad (4.30)$$

В этой формуле две неизвестные величины  $S$  и  $\varphi$ . Поэтому при подборе сечения необходимо использовать метод последовательных приближений, варьируя коэффициент  $\varphi$ . В первом приближении рекомендуется принимать  $\varphi = 0,5 \dots 0,6$ .

#### 4.4 Проектирование оборудования для разборочно-сборочных и ремонтных работ

##### 4.4.1 Общие сведения о разборочно-сборочных и ремонтных работах

Любая транспортно-технологическая машина является достаточно сложным изделием и состоит из 15...18 тысяч деталей [10, с. 17-19; 11, с. 204-207, 226-229]. В процессе эксплуатации у половины из них изменяются показатели качества. У 3... 4 тысяч деталей срок службы меньше, чем у самой машины, 80... 100 деталей влияют на безопасность движения, а 200... 400 – ограничивают её надежность. Именно две последние группы деталей чаще других требуют замены и вызывают наибольшие простои ТС. На эксплуатационном предприятии выполняется большой объем работ по текущему ремонту агрегатов и узлов АТС и ТТМ. Текущий ремонт АТС и ТТМ включает 2 основные группы работ: разборочно-сборочные и производственно-цеховые.

**Разборочно-сборочные работы** заключаются в замене неисправных агрегатов, узлов и деталей АТС или ТТМ на новые или отремонтированные. Неисправные узлы могут быть частично разобраны и отремонтированы на постах ТР без снятия с АТС или ТТМ, либо на агрегатном участке – со снятием. Агрегатные работы включают разборочно-сборочные, моечные, диагностические, регулировочные и контрольные операции по двигателю, коробке передач, рулевому

управлению, ведущим мостам, передней оси и другим узлам, снятым с автомобиля для ТР.

**К работам подсобных производственных цехов** относится восстановление изношенных, разрушенных и деформированных деталей методом механической и термической обработки, а также сваркой, пайкой, гальванической обработкой, холодной или горячей правкой и другими ремонтными воздействиями. Трудозатраты на проведение разборочно-сборочных работ составляют 27... 37 % от трудоёмкости ТР АТС или ТТМ, а на проведение крепежных работ при ТО-2 и ТО-1 – соответственно 17...20 %.

Внедрение средств механизации при выполнении данных работ позволяет повысить производительность труда и их качество, а также сохранить 15... 20 % подшипников, 10 % кронштейнов и до 25 % резьбовых деталей для повторного использования. Крепежные соединения в АТС и ТТМ подразделяются на 3 группы: 1) резьбовые соединения, от которых зависит безопасность движения (рулевое управление, тормоза); 2) соединения, обеспечивающие прочность конструкции (крепление двигателя, коробки передач, рессор); 3) соединения, обеспечивающие герметичность систем (топливо-, воздухо-, водо- и маслопроводы).

Соединения первой группы проверяют наиболее тщательно с применением специальных приборов и ключей; соединения второй группы – наружным осмотром и пробным подтягиванием ключом; третьей группы – визуально по следу жидкости или падению давления на приборах и на слух (по шипению).

Оборудование для механизации разборочно-сборочных работ может быть разбито на 3 группы: 1) для запрессовки и распрессовки деталей; 2) для разборки и сборки резьбовых деталей; 3) для закрепления и ремонта деталей, узлов, агрегатов и машин.

Рассмотрим далее конструктивные особенности данного оборудования и методику расчёта его элементов.

#### 4.4.2 Классификация оборудования для механизации разборки и сборки прессовых соединений

В соединениях АТС и ТТМ достаточно часто применяются прессовые и переходные посадки для установки деталей с натягом [10, с. 36-42]. Среди этих соединений на подшипники приходится около 28 %, втулки – 23 %, шестерни – 13 %, пальцы, оси и штифты – 11 %, сальники – 8 %.

Прочность прессового соединения обусловлена тем, что посадочные поверхности втулки и вала находятся под воздействием сил, возникающих при сборке в результате упругой деформации растяжения и сжатия сопрягаемых деталей. Снятие и установку деталей с гарантированным натягом выполняют путём приложения осевого усилия или использования тепловых деформаций деталей (нагрев втулки или охлаждение вала). Механизация разборки и сборки соединений с натягом позволяет значительно сократить трудоёмкость этих работ, повысить сохранность деталей при разборке и качество сборки. Применение смазки уменьшает величину усилия запрессовки на 10... 20 %, а усилия распрессовки – до 50 %.

Основным оборудованием для разборки и сборки соединений с натягом являются прессы, съёмники и приспособления. В зависимости от расположения штока и направления создаваемого усилия прессы могут быть **вертикальными и горизонтальными**, а по характеру их использования – **стационарными и переносными**. Кроме того, прессы делятся на **универсальные и специальные, ручные и приводные**.

**Ручные прессы** бывают реечными, винтовыми и эксцентриковыми, а **приводные** – пневматическими, гидравлическими,

пневмогидравлическими и электромагнитными. Применение оборудования с механизированным приводом позволяет увеличить производительность труда в 3...5 раз по сравнению с ручным. Поэтому при выполнении разборочных и сборочных работ наиболее часто используются прессы, съемники и приспособления с гидравлическим или пневматическим приводом.

Гидравлическая установка Р929 предназначена для механизации привода приспособлений и стандов при разборочно-сборочных работах. Она работает в автоматическом режиме и может одновременно обслуживать до 7 стандов. Насосная станция установки создает рабочее давление в магистрали, равное 10 МПа. Схемы установки Р929 и её насосной станции приведены в [10, с. 38-39].

Стенд ПМ-402 для распрессовки деталей редуктора ведущего моста автомобиля ЗИЛ-130 состоит из пяти гидравлических съёмников. Зажим деталей производится вручную. Усилие при максимальном рабочем давлении в гидросистеме, равном 10 МПа, составляет 150 кН. Схема станда приведена в [10, с. 39-41].

Пневматические прессы ПМ-184-2,5 и ПМ-184-5 предназначены для выпрессовки пальцев поршней при разборке шатунно-поршневой группы; перепрессовки втулки головки шатуна; запрессовки обойм подшипников ступиц колёс, стакана ведущей шестерни и крышек редуктора; правки стержней и вырубки прокладок из фольги и картона. Эти прессы развивают усилие соответственно 25 кН и 50 кН при рабочем давлении 0,4...0,5 МПа. Схемы пневматических прессов ПМ-184-2,5 и ПМ-184-5 приведены [10, с. 41-42].

#### 4.4.3 Оборудование для разборки и сборки резьбовых деталей

Сборку деталей и узлов АТС и ТТМ производят в основном при помощи резьбовых соединений, доля которых составляет около 70 % и

значительно превышает количество сварных, клёпанных и других сопряжений [10, с. 31-36; 11, с. 206-209]. Например, в двигателе имеется 169 резьбовых соединений, в передней оси – 52, а в ведущем мосту – 64. При капитальном ремонте АТС трудоёмкость разборки-сборки резьбовых деталей составляет 35... 55 % от общей трудоёмкости разборочно-сборочных работ, на которые, в свою очередь, приходится около 40% трудозатрат на ремонт. Для выполнения разборочно-сборочных работ при ТО и ТР АТС и ТТМ применяют различные инструменты и механизмы.

**В комплект инструментов автослесаря** входят стандартные рожковые, накидные и торцовые ключи, гайко-, шурупо-, шпильковёрты и различные отвертки. Применение торцовых гаечных головок с коловоротом или трещоточной рукояткой повышает производительность данных работ соответственно на 25 % и 65 % по сравнению с рожковыми ключами. Для равномерной затяжки резьбовых соединений, например, головки блока цилиндров, применяют динамометрические рукоятки. Ниже приведены значения крутящих моментов для затяжки резьбовых деталей, изготовленных из сталей 30, 35.

Наружный диаметр резьбы, мм	6	8	10	12	14	16	18	20	22	24
Момент затяжки, Н·м	7	16	33	59	88	128	177	255	343	461

Для выполнения крепежных работ с моментом затяжки более 600... 800 Н·м применяют ударные гайковерты с гидравлическим, пневматическим и электромеханическим приводами, причем два последних привода наиболее распространены. Особенно большие моменты требуются при затяжке гаек крепления дисков колес – 700... 800 Н·м и гаек стремянок рессор – 1,0...1,1 кН·м. Гайковерты

подразделяются на «высокоударные» (16...40 ударов в секунду) и «редкоударные» (до трёх ударов). Промышленностью выпускаются 4 типа электромеханических гайковертов с высокой частотой ударов (модели ИЭ3117, ИЭ3113 и др.), массой 3,5 кг, наибольшим диаметром резьбы 12...16 мм и максимальным моментом затяжки от 63 до 120 Н·м. Серийно выпускаются 4 вида редкоударных гайковёртов реверсивного исполнения (модели ИЭ3116, ИЭ3112 и др.) с массой от 5 до 12,5 кг, наибольшим диаметром резьбы 12... 48 мм, максимальным моментом затяжки 700...2100 Н·м и энергией удара от 25 до 100 Дж. По сравнению с другими гайковёртами редкоударные механизмы имеют в 10 раз большую энергию удара, на 15... 35 % меньшую мощность электродвигателя, на 20... 40 % меньшую массу и габариты и в 2...5 раз более высокий КПД. При больших промежутках между ударами снижается уровень шума, а при стабильности энергии каждого удара эти гайковёрты позволяют выполнять тарированную затяжку резьбовых соединений. Также выпускаются 6 типов ударных пневматических гайковёртов (модели ИП3111, ИП3106 и др.) с массой от 2 до 9 кг, наибольшим диаметром резьбы 12...42 мм, максимальным моментом затяжки от 63 до 1500 Н·м и рабочим давлением воздуха 0,5 МПа. Пневмогайковёрты имеют меньшую массу и габариты по сравнению с аналогичными электрическими механизмами. Пневматический двигатель резко снижает число оборотов при увеличении нагрузки, что уменьшает производительность и КПД гайковёрта. Кроме того, он создает повышенный шум. Гайковёрты делают *ручными* и *устанавливают* на специальных эластичных подвесках или *передвижными* – на специальных тележках, в напольном или канавном исполнении. Общий вид электромеханических гайковёртов моделей И-318, И-314 и схема ударного механизма гайковёрта приведены в [11, с. 207-208].



#### 4.4.4 Классификация оборудования для закрепления и ремонта деталей, узлов и агрегатов машин

В зависимости от объемов работ разборку и сборку элементов АТС или ТТМ осуществляют **непоточным** или **поточным** методами [10, с .17-30].

**Непоточный метод** предусматривает организацию работы на **универсальных, специализированных или смешанных** постах.

**Универсальные станды** применяют для установки однотипных агрегатов различных моделей АТС и ТТМ или различных агрегатов одной модели АТС или ТТМ.

**Специализированные станды** имеют наибольшее распространение.

**Одноместные станды** используются на мелких предприятиях при выполнении всего процесса разборки и сборки на одном посту.

**Многоместные станды** применяются на крупных авторемонтных и машиноремонтных предприятиях при разделении технологического процесса. Данные станды обслуживаются одним или несколькими рабочими. При работе на **комбинированных стандах** используются различные механизмы (прессы, гайковёрты), инструменты (гаечные ключи, отвертки, торцовые гаечные головки, динамометрические рукоятки) и приспособления (съёмники).

Конструктивные особенности некоторых стандов приведены в [10, с. 19-30].

Стенд модели Р715 предназначен для ремонта коробки передач автомобиля ГАЗ-24. Закрепление коробки осуществляется в тисках станда при помощи винтового зажима, а разборку ее узлов выполняют

после их установки на плите с помощью пневмогидравлической системы стенда.

На стенде для ремонта головок блока цилиндров двигателя ЗИЛ-130 предусмотрено выполнение разборки и сборки каждого клапана в отдельности при сжатии клапанной пружины рычагом, соединенным со штоком пневмокамеры, либо всех клапанов в сборе – при действии нажимной планки, соединенной со штоком пневмоцилиндра.

Стенд модели Р777 предназначен для облегчения процесса разборки-сборки коленчатых валов двигателей ГАЗ-53 и ЗИЛ-130 с последующим контролем торцового биения маховика при помощи индикатора часового типа.

Для механизации процесса сборки поршней с шатунами двигателя ЗИЛ-130 применяется стенд сборной конструкции, на котором смонтированы весы, светильник, теплоэлектронагреватель для нагрева поршней и приспособление с гидроприводом для запрессовки пальцев в поршни.

Стенд-кантователь предназначен для ремонта блока цилиндров автомобильных двигателей. Блок цилиндров с помощью грузоподъемного устройства устанавливается на упорах стенда и закрепляется ручным винтовым зажимом и ножным фиксатором с педалью. Поворот блока вокруг осей осуществляется вручную.

**Поточный метод разборки и сборки** обеспечивает неподвижность либо перемещение объектов ремонта. Поточные линии могут быть **однопредметными, многопредметными, прерывно-поточными и непрерывно-поточными**. При указанном методе оборудование и рабочие посты располагаются последовательно друг за другом в порядке очередности выполнения операций технологического процесса ТО или ремонта. Данный метод позволяет повысить производительность труда персонала на 20 %.

Многопредметную поточную линию целесообразно использовать на авторемонтных и машиноремонтных предприятиях при выполнении незначительного объёма работ, имеющих общие технологические условия.

На крупных специализированных авторемонтных заводах (АРЗ) и ремонтно-механических заводах (РМЗ) разборку и сборку АТС и ТТМ и их агрегатов осуществляют на *конвейерах* или *эстакадах*.

Схема конвейера для разборки и сборки агрегатов приведена в [10, с. 19].

#### 4.4.5 Расчёт натяга и требуемого усилия при запрессовке и распрессовке деталей

Последовательность расчета при запрессовке и распрессовке деталей приведена в работах [9, с. 32-33; 12, с. 333-339]. В зависимости от материалов запрессованных втулки и вала необходимо выбрать:

$E_D, E_d$  – модули упругости материалов втулки и вала [12, с. 335], Па;

$\sigma_{TD}, \sigma_{Td}$  – пределы текучести материалов при растяжении [13, с. 86-91], Па;  $f$  – коэффициент трения между поверхностями при распрессовке втулки и вала [12, с. 334];

$M_D, M_d$  – коэффициенты Пуассона для материалов втулки и вала [12, с. 335].

Величина минимального удельного давления  $P_{min}$ , Па, на контактной поверхности сопрягаемых деталей равна:

а) при нагружении осевой силой  $P$ , Н,

$$P_{min} = \frac{m}{\pi \cdot d_{HC} \cdot l \cdot f}, \quad (4.31)$$

где  $d_{HC}$  – диаметр номинального сечения втулки и вала, м;  $l$  – длина контакта поверхностей сопрягаемых деталей, м.

б) при нагружении крутящим моментом  $M_{KP}$ , Н · м,

$$P_{\min} = \frac{2 \cdot M_{KP}}{\pi \cdot d_{HC}^2 \cdot l \cdot f}. \quad (4.32)$$

Минимальный расчётный натяг  $N_{\min}$ , мм, определяется по формуле

$$N_{\min} = P_{\min} \cdot d_{HC} \cdot \left( \frac{C_D}{E_D} + \frac{C_d}{E_d} \right) \cdot 10^{-3}, \quad (4.33)$$

где  $C_D$ ,  $C_d$  – конструктивные коэффициенты Ляме для втулки и вала [12, с. 335].

Величину минимального допускаемого натяга  $[N_{\min}]$ , мм, можно вычислить по следующей зависимости:

$$[N_{\min}] = N_{\min} + U + U_t + U_{\Pi} + U_{yD}, \quad (4.34)$$

где  $U$  – поправка, учитывающая сглаживание неровностей на поверхности деталей при их запрессовке, мм;  $U_t$  – поправка, учитывающая разницу между рабочей температурой деталей и температурой запрессовки (при механическом соединении деталей  $U_t = 0$ );  $U_{\Pi}$  – поправка на ослабление натяга в быстровращающихся деталях (при  $V \leq 30$  м/с  $U_{\Pi} = 0$ );  $U_{yD}$  – поправка на увеличение удельного давления у торцов втулки [12, с. 336].

При механической запрессовке деталей величина поправки  $U$ , мм, равна

$$U = 1,2 \cdot (R_{ZD} + R_{Zd}), \quad (4.35)$$

где  $R_{ZD}$ ,  $R_{Zd}$  – параметры шероховатости поверхностей втулки и вала (выбираем из справочника [12, с. 535] для 6...8 классов шероховатости), мм.

Величину максимального удельного давления  $P_{\max}$ , Па, на поверхностях втулки и вала вычисляем по формулам

$$\begin{aligned} P_{\max} &= 0,58 \cdot \sigma_{TD} \cdot \left[ 1 - (d_{HC} / d_2)^2 \right] \\ P_{\max} &= 0,58 \cdot \sigma_{Td} \cdot \left[ 1 - (d_1 / d_{HC})^2 \right] \end{aligned} \quad (4.36)$$

где  $d_1$  – внутренний диаметр пустотелого вала (для сплошного вала  $d_1 = 0$ ), м;  $d_2$  – наружный диаметр напрессованной втулки, м.

Величина максимального расчетного натяга  $N_{max}$ , мм, равна

$$N_{max} = P_{max} \cdot d_{HC} \cdot \left( \frac{C_D}{E_D} + \frac{C_d}{E_d} \right) \cdot 10^{-3}, \quad (4.37)$$

где  $P_{max}$  – наименьшее значение из  $P_{max D}$  или  $P_{max d}$ , Па.

Максимальный допускаемый натяг  $[N_{max}]$ , мм, определяется по формуле

$$[N_{max}] = (N_{max} + U) \cdot U_{уд}. \quad (4.38)$$

Стандартная прессовая посадка предпочтительного применения (см. справочник [12, с. 153-157]) выбирается из условий

$$N_{min.П} > [N_{min}] \quad (4.39)$$

$$N_{max.П} < [N_{max}] \quad (4.40)$$

где  $N_{min.П}$ ,  $N_{max.П}$  – минимальный и максимальный натяги выбранной посадки.

Средний натяг посадки  $N_{cp.П}$ , мм, равен

$$N_{cp.П} = \frac{N_{min.П} + N_{max.П}}{2}. \quad (4.41)$$

Необходимое усилие  $P_3$ , Н, при запрессовке деталей вычисляется по формуле

$$P_3 = \pi \cdot d_{HC} \cdot l \cdot f \cdot e, \quad (4.42)$$

где  $e$  – напряжение сжатия на контактной поверхности деталей, Па.

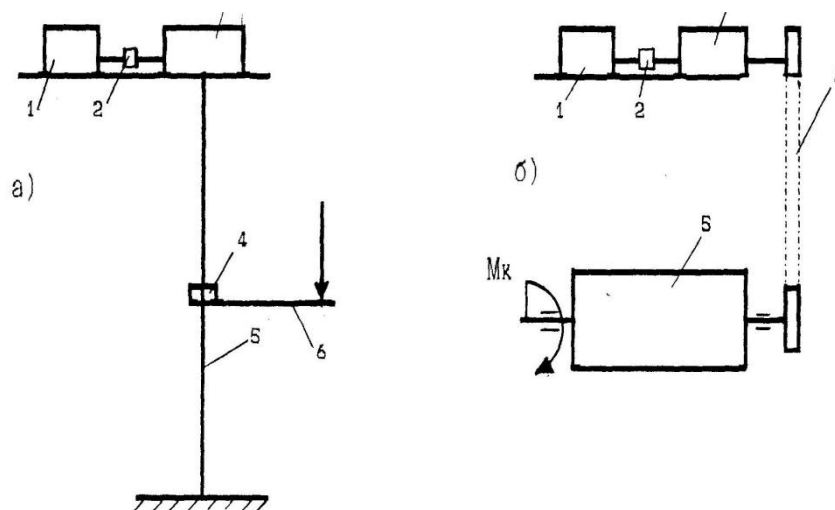
Величина  $e$ , Па, определяется следующим образом:

$$e = \frac{N_{cp.П} \cdot 10^{-3}}{d_{HC} \cdot \left( \frac{C_D}{E_D} + \frac{C_d}{E_d} \right)}. \quad (4.43)$$

Усилие для распрессовки деталей рекомендуется применять на 10... 30 % больше, чем при запрессовке.

## 4.5 Расчет электропривода

Расчету подвергается, как правило, одна из двух возможных расчетных схем: электропривод с поступательным движением рабочего органа (рис. 4.1, а) и электропривод с вращательным движением рабочего органа (рис. 4.1, б).



1 – электродвигатель; 2 – муфта; 3 – редуктор; 4 – упорная гайка;  
5 – винт; 6 – консоль; 7 – передача; 8 – барабан.

Рис. 4.1 – Расчетные схемы электроприводов

Необходимая мощность электропривода для схемы а определяется по формуле

$$N_{np} \geq \frac{PV}{\eta}, \quad (4.44)$$

где  $P$  – грузоподъемность;  $V$  – поступательная скорость перемещения упорной гайки;  $\eta$  – общий к.п.д. привода.

Для схемы б необходимая мощность электропривода

$$N_{np} = \frac{M_{np}\omega}{\eta}, \quad (4.45)$$

где  $M_{np}$  – крутящий момент на барабане;  $\omega$  – угловая скорость барабана.

Коэффициент полезного действия последовательной цепи механизмов равен произведению к.п.д. отдельных механизмов, образующих эту цепь, т.е.

$$\eta = \eta_1 \times \eta_2 \dots \eta_n . \quad (4.46)$$

В частности, для схемы, приведенной на рис. 1, *a*

$$\eta = \eta_0 \times \eta_p \dots \eta_6 , \quad (4.47)$$

где  $\eta_0$  – к.п.д. характеризующий потери в опорах винта;  $\eta_p$  – к.п.д. редуктор;  $\eta_6$  – к.п.д. передачи винта-гайка.

Значения к.п.д. различных видов механизмов и механических передач приведены в справочной литературе [7].

Необходимая мощность электродвигателя определяется из выражения

$$N_{эд} = K_N N_{np} , \quad (4.48)$$

где  $K_N$  – коэффициент запаса мощности электродвигателя.

Коэффициент запаса  $K_N$  принимается равным 1,25... 1,5. В некоторых случаях, при наличии больших колебаний нагрузки,  $K_N = 2,0 \dots 3,0$ .

После определения мощности электродвигателя подбирают конкретный электродвигатель из числа выпускаемых промышленностью. В гаражном оборудовании используют, как правило, асинхронные, закрытые, обдуваемые электродвигатели. По существующим стандартам выпускают электродвигатели одной мощности с различной частотой вращения (750, 1000, 1500, 3000 об/мин). Частоту вращения электродвигателя выбирают с учетом требуемой скорости перемещения рабочего органа и передаточного числа редуктора.

После выбора электродвигателя уточняют характеристики механизма привода, т.е. скорость перемещения (или вращения) рабочего

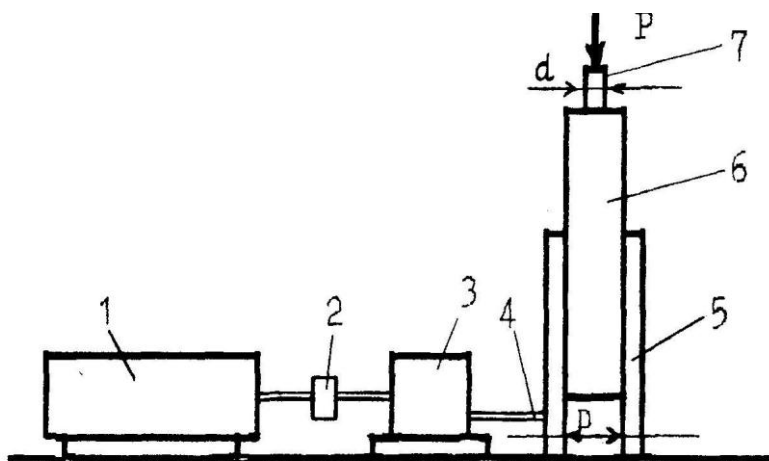
органа, усилие, крутящий момент и мощность исполнительных органов механизма привода.

Определив кинематические и динамические характеристики привода, производят проектный расчет деталей привода. Методика расчетов элементов привода знакома студентам по курсовому проекту по дисциплинам «Детали машин» и «Подъемно-транспортные машины».

#### 4.6 Расчеты гидропривода и гидросистем

В АТП и эксплуатационных предприятиях применяют многие виды технологического оборудования, в которых применяется гидравлический привод рабочих органов и другие гидросистемы. Однако учебное время, отводимое на изучение дисциплины «Гидравлика и гидроприводы», недостаточно для приобретения студентами знаний по конструкции гидроприводов в необходимом объеме. Поэтому ниже приводится достаточно полное описание методики проектирования гидроприводов для технологического оборудования, используемого в АТП и эксплуатационных предприятиях.

Расчетная схема гидропривода, рабочим органом которого является гидроцилиндр, приведена на рис. 4.2.



1 – электродвигатель; 2 – муфта; 3 – насос; 4 – трубопровод;



5 – цилиндр, 6 – поршень; 7 – шток.

Рис. 4. 2 – Схема гидропривода

Исходными данными для расчета являются усилие на штоке  $P$ , скорость перемещения штока  $V_n$ , величина хода штока  $S_n$ .

Вначале определяется мощность на штоке гидроцилиндра

$$N_u = \frac{pV_n}{\eta_0} \quad (4.49)$$

где  $\eta_0$  – к.п.д. гидроцилиндра ( $\eta_0 = 0,95...0,98$ ).

Далее определяется мощность гидронасоса

$$N_n = N_u K_y K_{ск} , \quad (4.50)$$

где  $K_y$  – коэффициент запаса усилия на штоке ( $K_y = 1,1... 1,2$ );  $K_{ск}$  – коэффициент запаса по скорости перемещения штока ( $K_{ск} = 1,1... 1,3$ ).

Для гаражного оборудования рекомендуется выбирать средние значения коэффициентов  $K_y$  и  $K_{ск}$ .

Затем определяется необходимый объем подачи рабочей жидкости в гидросистему

$$Q_n = \frac{N_n \eta}{P_{ном}} \quad (4.51)$$

где  $\eta$  – к.п.д. насоса;  $P_{ном}$  – номинальное давление жидкости.

Номинальное давление выбирают на основании статистических данных и анализа существующих конструкций. Для гаражного оборудования, как правило, выбирают шестеренчатые насосы, развивающие давление до 16 МПа. Если требуется давление более 16 МПа, то выбирают аксиально-поршневые насосы с номинальным давлением до 25 МПа и более. Рабочий объем насоса, представляющий собой подачу насосом жидкости за один оборот насоса определяется по формуле

$$q_n = \frac{Q_n}{n\eta_{он}}, \quad (4.52)$$

где  $n$  – скорость вращения вала насоса, об/с;  $\eta_{он}$  – объемный к.п.д. насоса.

В расчетах принимается номинальная частота вращения насоса, приведенная в его технической характеристике.

Для шестеренчатых насосов  $\eta_{он} = 0,7...0,95$ , а для аксиально-поршневых  $\eta_{он} = 0,85...0,95$ .

По расчетной величине рабочего объема насоса, по каталогам стандартных гидронасосов подбирают насос с необходимыми характеристиками. После этого определяются действительные параметры гидропривода.

Действительный объем подачи насосной установки

$$Q_H^d = i_H \cdot q_H \cdot n_H \cdot \eta_{он}, \quad (4.53)$$

где  $i_H$  – количество насосов в гидроприводе;  $q_H$  – рабочий объем насоса;  $n_H$  – номинальная частота вращения насоса;  $\eta_{он}$  – объемный к.п.д. насоса.

Мощность привода насосной установки

$$N_H = \frac{K_H \cdot Q_H^d \cdot P_{ном}}{\eta_H}, \quad (4.54)$$

где  $K_H$  – коэффициент запаса мощности насоса ( $K_H = 1,05...1,1$ );  $\eta_H$  – общий к.п.д. насоса.

Для шестеренчатых насосов  $\eta_H = 0,75...0,85$ , для аксиально-поршневых –  $\eta_H = 0,8...0,9$ .

Необходимая мощность электродвигателя для привода насоса в рассматриваемой схеме равна мощности, потребляемой насосом.

Основными расчетными параметрами гидроцилиндров являются:  $D$  – диаметр гидроцилиндра;  $d$  – диаметр штока;  $V_H$  – скорость перемещения штока;  $t$  – толщина стенки гидроцилиндра.

Усилие на штоке гидроцилиндра определяется по формуле

$$P = \frac{\pi d^2}{4} (P_{НОМ} - P_c) \eta_M, \quad (4.55)$$

где  $P_c$  – давление в сливной магистрали гидропривода;  $\eta_M$  – механический к.п.д. гидропривода.

Давление в сливной магистрали  $P_c = 0,2...0,5$  МПа, значение механического к.п.д. принимается в пределах  $\eta_M = 0,85...0,95$ .

Из формулы (4.42) можно получить величину внутреннего диаметра гидроцилиндра

$$D = \sqrt{\frac{4P}{\pi(P_{НОМ} - P_c)\eta_M}}. \quad (4.56)$$

Рекомендуется принимать диаметр штока  $d = (0,3...0,7)D$ .

Ход поршня определяется, как правило, из технологических соображений. Например, для подъемников ход штока  $S = 1500...1800$  мм, для стенов сборки-разборки рессор  $S = 250...300$  мм. Скорость перемещения поршня

$$V_n = \frac{Q_H \eta}{F_n} \quad (4.57)$$

где  $F_n$  – площадь поперечного сечения поршня.

Толщина стенки гидроцилиндра определяется по формуле:

$$t = \frac{P_{НОМ} D}{2[\sigma]}. \quad (4.58)$$

Допускаемое напряжение для сталей, используемых для изготовления гидроцилиндров,  $[\sigma] = 140... 160$  МПа.

Для соединения элементов гидропривода применяют сварные или бесшовные трубы, гибкие резиновые шланги с текстильной оплеткой для низкого давления жидкости (до 5 МПа) и с металлической оплеткой для высокого давления жидкости (до 25... 30 МПа).

При расчете трубопроводов определяют внутренний диаметр, скорость перемещения жидкости и производят проверку на разрыв.

Скорость перемещения жидкости вычисляют на определенных участках трубопровода, имеющих постоянный внутренний диаметр

$$V_{ж} = \mu \sqrt{2gh}, \quad (4.59)$$

где  $\mu$  – коэффициент гидравлических потерь;  $g$  – ускорение свободного падения;  $h$  – напор (давление) в трубопроводе.

Скорость перемещения жидкости, для упрощения расчетов, обычно принимают на основе данных исследования работы гидроприводов. Для всасывающего трубопровода  $V_{ж} = 0,8...1,4$ , для сливной магистрали  $V_{ж} = 1,4... 2,0$ , для напорного трубопровода  $V_{ж} = 4,5... 6,0$  м/с.

На основании закона о неразрывности потока жидкости будет справедливо следующее выражение:

$$f_{mp} V_{ж} = F_n V_n = Q_n \eta_{он}, \quad (4.60)$$

где  $f_{mp}$  – площадь внутреннего сечения трубопровода;  $V_n$  – скорость перемещения поршня гидроцилиндра;  $F_n$  – площадь поперечного сечения поршня

Тогда

$$f_{mp} = \frac{Q_n \eta_0}{V_{ж}}. \quad (4.61)$$

С другой стороны

$$f_{mp} = \frac{\pi d_{mp}^2}{4}. \quad (4.62)$$

С учетом выражений (61) и (62) можно получить формулу для расчета внутреннего диаметра трубопровода

$$d_{mp} = \sqrt{\frac{4 f_{mp}}{\pi}}. \quad (4.63)$$

После расчета диаметра подбирают по каталогам стандартных изделий ближайшие по размерам трубопроводы.

Проверка на прочность для металлических труб проводится по формуле:

$$\sigma = \frac{P_{ном} d_{mp}}{2t} \leq [\sigma] \quad (4.64)$$

где  $t$  – толщина стенки трубопровода, см.

Для стальных бесшовных труб, изготовленных из Стали 20,  $[\sigma] = 140$  МПа и из Стали 3  $[\sigma] = 160$  МПа.

Проверка на прочность гибких шлангов производится по допускаемому давлению, указанному в каталоге стандартных изделий. Для резиновых шлангов с текстильной оплеткой допускаемое давление  $[p] = 2...5$  МПа при внутреннем диаметре шланга 6... 12 мм.

Гидросистема считается работоспособной, если потери давления в ней не превышают 6 % от номинального давления насоса. Потери давления в системе определяются из выражения:

$$\sum_{\Delta} P = \sum_{\Delta} P_n + \sum_{\Delta} P_M + \sum_{\Delta} P_{\Gamma}, \quad (4.65)$$

где  $\sum_{\Delta} P_n$  – суммарные путевые потери давления жидкости на прямолинейных участках трубопровода;  $\sum_{\Delta} P_M$  – суммарные местные потери давления жидкости на участках сужения, расширения, изгибов трубопровода;  $\sum_{\Delta} P_{\Gamma}$  – суммарные потери давления в гидроагрегатах системы (насосы, вентили, клапаны и т.д.).

Путевые потери определяются по формуле:

$$\Delta P_n = \lambda \cdot p \cdot \frac{l \cdot V_{жс}}{d_{mp}^2}, \quad (4.66)$$

где  $\lambda$  – коэффициент трения жидкости о стенки трубопровода;  $p$  – плотность жидкости;  $l$  – длина участка трубопровода.

Коэффициент  $\lambda$  зависит от числа Рейнольдса ( $R_e$ ) и в зависимости от режима течения жидкости составляет при ламинарном потоке

$$(R_e \leq 2300), \lambda = \frac{75}{R_e}, \text{ при турбулентном потоке } \lambda = 0,316R_e^{-0,2}$$

Число Рейнольдса определяется из выражения:

$$R_e = 10^6 \cdot \frac{V_{жс} \cdot d_{тр}}{\nu}, \quad (4.67)$$

где  $\nu$  – кинематическая вязкость жидкости.

Местные потери определяются по формуле

$$\Delta P_M = \xi \cdot p \cdot \frac{V_{жс}}{2}, \quad (4.68)$$

где  $\xi$  – коэффициент местных гидравлических сопротивлений.

Значения  $\xi$  приведены в справочной литературе [5].

Потери давления в гидроагрегатах принимаются по их техническим характеристикам.

#### 4.7 Проектирование схемы гидропривода поступательного движения технологического прессы

Большое количество технологического оборудования для ТО и ТР подвижного состава АТ и ТТМ (прессы, съёмники, грузоподъемные устройства и др.) имеют гидравлический (ГП) или пневматический (ПП) приводы, расчёт которых принципиально не отличается друг от друга [16, с. 5-10].

Основанием для разработки схемы ГП являются требования к гидроприводу и условия его работы. Принципиальная схема ГП разрабатывается на основе типовых схем и определяет состав его элементов и связи между ними. Условные обозначения отдельных элементов ГП приведены в [17, с. 495-502].

При проектировании гидравлической схемы рекомендуется применять нормализованную гидроаппаратуру, т.к. использование специальных узлов и деталей увеличивает стоимость ГП.

Рассмотрим схему гидропривода поступательного движения, в которой выходным элементом является гидроцилиндр, скорость перемещения поршня которого и его положение при необходимости могут регулироваться (рис. 4.3).

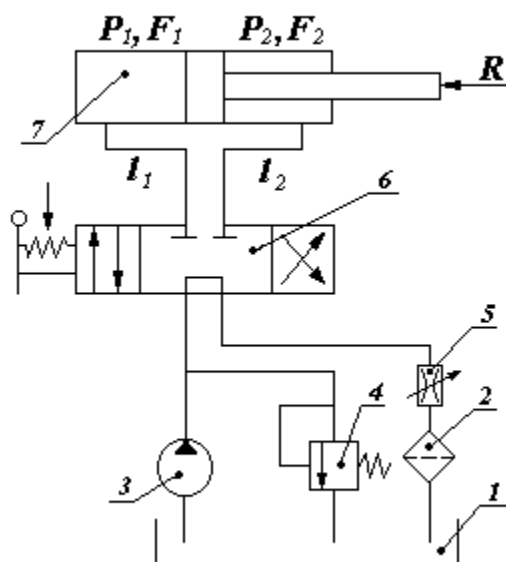


Рис. 4.3 – Принципиальная схема ГП поступательного движения:

- 1 – гидробак; 2 – фильтр; 3 – нерегулируемый насос;
- 4 – предохранительный редуцирующий клапан непрямого действия;
- 5 – регулируемый дроссель (заслонка); 6 – кран управления (золотник);
- 7 – гидроцилиндр двустороннего действия;  $P_1, P_2, F_1, F_2$  – давления и полезные площади в полостях гидроцилиндра;  $l_1, l_2$  – длины трубопроводов, соединяющие все элементы ГП

На схеме показано нейтральное положение рукоятки крана управления 6, при котором шток гидроцилиндра 7 не перемещается. При включении насоса 3 и перемещении крана управления 6 в крайнее правое положение жидкость из гидробака 1 будет поступать в левую

полость гидроцилиндра 7, перемещая его шток вправо. Жидкость при этом из правой полости через дроссель 5 и фильтр 2 будет перетекать в гидробак. При перемещении крана управления в крайнее левое положение жидкость будет поступать в правую полость гидроцилиндра, перемещая шток влево.

Рассчитывая ГП, необходимо задать давление жидкости, создаваемое гидронасосом  $P_H$ , которое обеспечит необходимое усилие  $R$  на штоке гидроцилиндра. Величина давления  $P_H$  определяет размеры элементов гидропривода: высокое давление уменьшает размеры, но требует применения дорогостоящих насосов и обеспечения высокой герметичности соединений.

Исследования показали, что минимальная стоимость ГП достигается, если величина рабочего давления насоса в среднем составляет:

- 1) для станочных ГП –  $P_H = 6,3$  МПа и ниже;
- 2) для ГП валочных и трелёвочных машин  $P_H = 10$  МПа;
- 3) для ГП строительно-дорожных машин  $P_H = 32... 40$  МПа.

По ГОСТ 12445-80 величину рабочего давления гидронасоса  $P_H$  (МПа) следует выбирать из ряда: ... 1; 1, 6; 2, 5; 4; 6, 3; 10; 12, 5; 16; 20; 25; 32; 40; 50; 63; 80; 100; 125; 160; 200; 250.

Номинальный расход жидкости  $Q_H$  (л/мин) определяется скоростью перемещения поршня гидроцилиндра и размерами гидронасоса и выбирается по ГОСТ 13825-80 из ряда: 1; 1,6; 2,5; 3,2; 4; 5; 6,3; 8; 10; 12,5; 16; 20; 25; 32; 40; 50; 63; 80; 100; 125; 160; 200; 250; 320; 400; 500; 630; 800; ...

При правильно выбранном расходе жидкости общие потери давления в гидросистеме не должны превышать 5... 6 % от давления гидронасоса.



#### 4.8 Определение основных параметров гидроцилиндра

Исходными данными для расчёта являются следующие значения:

- 1) усилие, создаваемое на штоке поршня гидроцилиндра,  $R = 10... 70$  кН;
- 2) ход поршня  $S = 320... 800$  мм;
- 3) время рабочего хода поршня  $t_p = 5... 15$  с;
- 4) отношение времени холостого (обратного) хода поршня к рабочему времени  $t_x/t_p = 0,6... 0,8$ ;
- 5) длина трубопроводов, соединяющих все элементы ГП,  $l_1, l_2 = 2... 9$  м;
- 6) температура масла в гидросистеме  $T_M = 50... 70^0\text{C}$  [16, с. 13-20].

Диаметр гидроцилиндра  $D$ , м, определяется по формуле

$$D = \sqrt{\frac{4}{\pi} \cdot \frac{R + T}{(P_H - \Delta P_{31} - \Delta P_1) - \left(\frac{t_x}{t_p}\right) \cdot (\Delta P_{32} + \Delta P_2 + \Delta P_{др} + \Delta P_\phi)}}, \text{ м} \quad (4.69)$$

где  $T$  – сила трения между поршнем и гидроцилиндром (принимается  $T = (0,02... 0,10) \cdot R$ ), Н;  $P_H$  – номинальное давление, создаваемое гидронасосом (определяется в зависимости от типа выбранного насоса [16, с. 16-18]), Па;  $\Delta P_{31}$ ,  $\Delta P_{32}$  – перепады давлений на золотнике, Па;  $\Delta P_1$ ,  $\Delta P_2$  – перепады давлений в трубопроводах, Па;  $\Delta P_{др}$  – перепад давлений на дросселе, Па;  $\Delta P_\phi$  – перепад давлений в фильтре, Па.

На схеме гидропривода, представленной на рис. 4.3, предусмотрен *нерегулируемый насос*. В качестве такого насоса можно выбрать: шестеренчатые насосы типа НШ или Г11, БГ11; пластинчатые насосы Г12 или БГ12; аксиально-поршневые насосы типа НА и НС, характеристики которых приведены в методических указаниях [16, с. 16-18].

Насосы типа НШ рассчитаны на номинальное давление, равное  $P_H = 10$  МПа; Г11 и БГ11 – 2,5 МПа; Г12 – 6,3 МПа; БГ12 – 12,5 МПа; НА и НС – 32 МПа.

Ориентировочно давление  $P_H$ , создаваемое гидронасосом, назначается в зависимости от величины усилия на штоке поршня гидроцилиндра  $R$ :

Усилие на штоке гидроцилиндра, $R$ , кН	Номинальное давление гидронасоса, $P_H$ , МПа
10...20	$\leq 1,6$
20...30	$\leq 3,2$
30...50	$\leq 6,3$
50...100	$\leq 10,0$

Ниже приведены значения перепадов давлений, МПа, в гидроаппаратуре:

золотник	0,20
клапан обратный	0,15
дроссель	0,20
клапан редуционный	0,50
фильтр пластинчатый или сетчатый	0,10

Перепады давлений в трубопроводах на первой стадии расчета определить нельзя, поэтому принимаем, что  $\Delta P_1, \Delta P_2$  равны 0,2 МПа.

Вычисленные значения диаметра гидроцилиндра округляются затем по ГОСТ 12447-80 в большую сторону до ближайшего стандартного значения из ряда (мм):

5; 8; 10; 14; 16; 18; 20; 25; 28; 32; 36; 40; 45; 50; 56;  
63; 70; 80; 90; 100; 110; 125; 140; 160; 180; 200; ...

Диаметр штока  $D_{ш}$ , м, поршня вычисляется по следующей зависимости:

$$D_{ш} = D \cdot \sqrt{1 - \frac{t_x}{t_p}}. \quad (4.70)$$

Основные параметры гидроцилиндров выбираются из [16, с. 20] или [18, с. 84-104].

Для штоков, работающих на сжатие, отношение хода поршня  $S$  к диаметру гидроцилиндра  $D$  должно соответствовать неравенству  $S < 10 \cdot D$ .

При  $S > 10 \cdot D$  диаметр штока  $D_{ш}$  необходимо проверить на возможность продольного изгиба.

Величину заделки штока принимают равной диаметру гидроцилиндра  $D$ , а длину образующей поршня –  $0,8 \cdot D$ .

Толщину стенки гидроцилиндра  $\delta$ , м, можно определить по формуле Лямэ:

$$\delta = \frac{D}{2} \cdot \left( \sqrt{\frac{[\sigma_p] + 0,4 \cdot P_H}{[\sigma_p] - 1,3 \cdot P_H}} - 1 \right), P, \quad (4.71)$$

где  $[\sigma_p]$  – допускаемое напряжение на растяжение материала гидроцилиндра (для стали  $[\sigma_p] = 50... 60$  МПа, для чугуна  $[\sigma_p] = 15$  МПа), Па;  $P_H$  – номинальное давление, Па.

При отношении  $D/\delta > 16$  толщина стенки гидроцилиндра  $\delta$ , м, вычисляется по следующей зависимости:

$$\delta = \frac{K \cdot P_H \cdot D}{2 \cdot [\sigma_p]}, \quad (4.72)$$

где  $K$  – коэффициент запаса (принимается  $K = 1,25$ ).

#### 4.9 Проверочный расчёт элементов гидропривода

Количество жидкости  $Q_{цл}$ , м<sup>3</sup>/с, поступающей в левую (рабочую) полость гидроцилиндра, равно

$$Q_{цл} = V_{пр} \cdot \frac{\pi \cdot D^2}{4}, \quad (4.73)$$

где  $V_{пр}$  – скорость рабочего перемещения поршня, м/с [16, с. 14-21].

Величину  $V_{пр}$ , м/с, можно определить по формуле

$$V_{пр} = \frac{S}{t_p}. \quad (4.74)$$

С учетом утечек жидкости её расход (подача гидронасоса)  $Q_H$ , м<sup>3</sup>/с, вычисляется следующим образом:

$$Q_H = (Q_{цл} + \Delta Q_{цл}) \cdot Z + \Delta Q_3 + \Delta Q_{пк}, \quad (4.75)$$

где  $\Delta Q_{цл}$  – утечки жидкости в гидроцилиндре, м<sup>3</sup>/с;  $\Delta Q_3$  – утечки жидкости в золотнике, м<sup>3</sup>/с;  $\Delta Q_{пк}$  – утечки жидкости через предохранительный клапан (принимаем  $\Delta Q_{пк} = 0,1 \cdot Q_H$ ), м<sup>3</sup>/с;  $Z$  – число гидроцилиндров, шт.

Величину  $\Delta Q_{цл}$  выбирают из справочников [16, с. 20] или [18, с. 84-104].

Ниже приводятся значения  $\Delta Q_3$  в зависимости от  $d$ :

диаметр условного

сечения трубопровода, мм                    8      10      12      16      20      32

утечки  $\Delta Q_3$ ,

при  $P_H = 20$  МПа, см<sup>3</sup>/мин                    50    100    150    200    250    300

Вычисленные значения расхода жидкости  $Q_H$  округляются затем в большую сторону по ГОСТ 13825-80.

Для выбора гидронасоса необходимо вычислить его рабочий объём  $q$ , м<sup>3</sup>:

$$q = \frac{Q_H}{n \cdot \eta_o}, \quad (4.76)$$

где  $n$  – частота вращения ротора гидронасоса,  $\text{с}^{-1}$ ;  $\eta_o$  – объёмный КПД гидронасоса. Их значения берутся из [16, с. 16-18].

После выбора насоса уточняем расход жидкости  $\Delta Q_{ПК}$ ,  $\text{м}^3/\text{с}$ , сбрасываемой в гидробак через предохранительный клапан:

$$\Delta Q_{ПК} = q \cdot n \cdot \eta_o - Q_{ЦП} - \Delta Q_{Ц} - \Delta Q_{31}. \quad (4.77)$$

Внутренний диаметр трубопроводов  $d$ , м, вычисляется следующим образом:

$$d = \sqrt{\frac{4 \cdot Q_{ЦП}}{\pi \cdot V_{Ж}}}, \quad (4.78)$$

где  $V_{Ж}$  – скорость истечения рабочей жидкости,  $\text{м}/\text{с}$ .

Ниже приведены значения  $V_{Ж}$  в зависимости от  $P_H$ :

рабочее давление

гидронасоса  $P_H$ , МПа      2,5    6,3      16,0      32,0    63,0    100,0

скорость истечения

рабочей жидкости  $V_{Ж}$ ,  $\text{м}/\text{с}$     2,0    3,2      4,0      5,0    6,3    10,0

Вычисленные значения внутреннего диаметра трубопроводов  $d$  округляются затем в большую сторону по ГОСТ 16516-80 до ближайшего стандартного значения из ряда (мм):

4; 5; 6; 8 ; 10; 12; 16 ; 20; 25; 32 ; 40; 50.

Уточнив значение  $d$ , находим среднюю скорость  $V_{ср}$ ,  $\text{м}/\text{с}$ , истечения рабочей жидкости по трубопроводам:

$$V_{ср} = \frac{4 \cdot Q_{ЦП}}{\pi \cdot d^2}. \quad (4.79)$$

В гидроприводах применяются стальные бесшовные трубы [17, с. 337], медные трубы [17, с. 337] и рукава высокого давления [17, с. 338-340].

Технические характеристики жёстких и эластичных трубопроводов и арматуры приведены в справочнике [18, с. 195-202].

#### 4.10 Расчет пневмоприводов и пневмосистем

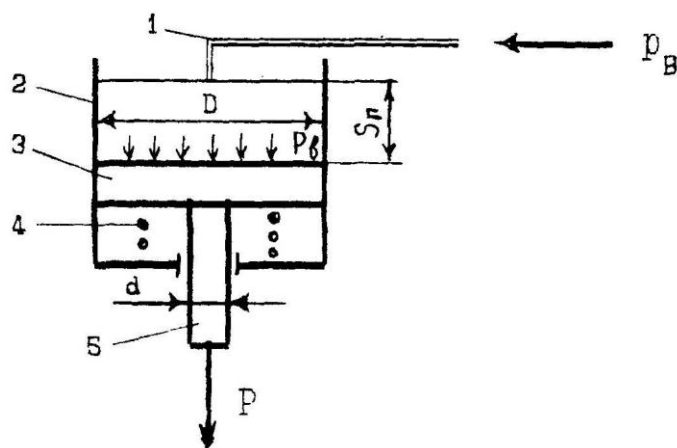
В автотранспортных предприятиях и управлениях механизации эксплуатируют довольно большой перечень видов гаражного оборудования, в котором используется энергия сжатого воздуха. Это пневмоподъемники, пневмоприжимы, прессы, сборочно-разборочные стенды, пневмоинструмент и т.д.

Рассмотрим основные методы расчетов элементов пневмосистем.

Основными выбираемыми и расчетными параметрами пневмоприводов являются усилие на штоке пневмоцилиндра  $P$ , давление воздуха в системе  $p_в$ , величина перемещения штока  $S_{ш}$ , внутренний диаметр трубопроводов  $d_{тп}$  и др.

В автотранспортных предприятиях имеется, как правило, единая система подачи сжатого воздуха с давлением 6...12 атм. Давление для потребителей может регулироваться в сторону уменьшения.

Расчетная схема поршневого пневмоцилиндра приведена на рис. 4.4.



- 1 – воздухопровод; 2 – цилиндр; 3 – поршень; 4 – возвратная пружина;  
5 – шток поршня.

Рис. 4.4 – Расчетная схема пневмоцилиндра

Толкающее усилие на штоке пневмоцилиндра определяется по формуле:

$$P = \frac{\pi \cdot D^2}{4} \cdot p_{\epsilon} \cdot \eta_u - q, \quad (4.80)$$

где  $\eta_u$  – к.п.д. пневмоцилиндра;  $q$  – сопротивление возвратной пружины.

В расчетах обычно сопротивление пружины учитывают с помощью коэффициента  $k = 0,98$ . С учетом этого формула имеет вид:

$$P = 0,77 \cdot D^2 \cdot p_{\epsilon} \cdot \eta_u. \quad (4.81)$$

Втягивающее усилие на штоке определяется выражением:

$$P = 0,77 \cdot (D^2 - d^2) \cdot p \cdot \eta. \quad (4.82)$$

Диаметр цилиндра при толкающем усилии

$$D = \sqrt{\frac{P}{0,77 \cdot p_{\epsilon} \cdot \eta_u}}. \quad (4.83)$$

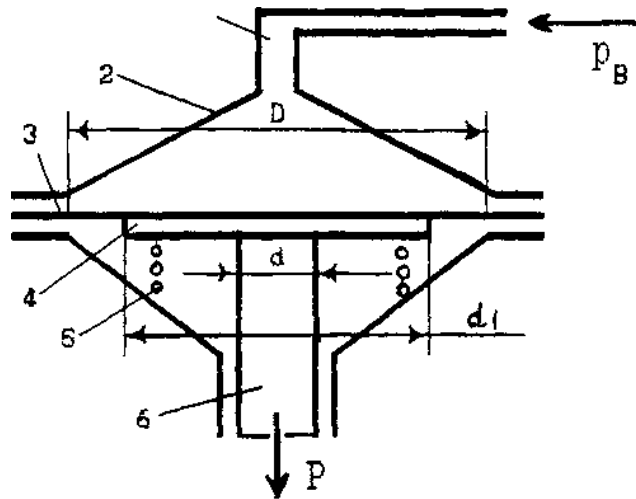
Диаметр цилиндра при втягивающем усилии

$$D = \sqrt{\frac{P}{0,77 \cdot p_{\epsilon} \cdot \eta_u} + d^2}. \quad (4.84)$$

Диаметр штока  $d = (0,3...0,7)D$ . Расчетное значение  $D$  округляется до стандартного по МН 1250-60. Стандартный ряд диаметров: 5, 6, 8, 10, 12, 14, 16, 18, 22, 28, 32, 38, 45, 55, 65, 70, 80, 90, 105, 110, 140, 160, 180, 220, 280, 320, 450 мм.

Величина хода штока определяется конструктивно, в зависимости от выполняемой операции.

Расчетная схема пневмопривода диафрагменного типа приведена на рис. 4.5.



- 1 – воздухопровод; 2 – корпус пневмокамеры; 3 – диафрагма;  
 4 – упорная шайба; 5 – возвратная пружина; 6 – шток.

Рис. 4.5 – Расчетная схема диафрагменного пневмопривода

В гаражном оборудовании применяют плоские и тарельчатые резинотканевые диафрагмы.

Величина силы  $P$  на штоке определяется для исходного положения диафрагмы и в конце рабочего хода  $S_{\text{п}}$ . Для тарельчатых диафрагм  $S_{\text{п}} = (0,25 \dots 0,35)$ , для плоских  $S_{\text{п}} = (0,07 \dots 0,22)$ .

Для исходного положения:

$$P = p_{\text{в}} \frac{\pi(D + d_1)^2}{16}, \quad (4.85)$$

где  $d_1$  – диаметр упорной шайбы.

Для второго случая в конце рабочего хода

$$P = p_{\text{в}} \frac{0,75\pi(D + d_1)^2}{16} - q. \quad (4.86)$$

Принимая вместо  $q$  поправочный коэффициент  $\kappa = 0,98$ , имеем

$$P = 0,15 p_{\text{в}} (D + d_1) \quad (4.87)$$

При заданном усилии  $P$  на штоке можно определить рабочий диаметр диафрагмы



$$D = \sqrt{\frac{16p}{\pi p_6} - d^2} \quad (4.88)$$

Принимая  $d_1 = 0,1 D$  и для плоских и для тарельчатых диафрагм:

$$D = 1,33 \sqrt{\frac{p}{p_6}} \quad (4.89)$$

Размеры диафрагм нормализованы и имеют значения, приведенные в табл. 4.1.

Таблица 4.1

Нормализованные размеры диафрагм

Диаметр диафрагмы, мм	125	200	250	320	400
Толщина диафрагмы, мм	3-4	4-5	5-6	6-8	8-10

Диаметр штока пневмокамеры  $d = (0,15... 0,25)D$

Расход сжатого воздуха на один час работы пневмопривода определяется из выражения

$$Q_v = V \cdot n, \quad (4.90)$$

где  $V$  – объем воздуха на одно включение пневмопривода;  $n$  – количество включений в час.

Пневмоприводы бывают одностороннего и двухстороннего действия.

Для пневмопривода одностороннего действия

$$V = V_0 = \frac{\pi D^2}{4} S_n \quad (4.91)$$

Для пневмопривода двойного действия

$$V = V_0 + V_1, \quad (4.92)$$

где

$$V_1 = \frac{\pi}{4} (D^2 - d^2) S_n \quad (4.93)$$

Расход воздуха на одно включение пневмопривода:

$$Q_{\varepsilon} = \frac{Q_u}{3600} t, \quad (4.94)$$

где  $t$  – время работы пневмопривода за одно включение.

Время работы  $t$  можно определить из выражения

$$t = \frac{D^2 \cdot S_n}{d_{mp} \cdot V_{\varepsilon}}, \quad (4.95)$$

где  $d_{mp}$  – диаметр подводящего воздухопровода;  $V_{\varepsilon}$  – скорость движения воздуха по трубопроводу.

Для воздухопроводов принимается скорость  $V_{\varepsilon} = 15... 25$  м/с.

Расчет диаметра трубопровода базируется на условии неразрывности потока воздуха во время одного включения пневмопривода, которое можно выразить следующим образом:

$$Q_{\varepsilon} = Q_{mp} \cdot t, \quad (4.96)$$

где  $Q_{mp}$  – расход воздуха через трубопровод:

$$Q_{mp} = \frac{\pi \cdot d_{mp}^2}{4} \cdot V_{\varepsilon}, \quad (4.97)$$

тогда

$$d_{mp} = \sqrt{\frac{4V}{\pi \cdot V_{\varepsilon} \cdot t}}, \quad (4.98)$$

или

$$d_{mp} = \sqrt{\frac{Q_u}{900 \cdot \pi \cdot V_{\varepsilon}}}. \quad (4.99)$$

Расчетный диаметр трубопровода уточняется по таблицам стандартных изделий. На практике применяются стальные сварные или цельнотянутые трубы диаметром 1/2, 3/4, 1, 2 дюйма или резиновые шланги диаметром 6, 8, 10, 12 мм с нитяной или металлической оплеткой.

После определения диаметра трубопровода его проверяют на прочность по формуле

$$\sigma = \frac{P_s \cdot d_{mp}}{2 \cdot t_{mp}} \leq [\sigma], \quad (4.100)$$

где  $t$  – толщина стенки трубопровода.

Для труб, изготовленных из стали 20,  $[\sigma] = 140$  МПа, а из стали 3  $[\sigma] = 160$  МПа.

Резиновые шланги проверяют по допускаемому давлению воздуха

$$P_B \leq [P]. \quad (4.101)$$

Для шлангов с нитяной оплеткой  $[p] = 2 \dots 5$  МПа, а для шлангов с металлической оплеткой  $[p] = 15 \dots 25$  МПа. В пневмосистемах обычно применяют шланги с нитяной оплеткой.

Пневмопривод считается работоспособным, если потери давления воздуха не превышают 10 % от подаваемого от компрессора. Утечки воздуха через неплотности не учитываются.

Потери давления в системе могут быть определены по формуле

$$\Delta P_B = \frac{\lambda \cdot \rho \cdot (l_1 + l_2)}{d_{mp} \cdot V_{mp}^2}, \quad (4.102)$$

где  $\lambda$  – коэффициент, учитывающий сопротивления;  $\rho$  – плотность воздуха;  $l_1$  – фактическая длина трубопровода;  $l_2$  – приведенная длина трубопровода.

## **5 Проектирование основных видов технологического оборудования**

### **5.1 Характеристика уборочно-моечного оборудования**

Уборочно-моечные работы – один из наиболее трудоемких процессов ТО АТС и ТТМ с весьма неблагоприятными условиями труда на постах мойки и уборки.

Моечные работы проводятся в целях придания чистого внешнего вида автомобилям и технологическим машинам. Кроме того, качественное проведение моечных работ при ЕО позволяет своевременно удалять с поверхностей автомобилей и технологических машин не только пыль и грязь, но и налеты соли и других агрессивных веществ (используемых, например, для защиты от гололеда на дорогах), пятна от ГСМ, битума и т. п. Тем самым сохраняется окраска кузова и значительно уменьшается коррозия металла, а также обеспечиваются лучшие условия для последующих операций по ТО и ремонту АТС и ТТМ.

По способу выполнения различают мойку ручную, механизированную и комбинированную.

Ручная мойка производится из шланга с брандспойтом или моечным пистолетом струёй воды низкого (0,2... 0,4 МПа) или высокого (1,0... 2,5 МПа) давления. Механизированная мойка производится с помощью специальных установок (струйных, щеточных, струйно-щеточных). При комбинированном способе используют комплексы различных видов моечных устройств.

По другим классификационным признакам различают моечные установки проездного типа, подвижные, стационарные, с ручным управлением и автоматизированные.

Технологический процесс мойки АТС включает смачивание омываемой поверхности, механическое воздействие, сушку, нанесение воскового покрытия, полировку.

Основные конструктивные элементы моечной установки: насосная станция, рамка смачивания, устройство привода подвижных органов, механизм перемещения портала (конвейер), рамка ополаскивания.

Основные элементы моечных устройств: распылитель, набор шлангов с разъемными муфтами, устройство для подогрева воды, емкость для моющих веществ, смесительное устройство.

## 5.2 Проектирование уборочно-моечного оборудования

Проектными параметрами щеточных моечных установок являются скорость вращения щетки, давление щетки на омываемую поверхность, толщина волокна щетки.

Для струйных моечных установок основными проектными параметрами являются сила удара водяной струи, напор струи перед соплом, конструкция и количество моечных насадок,.

При проектировании всех типов уборочно-моечного оборудования выполняют следующие виды расчетов:

- определяют производительность уборочно-моечной установки;
- определяют расход жидкости на мойку одного автомобиля;
- определяют количество и диаметр сопла распылителей;
- подбирают насосные установки;
- рассчитывают конструктивные параметры эжектора для моечных установок с применением синтетических моющих средств (СМС);
- рассчитывают или подбирают размеры деталей;
- рассчитывают затраты тепловой энергии на нагрев жидкости;
- проектируют очистные сооружения.

Для щеточных моечных установок дополнительно разрабатывают и рассчитывают на прочность детали щеткодержателей и щеток.

Для струйных установок определяют диаметры трубопроводов и рассчитывают трубопроводы на прочность.

В установках для мойки АТС снизу и для мойки ходовой части определяют величину реактивной силы струи жидкости.

Рассмотрим порядок расчета уборочно-моечного оборудования на примере универсальной комплексной моечной установки, состоящей из щеточной моечной установки, струйных рамочных установок арочного типа и установки для мойки шасси АТС.

Расчет производительности выполняется для АТС, имеющих наибольшие габаритные размеры. Минимальное расстояние между АТС на посту мойки принимается равным 3 м. Тогда производительность моечной установки  $P$  в автомобилях в час определится по формуле:

$$P = \frac{60V}{L}, \quad (5.1)$$

где  $V$  – скорость перемещения автомобиля в процессе мойки, м/мин;  $L$  – шаг АТС на конвейере.

Шаг АТС на конвейере равен сумме габаритной длины АТС и расстояния между АТС.

Расход воды на мойку одного АТС через одно сопло:

$$q = \frac{60fV}{L}, \text{ л/мин} \quad (5.2)$$

где  $f$  – площадь поперечного сечения проходного отверстия сопла, мм<sup>2</sup>;  
 $V$  – скорость истечения моеющей жидкости из сопла, м/с;

$$f = \frac{\pi d_H^2}{4}, \quad (5.3)$$

где  $d_H$  – диаметр проходного сечения сопла.

$$V = \mu\sqrt{2gh}, \quad (5.4)$$

где  $\mu$  – коэффициент, характеризующий гидравлическое сопротивление сопла;  $g$  – ускорение свободного падения;  $h$  – напор жидкости перед соплом.

Для щеточных моечных установок принимается  $f_H = 5...8$  мм,  $h = 40... 60$  м водного столба. Коэффициент истечения  $x$  зависит от формы сопла. Для цилиндрического сопла, имеющего отношение диаметра проходного отверстия к его длине, равное  $1/3$ , величина  $x = 0,82$ . Для конического сопла, сходящегося под углом  $13^\circ$ , при отношении диаметра выходного отверстия к его длине, равного  $1/5$ , величина  $x = 0,94$ .

Из анализа приведенных выше выражений следует, что при увеличении напора струи при одновременном уменьшении диаметра сопла (до определенных пределов) можно получить струю с большей кинетической энергией и, следовательно, повысить эффективность мойки, снижая при этом расход жидкости.

Количество сопел моечной установки:

$$n = \frac{Q \cdot P}{q \cdot 60}, \quad (5.5)$$

где  $Q$  – расход воды на мойку одного автомобиля, л.

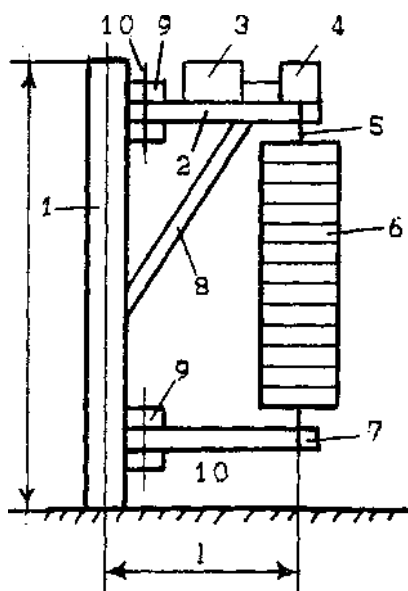
Для существующих универсальных моечных установок расход воды  $Q$  изменяется в пределах  $350... 500$  л.

Далее по требуемым параметрам расхода и напора жидкости производится подбор насосной установки.

Щетки существующих моечных установок имеет диаметр в пределах  $0,7... 1,0$  м. Рекомендуемая [9] частота вращения щеток  $180... 200$  об/мин и создаваемое ими давление на омываемую поверхность  $0,3$  МПа. Количество щеток обычно принимается равным трем (одна горизонтальная и две вертикальных). Длина щеток для грузовых автомобилей и автобусов  $2,5.. 3,5$  м. Вес щеток при этом составляет  $150... 300$  кг. Мощность электропривода определяется обычными методами с учетом принятой кинематической схемы привода щеток. В существующих конструкциях мощность электродвигателей для привода

каждой из щеток составляет 1,5... 1,7 кВт, частота вращения 1000... 1500 об/мин.

Далее выполняется расчет несущих конструкций щеточных узлов. Расчетная схема вертикальной щетки приведена на рис. 5.1.



- 1 - колонна вертикальной щетки;
- 2 - поворотная несущая консоль;
- 3 - электродвигатель привода щетки;
- 4 - редуктор;
- 5 - вал привода щетки;
- 6 - щетка;
- 7 - нижняя консоль;
- 8 - балка;
- 9 - кронштейн;
- 10 - вал поворота консоли

Рис. 5.1 – Схема вертикальной щетки

Схема для расчёта сил и моментов, действующих в несущей конструкции вертикальной щётки, приведена на рис. 5.2.

Эпюры сил и моментов, действующих в несущей конструкции вертикальной щетки, приведены на рис. 5.3.

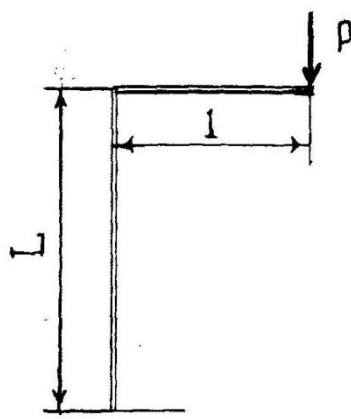




Рис. 5.2 – Расчетная схема вертикальной щетки

Сечение консольной балки подбирается по величине осевого момента сопротивления  $W$  и этого сечения.

Расчетная схема горизонтальной щетки и эпюры сил и моментов, действующих на нее, приведены на рис. 5.3.

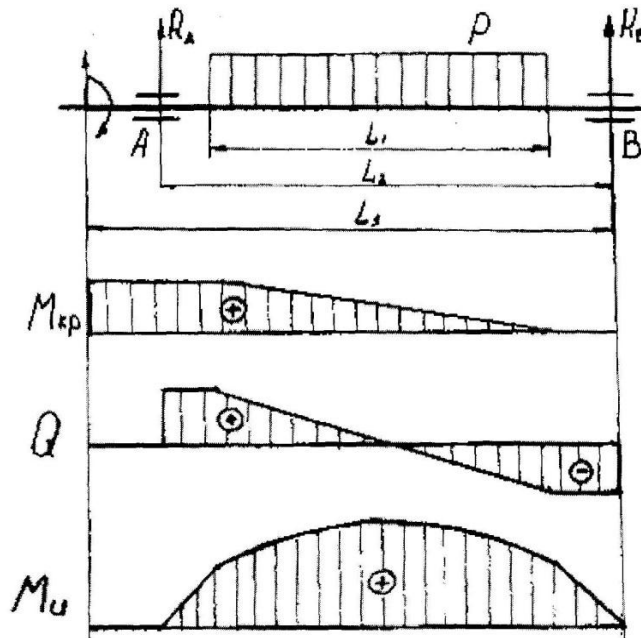
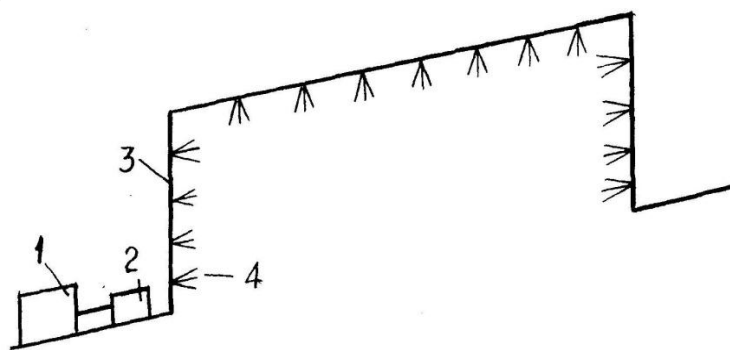


Рис. 5.3 – Расчетная схема и эпюры сил и моментов, действующих на вал горизонтальной щетки

Наиболее нагруженным является сечение а – а. Диаметр вала определяется по максимальному крутящему моменту в сечении а – а по тем же формулам, что и для вала вертикальной щетки.

Схема струйной моечной установки рамного типа приведена на рис. 5.4.



1 – электродвигатель; 2 – насос; 3 – рама; 4 – сопло.

Рис. 5.4 – Схема струйной моечной установки

Струя жидкости, истекающая из сопла распылителя, делится на фазы (рис. 5.5.)

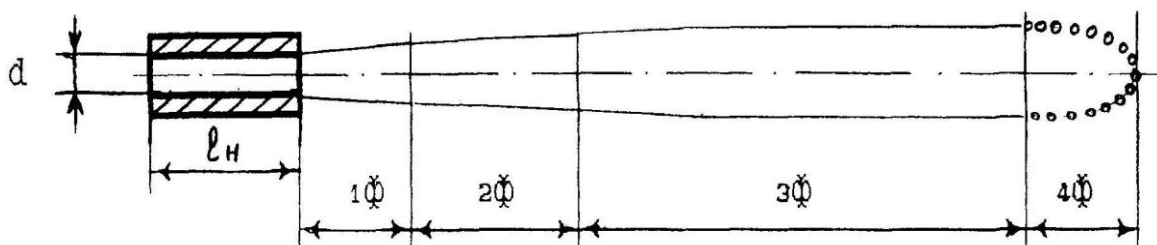


Рис. 5.5 – Схема истечения струи воды из сопла

Первая фаза (1ф) имеет длину  $l_1 = 5d$ . Это фаза истечения струи. Скорость движения жидкости  $V_1$  равна скорости движения жидкости в сопле  $V_n$ .

Вторая фаза (2ф) – переходная. Длина фазы  $l_2 = 8d$ .

Скорость движения жидкости  $V_2$  равна скорости жидкости в первой фазе.

Третья фаза (3ф) – рабочая. Длина фазы  $l_3 = 100... 450d$ . Скорость движения жидкости уменьшается от  $V_n$  до  $V_3 = 0,7V_n$ .

Четвертая фаза – участок распада струи на капли. Длина фазы  $l_4 = 100... 150d$ . Скорость движения жидкости меньше 0,3 м/с.

Нормальное давление струи сохраняется по длине третьей фазы. При этом струя ударяется об омываемую поверхность под прямым углом, площадь обмыва  $F_0 = 4d^2$ , перекрытие площадей соседних зон достигает 0,25... 0,3 их радиуса.

Габаритные размеры рамки моечной установки определяются наибольшими габаритными размерами (ширина и высота) АТС и оптимальной длиной струи.

Необходимый диаметр трубопровода рамной установки определим через расход жидкости

$$d = \sqrt{\frac{4 \cdot Q}{V \cdot \pi}} \quad (5.6)$$

где  $V$  - скорость течения жидкости в трубопроводе.

Для стальных цельнотянутых труб толщина стенки определяется по формуле

$$t = \frac{p}{2} \cdot \frac{d}{[\sigma]}, \quad (5.7)$$

где  $p$  – давление в трубопроводе.

Для сварных труб

$$t = \frac{p}{2} \cdot \frac{d}{[\sigma] \cdot [\varphi]}, \quad (5.8)$$

где  $\varphi$  – допускаемый коэффициент прочности сварного шва.

Схема сил действующих внутри трубопровода, приведена на рис. 5.6.

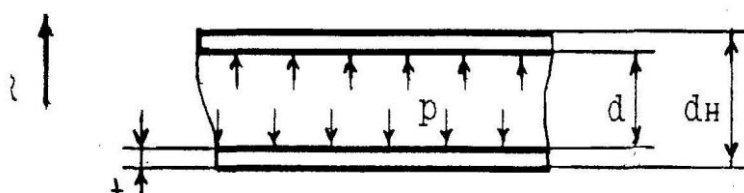


Рис. 5.6 – Схема сил, действующих внутри трубопровода

Проверка трубы на прочность производится по максимальным напряжениям, возникающим в наружных слоях трубы по радиальным направлениям

$$\sigma_r = \frac{p \cdot R}{t} \leq [\sigma]. \quad (5.9)$$

В моечной установке эжектор служит для приготовления моющего раствора, состоящего из воды и синтетического моющего средства (СМС). Схема эжектора приведена на рис. 5.7.

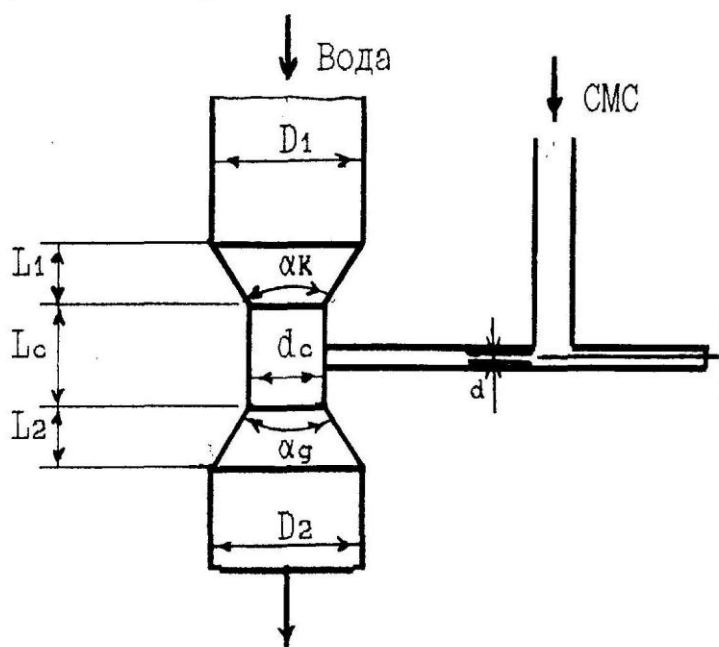


Рис. 5.7 – Схема эжектора

Диаметр  $D_1$  на входе в сопло эжектора определяется через скорость жидкости  $V_1$  и расход жидкости  $Q_1$ .

$$V_1 = \mu \sqrt{2 \cdot g \cdot h}, \quad Q_1 = \frac{Q}{g}, \quad (5.9)$$

где  $\mu$  – коэффициент истечения.

Для прямолинейных сопел  $\mu = 0,45 \dots 0,55$ ; площадь проходного сечения

$$f_1 = \frac{\pi \cdot D_1^2}{4}. \quad (5.10)$$

С другой стороны, имеем

$$f_1 = \frac{Q_1}{V_1}. \quad (5.11)$$

Тогда диаметр  $D_1$  определяется по формуле

$$D_1 = \sqrt{\frac{4f_1}{\pi}}. \quad (5.12)$$

Потери напора воды в минимальном сечении сопла определяются по формуле:

$$\Delta h_c = \xi \cdot \frac{V^2}{2}, \quad (5.13)$$

где  $\xi$  – коэффициент гидравлического сопротивления сопла.

Рекомендуется принимать  $\frac{D_1}{d_1} = 1,5$ ;  $\alpha_k = \alpha_d = 90^\circ$ ;  $l_c = d_c$ .

Напор в минимальном сечении сопла  $h' = h - \Delta h$ .

Скорость движения жидкости через сопло

$$V_c = \frac{Q_1}{f_1} = \frac{4Q_1}{\pi d_c}. \quad (5.14)$$

Скорость истечения жидкости через жиклер СМС

$$V_c = \alpha V_1 \quad (5.15)$$

где  $\alpha$  – коэффициент, характеризующий скорость перемещения раствора СМС относительно скорости воды. Значения  $\alpha$  изменяются в пределах 0,3... 0,45.

Расход раствора СМС в существующих установках составляет  $Q_c = 0,01 \dots 0,02$  л/с. Тогда диаметр растворного жиклера СМС:

$$d_c = \sqrt{\frac{4 \cdot Q_c}{\pi \cdot V_c}}. \quad (5.16)$$

Диаметр патрубка на выходе из сопла:

$$D_2 = \sqrt{\frac{4}{\pi} \cdot \left( \frac{Q_1}{V_1} + \frac{Q_c}{V_c} \right)}. \quad (5.17)$$

Длину патрубков эжектора рекомендуется принимать по эмпирическим зависимостям:

$$l_1 = 4D_1; \quad l_2 = 2D_2; \quad l_c = d_c. \quad (5.18)$$

Затраты на подогрев моющего раствора составляют около 70 % всех затрат на мойку АТС. Однако нагрев моющего раствора необходим, т.к. при этом резко улучшается качество мойки. На практике наибольшее распространение получили моечные установки с нагревом раствора насыщенным паром, с теплообменниками, с огневым подогревом и с электроподогревом.

Далее представлены несколько вариантов теплотехнических расчетов подогревающих устройств различного типа.

При нагреве моющего раствора при помощи теплообменников необходимо определить количество теплоты для нагрева раствора до требуемой температуры

$$Q = V_{\text{р}} \cdot \Delta T \cdot C_{\text{р}}, \quad (5.19)$$

где  $V_{\text{р}}$  – объем раствора;  $\Delta T$  – разница температуры исходного и нагретого раствора;  $C_{\text{р}}$  – удельная теплоемкость раствора.

Площадь поверхности теплообменника

$$S_T = \frac{Q}{K_T \cdot \Delta T}, \quad (5.20)$$

где  $K_T$  – коэффициент теплопередачи теплообменника.

Если в качестве материала теплообменника используется сталь, а в качестве теплоносителя – пар, то  $K_T = 695$  Вт/м. Если же теплоносителем является вода, то  $K_T = 290$  Вт/м. Лучшие характеристики имеют медь и латунь, для которых коэффициенты теплопередачи составляют соответственно 840 и 350 Вт/м<sup>2</sup>.

Расчётную площадь теплообменника необходимо увеличить в 1,5... 3 раза с учетом загрязнения трубок теплообменника грязью, осадками солей и т.п.

Мощность электронагревателей рекомендуется принимать равной 3... 5 кВт на 1м<sup>3</sup> раствора. Большие значения принимаются для более крупных емкостей.

При факельном подогреве нагревается не весь бак с моющим раствором, а небольшой объем (5... 10 л), через который подается вода на мойку АТС. Мощность горелки и объем бака для нагрева воды подбираются экспериментально.

Для сокращения тепловых потерь предусматривается теплоизоляция стенок бака и герметизация крышки, что позволяет сократить теплотери более чем в 10 раз.

### 5.3 Подъемно-осмотровое и подъемно-транспортное оборудование

#### 5.3.1 Характеристика и классификация подъемно-осмотрового и подъемно-транспортного оборудования

Подъемно-осмотровое оборудование предназначено для обеспечения удобного доступа к агрегатам и механизмам АТС и ТТМ. Сюда относят осмотровые канавы, эстакады, подъемники, опрокидыватели и гаражные домкраты.

Подъемно-транспортное оборудование предназначено для подъема и перемещения агрегатов АТС и ТТМ. К нему относят передвижные краны, электротельферы, кран-балки, грузовые тележки и конвейеры.

Канавы являются наиболее универсальным осмотровым устройством. По способу заезда АТС на канаву и съезда с нее их подразделяют на тупиковые и проездные. По устройству – на

межколейные и боковые, с вывешиванием колес, траншейные и изолированные. Недостатком канав является сложность создания нормальных условий труда по требованиям освещенности, вентиляции и т.д.

Эстакады представляют собой колейный мост, расположенный выше уровня пола на 0,7... 1,4 м с въездными рампами. Эстакады могут быть тупиковые и прямоточные, стационарные или передвижные.

Подъемники классифицируют по способу установки (стационарные и передвижные), по типу механизма подъема (механические и гидравлические), по месту установки (напольные и канавные). Наибольшее распространение получили электромеханические и гидравлические подъемники. Стационарные гидравлические подъемники могут быть одно-, двух- и многоплунжерными грузоподъемностью от 2-х до 20 т. Электромеханические подъемники могут иметь от 2 до 6 стоек грузоподъемностью от 1 до 16 т.

Опрокидыватели предназначены для бокового наклона АТС при ТО и ремонте. Максимальный угол наклона  $90^\circ$ , грузоподъемность до 2 т.

Гаражные домкраты являются передвижными грузоподъемными механизмами и предназначены для вывешивания передней или задней части АТС или ТТМ. Практически все они являются ручными и гидравлическими. Грузоподъемность составляет 2... 12 т, а высота подъема 400...700 мм.

Наиболее распространенным видом подъемно-транспортного оборудования в ДТП являются передвижные кран-балки, оснащенные электротельферами грузоподъемностью 1...5 т.



Для снятия и установки крупногабаритных агрегатов используют грузовые тележки, оснащенные специальными грузоподъемными устройствами.

Конвейеры для перемещения АТС или ТТМ на поточных линиях могут быть периодического или непрерывного действия, а по способу перемещения АТС – толкающие, тянущие и несущие.

### 5.3.2 Проектирование подъемно-осмотрового и подъемно-транспортного оборудования

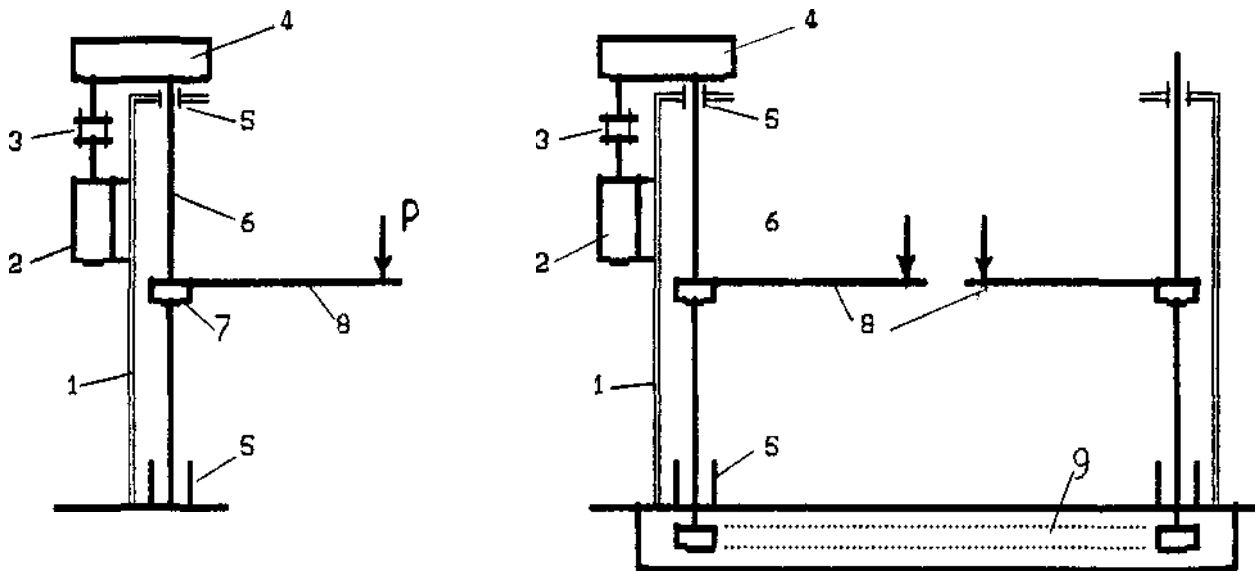
Длина смотровой канавы должна быть больше длины АТС или ТТМ на 0,5... 0,8 м, а глубина для легковых автомобилей 1,4... 1,5 м, для грузовых и автобусов 1,2... 1,3 м. Канавы должны иметь вход с лестницами за пределами рабочей зоны канавы. Для обеспечения безопасного заезда АТС канавы обрамляются направляющими ребордами и отбойником высотой не более 150 мм. Ширина узких канав не более 1,1 м. Боковые канавы выполняются глубиной 0,8... 0,9 м и шириной не менее 0,6 м. Узкие канавы соединяют траншеей или тоннелем шириной 1... 2 м и глубиной до 2 м. Траншеи (тоннели) должны иметь не менее одного выхода на 3 канавы. В канавах в специальных нишах устанавливают светильники. Кроме того, канавы должны быть обеспечены вентиляцией и обогревом.

Стационарные четырехстоечные подъемники имеют механизм привода, состоящий, как правило, из одного электродвигателя и редуктора, передающего вращение через цепную передачу на все четыре стойки. Грузоподъемность составляет от 1 до 8 т.

Многостоечные подъемники состоят из 6 или 8 стоек и могут быть стационарными (ПТО-20, ПТО-46) или передвижными (П-238). В последнем случае каждая стойка имеет индивидуальный механизм привода и общий пульт управления.

Расчет электромеханических подъемников выполняется в следующей последовательности: подбор электродвигателя, кинематический расчет, динамический расчет, подбор стандартных узлов (редукторы, муфты, и др.), расчеты на прочность.

Расчетные схемы электромеханических подъемников приведены на рис. 5.8.



а – одностоечный подъемник; б – двухстоечный подъемник;

1 – стойка; 2 – электродвигатель; 3 – муфта; 4 – редуктор; 5 – опорный подшипник; 6 – винт; 7 – гайка; 8 – консоль; 9 – цепная передача.

Рис. 4.8 – Расчетные схемы электромеханических подъемников

Исходными данными для расчета являются номинальная грузоподъемность  $P_n$ , высота подъема  $S_n$ , скорость подъема  $V$ .

Необходимую мощность электродвигателя определяют по формуле:

$$N_{эд} = \frac{PV}{\eta_0}, \quad (5.21)$$

где  $P$  – расчетная грузоподъемность подъемника;  $\eta_0$  – к.п.д. привода подъемника.

Расчетная грузоподъемность подъемника определяется по формуле:

$$P = KP_H, \quad (5.22)$$

где  $K$  – коэффициент, учитывающий динамические нагрузки.

Для электромеханических подъемников  $K = 2... 3$ . Скорость подъема  $V$  принимается по аналогии с существующими конструкциями. У серийно выпускаемых электромеханических подъемников  $V = 0,02 ... 0,06$  м/с.

Кинематический расчет заключается в определении передаточных чисел редуктора и передачи, осуществляющей привод механизма винт-гайка (цепной, тросовой, карданной и т.п.), а также в выборе основных кинематических параметров передачи винт-гайка.

В автомобильных подъемниках в передачах типа винт-гайка применяется, как правило, однозаходная упорная резьба. Диаметр винта принимается в зависимости от грузоподъемности в пределах 40... 100 мм. Диаметр и шаг упорной резьбы выбирается в соответствии с ГОСТ 10177-82.

Скорость вращения винта определяется из выражения:

$$n = \frac{V}{S_z}, \quad (5.23)$$

где  $S$  – ход винта;  $z$  – число заходов резьбы.

Общее передаточное число привода

$$U_0 = \frac{n_{\text{эд}}}{n_g}, \quad (5.24)$$

где  $n_{\text{эд}}$  – частота вращения электродвигателя;  $n_g$  – частота вращения винта.

Полученное передаточное число обычно обеспечивается только редуктором, т.к. передаточное число передачи привода винтов принимается равным единице. Редуктор и соединительную муфту

подбирают по каталогам стандартных изделий с учетом параметров выбранного ранее электродвигателя.

Кинематические параметры передачи привода винтов принимаются конструктивно по соображению оптимальной компоновки.

Динамический расчет заключается в определении сил и моментов, действующих на детали привода.

Винтовая пара по условиям прочности проверяется на смятие в соответствии с расчетной схемой, приведенной на рис. 5.9.

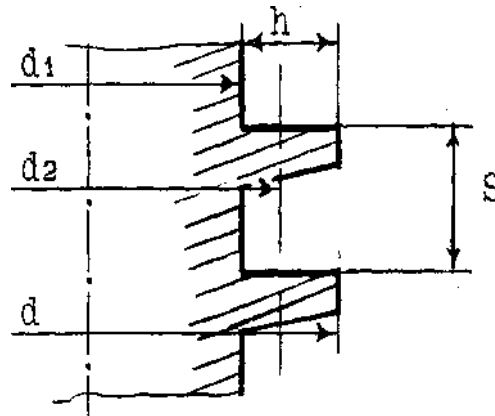


Рис. 5.9 – Расчетная схема винтовой передач

Напряжение смятия в ходовой резьбе определяется по формуле

$$\sigma_{cv} = \frac{P}{\pi \cdot d_2 \cdot h \cdot z} \leq [\sigma_{cm}], \quad (5.25)$$

где  $z$  – число витков в резьбе гайки.

Условные обозначения геометрических параметров резьбы указаны на рис. 4.9.

Число витков в резьбе гайки определяется из выражения:

$$Z = \frac{P}{\pi \cdot d_2 \cdot h \cdot z \cdot [\sigma_{cm}]}. \quad (5.26)$$

Материал винта в подъемниках обычно – закаленная сталь, материал гайки – бронза. В этом случае  $[\sigma_{cm}] = 11... 13$  МПа.

Для пары винт-гайка должно выполняться условие самоторможения, которое формулируется в следующем виде

$$\psi < \varphi, \quad (5.27)$$

где  $\psi$  – угол подъема резьбы;  $\varphi$  – угол трения.

Угол трения определяется по формуле

$$\varphi = \arctg(f) \quad (5.28)$$

где  $f$  – коэффициент трения.

Для пары трения закаленная сталь – бронза в смазке  $f = 0,1$ . Угол подъема резьбы определяется из выражения:

$$\psi = \arctg\left(\frac{S}{\pi d_2}\right). \quad (5.29)$$

Винты подъемника необходимо проверить по условию устойчивости. Запас устойчивости  $K_y = 2,5 \dots 4,0$ . Условие продольной устойчивости имеет следующий вид:

$$\sigma = \frac{P}{F\varphi} \leq [\sigma_y], \quad (5.30)$$

где  $F$  – площадь поперечного сечения стержня винта;  $\varphi$  – коэффициент снижения допускаемого напряжения.

Величина коэффициента  $\varphi$  зависит от гибкости  $\lambda$  винта

$$\lambda = \mu \frac{1}{\rho}, \quad (5.31)$$

где  $\rho$  – наименьший радиус инерции сечения винта:

$$\rho = \sqrt{\frac{J}{F}}, \quad (5.32)$$

где  $J$  – момент инерции сечения стержня.

Значения  $\varphi$  приведены в справочной литературе [9].

Винты подъемника приводятся во вращение при помощи цепной передачи. Обычно применяют втулочно-роликовые цепи. При этом ведущая и ведомые звездочки имеют одинаковые размеры и скорости вращения. Методика расчета цепной передачи является типовой и подробно изложена в специальной литературе. Другие узлы и детали

подъемника также рассчитываются по типовым методикам, известным из курса «Детали машин».

Схема одноплунжерного электрогидравлического подъемника приведена на рис. 5.10.

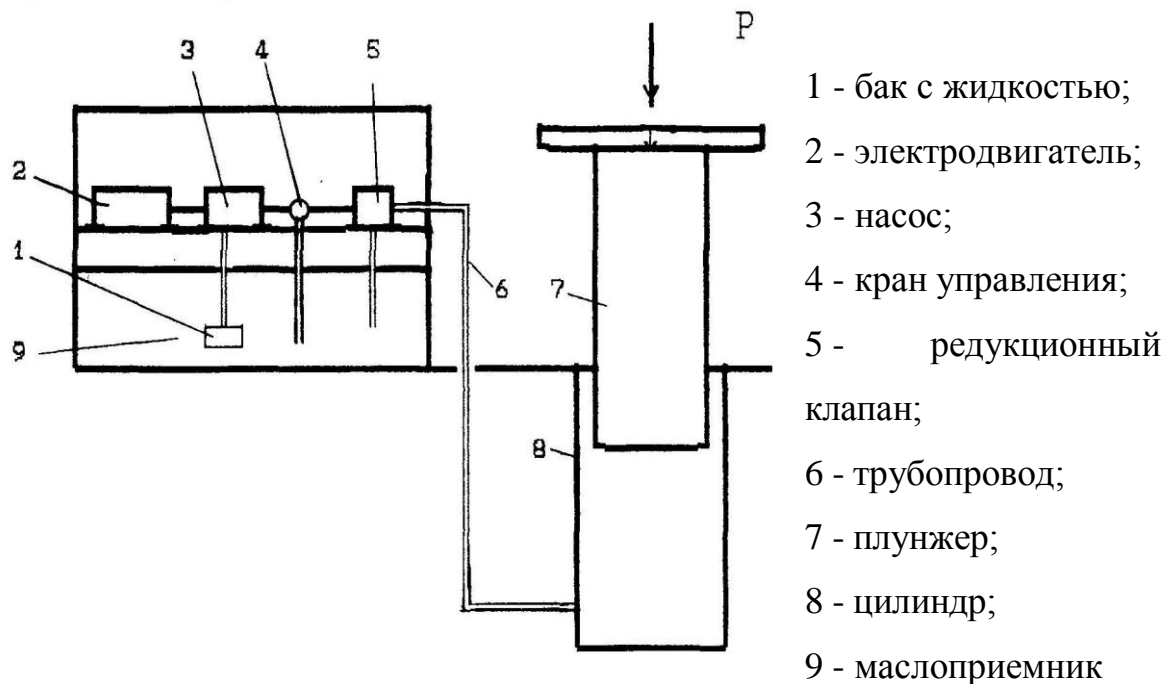


Рис. 5.10 – Схема электрогидравлического подъемника

У двухплунжерного подъемника имеется также тросовый механизм для выравнивания подъема плунжеров.

Исходными данными для расчета подъемника являются грузоподъемность  $P$ , высота подъема  $S$ , время подъема  $t$ , скорость подъема  $V$ .

Потребная мощность на плунжере подъемника:

$$N = \frac{PV}{\eta}, \quad (5.33)$$

где  $\eta$  – коэффициент полезного действия электрогидропривода.

Потребная мощность насоса гидропривода:

$$N_H = NK_y K_c, \quad (5.34)$$

где  $K_y$  – коэффициент запаса усилия на штоке;  $K_c$  – коэффициент запаса скорости перемещения штока. При расчетах принимают  $K_y = 1,1 \dots 1,2$  и  $K_c = 1,1 \dots 1,3$ .

Необходимый объем подачи рабочей жидкости в гидросистему подъемника для обеспечения требуемой мощности:

$$Q = \frac{N_H}{P_{НОМ}}. \quad (5.35)$$

Номинальное давление зависит от типа насоса и режима эксплуатации. Для шестеренчатых насосов при легком режиме эксплуатации  $P_{НОМ} = 1,0$  МПа.

Для подбора насоса необходимо определить его рабочий объем следующим образом:

$$q = \frac{Q}{n_H \eta_0}, \quad (5.36)$$

где  $n_H$  – номинальная частота вращения вала насоса;  $\eta_0$  – объемный КПД насоса.

Для шестеренчатых насосов  $n_H = 1920$  об/мин,  $\eta_0 = 0,7 \dots 0,95$ .

Насос и электродвигатель подбирают по каталогам стандартных изделий.

Усилие на штоке гидроцилиндра

$$P = (P_{НОМ} - P_c) \frac{\pi D^2}{4} \eta_M, \quad (5.37)$$

где  $P_c$  – давление в сливной магистрали;  $\eta_M$  – механический КПД гидроцилиндра.

Давление  $P_c = (0,2 \dots 0,5) P_{НОМ}$ ,  $\eta_M = 0,85 \dots 0,95$ .

Внутренний диаметр гидроцилиндра

$$D = \sqrt{\frac{4P}{(P_{НОМ} - P_c) \cdot \pi \cdot \eta}}. \quad (5.38)$$

Толщина стенки гидроцилиндра

$$\delta > \frac{P_{НОМ} D}{2[\sigma]} \quad (5.39)$$

Размеры цилиндра выбираются по ГОСТ 22.1417-79.

Внутренний диаметр трубопровода

$$d = \sqrt{\frac{4 \cdot Q}{\pi \cdot V_{ж}}} \quad (5.40)$$

где  $V_{ж}$  – скорость перемещения жидкости по напорному трубопроводу.

Скорость  $V_{ж}$  принимают равной 4,5... 6,0 м/с. По каталогам стандартных изделий подбирают бесшовную трубу с требуемыми размерами, после чего проверяют ее на прочность

$$\sigma = \frac{P_{НОМ} \cdot d}{2\Delta} < [\sigma], \quad (5.41)$$

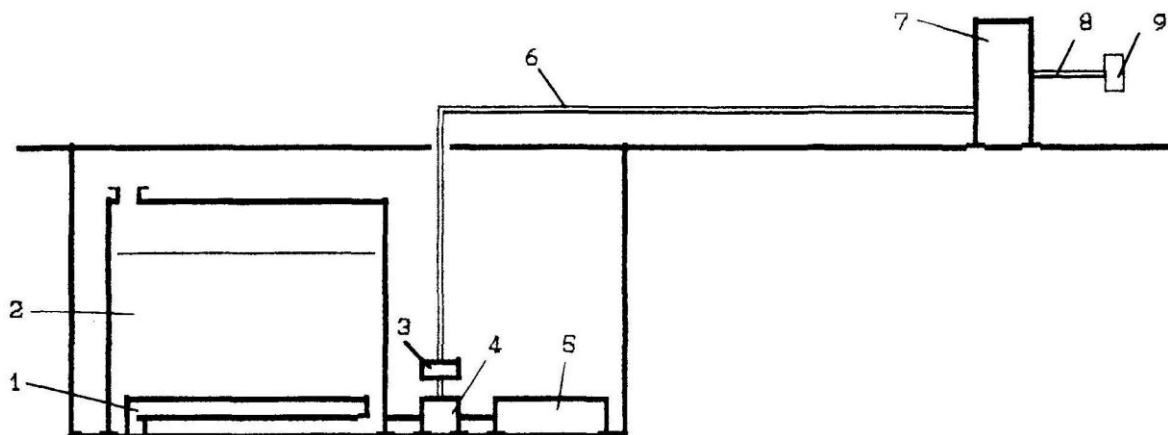
где  $\Delta$  – толщина стенки трубы.

Для Стали 20, применяемой для изготовления труб,  $[\sigma] = 140$  МПа.

#### 5.4 Проектирование гидросистем

К гидросистемам, используемым в технологическом процессе ТО и ремонте АТС и ТТМ, относятся системы раздачи масел и системы подачи воды к моечным установкам.

Схема маслораздаточной установки приведена на рис. 5.11.



1 – нагревательный элемент; 2 – емкость; 3 – редукционный клапан;



4 – насос; 5 – электродвигатель; 6 – трубопровод; 7 – колонка; 8 – шланг;  
9 – пистолет.

Рис. 5.11 – Схема маслораздаточной установки

Проектируемая гидросистема должна быть привязана к конкретной зоне или производственному участку. Этим определяется выбор места расположения емкости под масло или воду, насосной установки, длины, диаметра и схемы размещения трубопроводов и т.д.

Проверочный расчет работоспособности всей гидросистемы производится после подбора основных элементов из числа выпускаемых промышленностью.

Заданной величиной является производительность установки, определяемая расходом жидкости  $Q$  через маслораздаточный пистолет при нормальной температуре ( $20^{\circ}\text{C}$ ). Расход зависит от давления в пистолете  $P$  и от диаметра выходного отверстия  $d$

$$Q = \frac{\pi d^2 V}{4}. \quad (5.42)$$

Скорость истечения жидкости определяется из выражения:

$$V = \mu \sqrt{2gP}, \quad (5.43)$$

где  $\mu$  – удельное гидравлическое сопротивление трубопровода. Для цилиндрического сечения величина  $\mu = 0,98$ .

Необходимая величина давления в пистолете

$$P = \frac{V^2}{2\mu^2 g}. \quad (5.44)$$

Для определения суммарной потери давления жидкости в гидросистеме необходимо определить:

- путевые потери  $P_{\Pi}$  на прямолинейных участках трубопровода;
- местные потери  $P_M$  на отдельных участках;
- потери  $P_r$  в гидроагрегатах;
- потери  $P_g$  на подъем масла из бака.

Тогда суммарные потери составят

$$\Delta P = P_{II} + P_M + P_r + P_g . \quad (5.45)$$

Путевые потери давления определяются по формуле:

$$P_{II} = \frac{\lambda \rho V^2}{2d} , \quad (5.46)$$

где  $\lambda$  – величина, зависящая от режима течения жидкости;  $\rho$  – плотность жидкости.

$$\lambda = \frac{75}{R_e} , \quad (5.47)$$

где  $R_e$  – число Рейнольдса.

$$R_e = 10^6 \frac{Vd}{\nu} , \quad (5.48)$$

где  $\nu$  – вязкость жидкости, сСт.

Местные потери давления определяются по формуле

$$P_g = \frac{\xi p V^2}{2} , \quad (5.49)$$

где  $\xi = \frac{\lambda l}{d}$ .

Потери давления в гидроагрегатах составляют 5... 10 % от  $P_{II}$ .

Потери давления на подъем масла из ёмкости определяются по формуле:

$$P_g = p l_B , \quad (5.50)$$

где  $l_B$  – длина вертикального участка трубопровода.

Необходимое давление, развиваемое насосом, должно быть таким, чтобы обеспечить технические данные применяемой маслораздаточной установки. Если это условие не выполняется, то необходимо использовать более мощную насосную установку или же осуществлять подогрев масла до более высокой температуры с целью уменьшения вязкости масла.

## 5.5 Диагностическое оборудование

### 4.5.1 Характеристика и классификация диагностического оборудования

Качество и объем работ ТО и ремонта АТС и ТТМ во многом зависит от применяемого диагностического оборудования. Для диагностирования, как АТС, так и ТТМ применяется сложная измерительная техника и автоматика. Диагностические параметры снимают с помощью различных датчиков. Измерительный сигнал перед направлением к измеряющему устройству усиливают, фильтруют, коммутируют и т.д. В качестве измерительного устройства обычно применяют стрелочные или цифровые приборы. Для анализа быстротекущих периодических процессов используют осциллографы. По возможности также применяют индикаторы в виде ламп, загорающихся или гаснущих при наличии неисправности. В диагностическом оборудовании широко используется стробоскопический эффект.

В некоторых случаях группы приборов, предназначенные для проверки одного агрегата, объединяют в единый комплекс (мотор-тестеры и т.п.).

Наиболее совершенен метод проверки технического состояния АТС на стендах с беговыми барабанами. В основу конструкции таких стендов положен принцип обратимости движения, т.е. движется не АТС, а «дорога», которую имитируют беговые барабаны. На таких стендах можно моделировать любой вид движения автомобиля и объективно контролировать техническое состояние любого агрегата. Наибольшее распространение получили стенды со спаренными барабанами (роликами). Условия движения автомобиля на беговых барабанах несколько отличаются от дорожных, поэтому при

проектировании таких стендов необходимо добиваться наибольшего подобия условий работы.

Диагностическое оборудование классифицируют по конструктивному исполнению, функциональному назначению, степени автоматизации, виду источника питания и по другим признакам.

По конструктивному исполнению средства диагностирования подразделяют на внешние и встроенные (бортовые). Первые в свою очередь делят на переносные, передвижные и стационарные.

По функциональному назначению средства диагностирования подразделяют на комплексные, предназначенные для контроля технического состояния АТС или ТТМ в целом, и на оборудование, предназначенное для диагностирования группы агрегатов или же отдельного агрегата, узла или механизма.

По степени автоматизации диагностическое оборудование подразделяют на автоматическое и механизированное.

По виду источника питания; от бортовой сети АТС или ТТМ, автономные, от внешней сети, механические, пневматические.

### 5.5.2 Требования к диагностическому оборудованию

Средства технического диагностирования должны обеспечивать диагностирование объектов с минимальной трудоемкостью и, как правило, без их разборки.

Общие технические требования на средства технического диагностирования АТС, тракторов и строительно-дорожных машин сформулированы в ГОСТ 25176-90 .

Выходные сигналы датчиков должны соответствовать требованиям ГОСТ 12997-76. Классы точности и пределы допускаемых погрешностей на диагностические параметры устанавливаются стандартами и техническими условиями.

Питание диагностического оборудования должно осуществляться от однофазной сети напряжением 220 В и частотой 50 Гц, от трехфазной сети напряжением 220/380 В и частотой 50 Гц, от источников постоянного тока напряжением 12 и 24 В.

Масса переносных приборов не должна превышать 25 кг. В случае превышения указанной массы оборудование устанавливают на подвижных стойках.

Диагностическое оборудование должно обладать высокой эффективностью действия и состоять из минимального набора элементов.

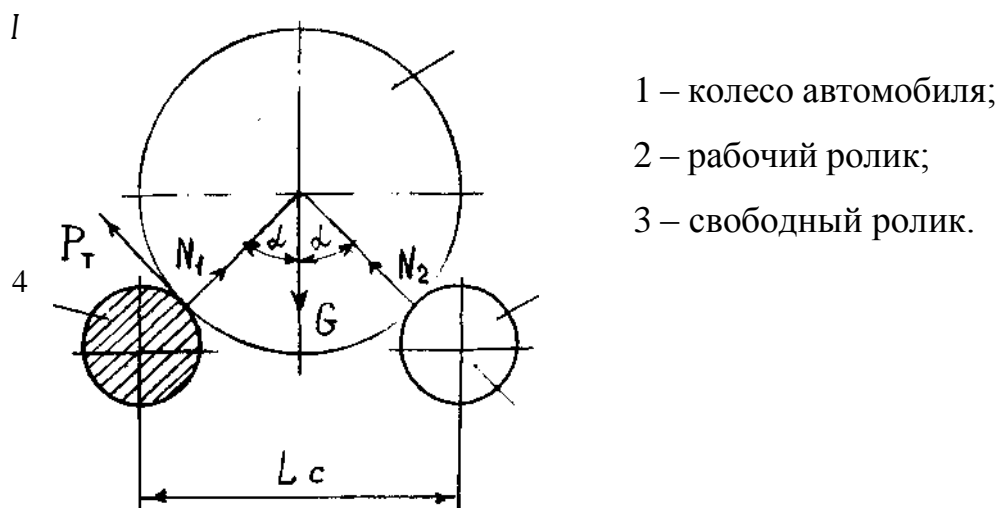
### 5.5.3 Проектирование стендов с беговыми барабанами

Стенды с беговыми барабанами являются основными элементами комплексов технического диагностирования в АТП и на СТО.

Тяговые стенды предназначены для оценки тягово-скоростных качеств автомобилей. Основными конструктивными элементами тяговых стендов являются: блок беговых барабанов, нагрузочное устройство, измерительное устройство, пульт управления и индикации, вентилятор для охлаждения двигателя. Обычно применяют спаренные барабаны под ведущую ось. Для автомобилей с двумя ведущими осями дополнительно устанавливают опорные барабаны под задние ведущие колеса, не связанные с нагрузочным устройством стенда.

Конструкция блока беговых барабанов (роликов) должна обеспечивать реализацию заданной тяговой силы на ведущих колесах, устойчивость автомобиля в процессе испытаний, возможность выезда автомобиля после испытаний; не допускать повышенного износа шин. Соблюдение этих требований зависит от схемы расположения роликов

(рис. 5.12), их размеров и от коэффициента сцепления между шинами и поверхностью роликов.



- 1 – колесо автомобиля;
- 2 – рабочий ролик;
- 3 – свободный ролик.

Рис. 5.12 – Схема расположения роликов стенда с беговыми барабанами

Обычно тяговые стенды рассчитывают на реализацию максимально возможного тягового усилия на высшей передаче. Однако при необходимости на стенде могут проводиться испытания на любой передаче, и, в этом случае, стенд должен быть рассчитан на максимальное тяговое усилие на низшей передаче.

Анализ сил и моментов при взаимодействии ведущих колес с роликами стенда позволяет сделать вывод, что при выборе в качестве рабочего переднего ролика можно реализовать большую тяговую силу вследствие нагружения его большей нормальной силой. Реализуемая тяговая сила в этом случае определяется по формуле:

$$P_m = \frac{G \cdot \varphi \cdot \sin(\alpha)}{\sin(2\alpha) - \varphi \cdot \cos(2\alpha)}, \quad (5.51)$$

где  $G$  – нормальная нагрузка на ведущие колеса.

Остальные обозначения в формуле приведены на рис. 5.12. Значения нормальных реакций  $N_1$  и  $N_2$  необходимы при расчете на прочность роликов, их валов, выборе подшипников и т.п.:

$$N_1 = \frac{G \sin(\alpha)}{\sin(2\alpha) - \varphi \cos(2\alpha)}, \quad (5.52)$$

$$N_2 = \frac{G(\sin(\alpha) - \varphi \cos(2\alpha))}{\sin(2\alpha) - \varphi \cos(2\alpha)}. \quad (5.53)$$

Значения угла  $\alpha$  в существующих конструкциях стенов колеблются от  $27^\circ$  до  $40^\circ$ . Углы меньше  $27^\circ$  не обеспечивают устойчивость автомобиля, а углы более  $40^\circ$  не обеспечивают достаточного расстояния между роликами и днищем автомобиля.

Устойчивое положение автомобиля на стенде определяется постоянством контакта шины с обоими роликами и, следовательно, невозможностью самопроизвольного выезда автомобиля со стенда в процессе испытания. Это может произойти в том случае, если вследствие перераспределения нормальной нагрузки реакция  $N_2$  станет равной нулю. Как следует из (5.53), это происходит, если  $\operatorname{tg}(\alpha) = \varphi$ . Таким образом, условие устойчивости автомобиля на стенде формулируется в виде  $\operatorname{tg}(\alpha) > \varphi$ , а поперечная устойчивость автомобиля на стенде обеспечивается за счет точной установки роликов на раме. Допускаемое отклонение оси ролика от горизонтали и отклонение от параллельности не должно превышать  $0,4 \dots 0,8$  мм на 1 м. Ролики левой и правой сторон стенда должны быть соосными (отклонение не более 1 мм). Для страховки, от поперечного смещения стенды обычно оборудуют отбойными роликами. Для выезда после испытаний необходимо оснащать стенд специальной подъемной площадкой с пневмоприводом или блокировать рабочие ролики специальным тормозным устройством.

Недопущение повышенного износа шин обеспечивается правильным выбором диаметра роликов. Рекомендуется принимать радиус роликов  $R_b = (0,4 \dots 0,6)R_k$  (где  $R_k$  радиус качения шины). В соответствии с ГОСТ 26899-86 диаметр роликов должен быть не менее

240 мм. В существующих конструкциях стенов диаметр роликов колеблется в пределах 220... 500 мм. Для удобства измерений пройденного пути и скорости желательно иметь диаметр ролика 318,3 мм. При этом длина окружности составляет 1 м.

Конструктивно блок роликов обычно состоит из двух пар симметрично расположенных роликов (рис. 5.13).

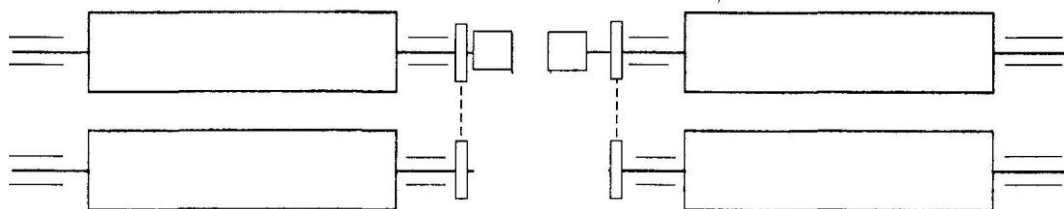


Рис. 5.13 – Конструктивная схема блока роликов

Нагрузочное устройство стенов служит для имитации нагрузочных режимов работы автомобиля путем торможения беговых барабанов. В качестве нагрузочных устройств применяют электрический, гидравлический или инерционный тормоз.

В гидравлическом нагрузочном устройстве торможение обеспечивается за счет работы, затрачиваемой на перемещение жидкости между статором и ротором, а также вследствие трения ротора о жидкость. Гидротормоз не потребляет энергии, долговечен, прост в обслуживании и ремонте. Конструкции гидротормозов весьма компактны при высокой тормозной мощности, что позволяет встраивать их в беговой барабан. Изменение нагрузки обеспечивается регулированием подачи воды в гидротормоз. Тормозной момент и мощность торможения зависят от степени заполнения внутренней полости тормоза.

Мощность торможения

$$N = k \cdot n^3 \cdot \rho \cdot D^3, \quad (5.54)$$



где  $k$  – коэффициент, зависящий от конструкции тормоза и степени его заполнения;  $n$  – частота вращения ротора;  $\rho$  – плотность рабочей жидкости;  $D$  – активный диаметр тормоза.

Активный диаметр тормоза принимается равным диаметру ротора. Рабочей жидкостью обычно является вода.

В качестве электрического нагрузочного устройства могут использоваться балансирные электрические машины постоянного или переменного тока. В связи с высокой стоимостью, громоздкостью, низким коэффициентом полезного действия и недостаточной надежностью и стабильностью характеристик в современных тяговых стендах они практически не применяются. Наиболее совершенны и широко распространены электромагнитные дисковые тормоза с воздушным охлаждением (индукционный тормоз). К основным преимуществам такого типа тормоза относят высокую эффективность в широком диапазоне скоростей, простоту конструкции, надежность, сравнительно малые габаритные размеры и массу, невысокую стоимость. Тормоз состоит из неподвижного индуктора и вращающегося ротора, в котором происходит основное преобразование энергии. При вращении якоря в поле индуктора в якоре возникают вихревые токи, и создается тормозной момент, который приближенно может быть определен из следующего выражения:

$$M = \frac{\omega \cdot B}{11,3 \cdot p \cdot \mu_0} \cdot \frac{\sqrt{\delta}}{(1 + \varepsilon) + \varepsilon} D^3, \quad (5.55)$$

где  $p$  – число пар полюсов;  $\omega$  – угловая скорость вращения ротора,  $\text{с}^{-1}$ ;  $\mu_0$  – магнитная проницаемость вакуума, Гн/м;  $B$  – индукция в воздушном зазоре, Т;  $D$  – средний активный диаметр ротора, м;  $\varepsilon$  – магнитное число Рейнольдса:

$$\varepsilon = \frac{\mu_0 \cdot \sigma \cdot D^2 \cdot \omega}{16 \cdot \rho \cdot \mu}, \quad (5.56)$$

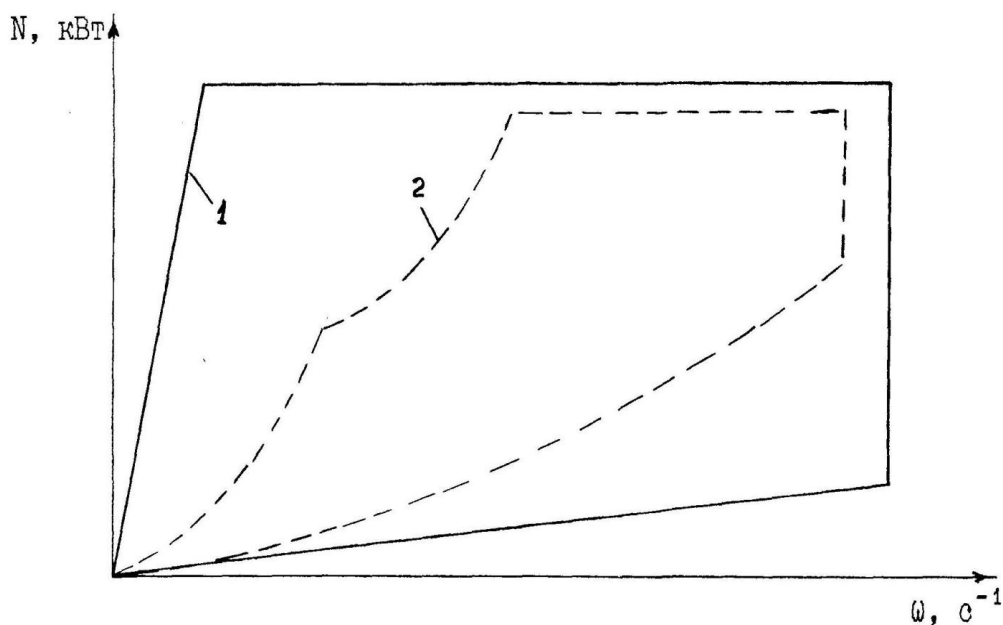
где  $\sigma$  – электропроводность материала ротора, Ом/м;  $\mu$  – относительная магнитная проницаемость.

Точный выбор основных параметров тормоза может быть проведен с достаточной точностью только на основе применения методов физического моделирования и теории подобия. В настоящее время разработан типоразмерный ряд из шести электродинамических тормозов с максимальным моментом от 0.4 до 3.0 кН м.

Выходные характеристики нагрузочных устройств различного типа приведены на рис. 5.14.

Для имитации переменных режимов работы автомобиля используют инерционные стенды.

В процессе разгона автомобиля на дороге энергия двигателя затрачивается на преодоление сил инерции поступательно и вращательно движущихся масс, а на стенде – только от вращающихся масс двигателя, задних колес и масс стенда.



1 – индукторное устройство; 2 – гидротормоз.

Рис. 5.14 – Выходные характеристики нагрузочных устройств

Поэтому для соблюдения идентичности условий разгона на дороге и на стенде системы «стенд-автомобиль» приведенный момент инерции стенда должен быть равен приведенному моменту инерции автомобиля  $J_a$  (без учета моментов инерции вращающихся масс двигателя и колес, связанных со стендом).

Величина  $J_a$  определяется по формуле:

$$J_a = (J_b \cdot Z_b + J_m \cdot Z_m \cdot U_{bm}^2 + J_k \cdot Z_{kc} \cdot U_{bk}^2), \quad (5.57)$$

где  $J_b, J_m, J_k$  – соответственно моменты инерции барабана стенда, маховика и колеса автомобиля;  $Z_b$  – соответственно число барабанов и маховиков стенда;  $Z_{kc}$  – количество колес автомобиля, связанных со стендом;  $U_{bm}$  – передаточное число редуктора между маховиком и беговыми барабанами;  $U_{bk}$  – передаточное число между барабаном и колесом автомобиля:

$$U_{bk} = \frac{R_b}{R_k} \quad (5.58)$$

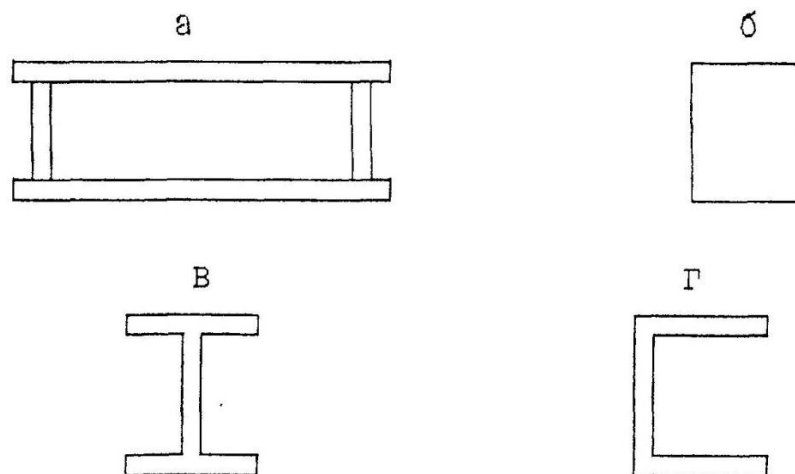
где  $R_b$  – радиус бегового барабана;  $R_k$  – радиус качения колеса.

Величина приведенного момента инерции автомобиля определяется по формуле:

$$J_a = M_a \cdot R_k^2 + J_k \cdot Z_{ka}, \quad (5.59)$$

где  $M_a$  – масса автомобиля;  $Z_{ka}$  – количество колес автомобиля, не связанных со стендом.

Барабан стенда (рис. 5.15, а) состоит из обода в виде полого цилиндра с радиусом  $R_0$ , толщиной  $a$  и длиной  $l$  и двух дисков толщиной  $t$ .



а – барабан; б – сплошной маховик; в, г – составные маховики.

Рис. 5.15 – Схемы для расчета моментов инерции

Момент инерции обода барабана определяется выражением:

$$J_o = 2 \cdot \pi \cdot \rho \cdot l \cdot \sigma \cdot (R_0 - 0,5 \cdot \sigma)^3, \quad (5.60)$$

где  $\rho$  – плотность материала маховика.

Момент инерции одного диска барабана определяется по формуле:

$$J_o = \pi \cdot \rho \cdot t \cdot (R_0 - \sigma)^4. \quad (5.61)$$

Тогда формула для расчета момента инерции всего барабана будет иметь вид

$$J_b = \pi \cdot \rho \cdot [2 \cdot l \cdot \sigma \cdot (R_0 - 0,5 \cdot \sigma)^3 + t \cdot (R_0 - \sigma)^4]. \quad (5.62)$$

Момент инерции сплошного маховика (рис. 4.15, б) определяется по формуле

$$J_m = 0,5 \pi \rho b_m R_m^4 \quad (5.63)$$

Момент инерции составного маховика (рис. 4.15, в, г) определяется следующим образом:

$$J_m = \frac{\pi}{32} \cdot \rho \cdot [b_m \cdot D_m^4 - \rho \cdot (B_m - b_m) \cdot d_m^4]. \quad (5.64)$$

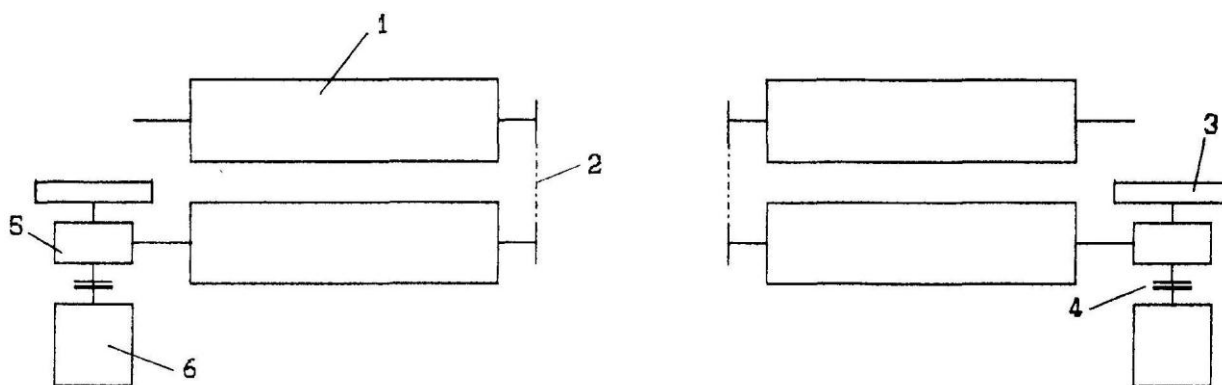
Инерционные массы можно устанавливать непосредственно на оси беговых барабанов или соединять через повышающий редуктор. Применение редуктора позволяет снизить массу и размеры маховика, так как момент инерции маховика, приведенный к валу барабанов, увеличивается пропорционально квадрату передаточного числа. Однако использование редуктора предъявляет повышенные требования к прочности деталей привода.

При проверке автомобилей различных марок для изменения инерционной нагрузки применяют сменные маховики или применяют редукторы с переменным передаточным числом.

Для повышения достоверности контроля тягово-скоростных качеств автомобиля используются комбинированные инерционно-силовые стенды. Они могут иметь электрическое или гидравлическое нагрузочное устройство и инерционные массы. В этом случае необходимо учесть инерционную нагрузку, создаваемую вращающимися массами дополнительных нагрузочных устройств.

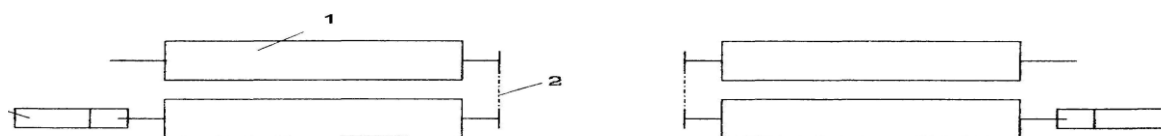
Тормозные системы проверяют на стендах с беговыми барабанами силовым или инерционным методом. В первом случае силовой привод стенда вращает ролики и колеса автомобиля с небольшой окружной скоростью (2... 6 км/ч). Водитель нажимает на тормозную педаль, контролируя усилие нажатия с помощью специального прибора – педаметра. Момент, создаваемый тормозными механизмами автомобиля, преодолевается приводом стенда. Измерительная система определяет значения момента или тормозной силы на каждом колесе. Инерционные стенды могут быть с приводом от колес работающего автомобиля или с приводом от электродвигателя. После установки автомобиля на инерционный стенд окружную скорость колес доводят до 50... 70 км/ч и резко тормозят, одновременно разобцая все каретки стенда путем выключения соединительных муфт. Пути, пройденные каждым колесом

автомобиля за время торможения, будут эквивалентны их тормозным путям. Схемы тормозных стендов приведены на рис. 5.16 и 5.17.



1 – беговой барабан; 2 – цепная передача; 3 – маховик; 4 – соединительная муфта; 5 – редуктор; 6 – электродвигатель.

Рис. 5.16 – Схема инерционного тормозного стенда



1 – беговой барабан; 2 – цепная передача; 3 – мотор редуктор.

Рис. 5.17 – Схема силового тормозного стенда

Конструкция блока беговых барабанов у тормозных стендов практически не отличается от тяговых стендов, поэтому иногда инерционные стенды выполняют универсальными, т.е. тягово-тормозными. Для силовых стендов целесообразно специально обрабатывать поверхности беговых барабанов для увеличения коэффициента сцепления. При этом оптимальной является высота микронеровностей 2... 5 мм.

На инерционном тормозном стенде практически невозможно обеспечить идентичность процесса торможения дорожным условиям даже при использовании полноопорной схемы, вследствие отсутствия

перераспределения нормальных реакций. Поэтому тормозные стенды проектируют, как правило, с беговыми барабанами под один мост. Кроме того, на стенде определяют тормозной путь для каждого из колес, для чего секции стенда под правыми и левыми колесами снабжают соединительными муфтами (обычно электромагнитными), которые разъединяют перед торможением.

Желательно, чтобы значение тормозного пути  $S_T$  при диагностировании на стенде совпадало с величиной тормозного пути при дорожных испытаниях. Для обеспечения равенства тормозных путей необходимо соблюдение условия:

$$\frac{J_{ci}}{J_a} = \frac{P_i}{P_r} = K_{pi}, \quad (5.65)$$

где  $J_{ci}$  – приведенный момент инерции одной секции стенда;  $P_r$  – сумма тормозных сил при торможении автомобиля на дороге;  $P_i$  – тормозная сила на колесе, приложенная к барабанам одной секции стенда;  $K_p$  – коэффициент моделирования тормозной силы.

Максимально возможную величину  $P_r$  можно определить по формуле:

$$P_r = M_a g \varphi. \quad (5.66)$$

Коэффициент моделирования тормозной силы для 1-го моста автомобиля есть отношение  $K_{pi} = P_i / P_r$ . Значения тормозных сил  $P_i$  для двухосного автомобиля можно вычислить по формулам;

$$P_1 = \beta \cdot M_a \cdot j_H; \quad P_2 = (1 - \beta) \cdot M_a \cdot j_H, \quad (5.67)$$

где  $\beta$  – коэффициент распределения тормозных сил;  $j_H$  – нормативное замедление автомобиля на дороге.

Для трехосного автомобиля  $P_2 = P_3 = (1 - \beta) \cdot M_a \cdot j_H$ .

Коэффициент распределения тормозных сил равен  $\beta = \frac{P_1}{P_r}$ .

Учитывая приведенные выше равенства, найдем выражение для определения величины приведенного момента инерции стенда, необходимого для получения тормозного пути, близкого к тормозному пути на дороге

$$J_{ci} = K_{pi} J_a. \quad (5.68)$$

Поскольку стенд с изменяющейся инерционной нагрузкой изготовить весьма сложно, ее следует подбирать по большему значению для наиболее тяжелого автомобиля, предназначенного для диагностирования тормозов на стенде. Однако для уменьшения проскальзывания колес по поверхности беговых барабанов рекомендуется принимать возможно меньшие значения момента инерции маховика стенда. Установлено [5], что между замедлением автомобиля на дороге  $J_d$  и на стенде  $J_{ci}$ , существует зависимость, близкая к линейной:

$$J_d = K_{pi} J_{ci}. \quad (5.69)$$

Коэффициенты  $K_{pi}$  можно получить и экспериментально на инерционном стенде с беговыми барабанами.

Мощность электродвигателя  $N_\varepsilon$  тормозного стенда силового типа выбирается из условия обеспечения вращения беговых барабанов при максимальной затормаживающей силе. Необходимая мощность электродвигателя для одной секции стенда определяется по формуле:

$$N_\varepsilon = G_k \cdot Z_k \cdot (\varphi + f) \frac{\pi \cdot R_b \cdot n}{30 \cdot U \cdot \cos(\alpha)}, \quad (5.70)$$

где  $G_k$  – весовая нагрузка, приходящаяся на колесо автомобиля;  $Z_k$  – число колес, приводимых во вращение электродвигателем;  $\varphi$  – коэффициент сцепления колес с барабанами стенда;  $f$  – коэффициент сопротивления качению колес по барабанам;  $U$  – передаточное число редуктора;  $n$  – номинальная частота вращения электродвигателя, об/мин.



## 5.6 Оборудование для ремонта камер и шин АТС

### 5.6.1 Характеристика и классификация оборудования для ремонта камер и шин

Оборудование для ремонта камер и шин АТС предназначено для устранения проколов, порывов камер и шин методом вулканизации поврежденных мест.

Сюда относятся вулканизаторы и мульды различного назначения.

Чаще всего устранение проколов и небольших порывов камер и шин производят методом вулканизации сырой резины, нагревая ее до температуры  $143 \pm 5^\circ\text{C}$ , прижимая к поврежденному месту усилием  $0,5 \dots 0,6$  МПа в течение  $15 \dots 20$  минут.

Нагрев вулканизационных площадок осуществляется с помощью электроподогрева или пароподогрева.

Электроподогрев нагревательных площадок осуществляется электронагревательными элементами или нихромовыми спиралями, уложенными в канавки; либо при прямом контакте, либо через масляную ванну, либо через другой наполнитель.

Например, в качестве наполнителя нагревательной площадки может применяться кварцевый или крупный речной песок.

Нагревательные плиты изготавливаются из алюминиевого сплава.

Усилие прижатия создается механическим или пневматическим способами.

### 5.6.2 Проектирование оборудования для ремонта камер и шин

При проектировании вулканизаторов и мульд расчету подвергается количество тепла, необходимого для процесса вулканизации. Размеры

вулканизаторов изменяются конструктивно, и производится проверка на прочность их наиболее нагруженных деталей.

Расчет изделий, нагрев вулканизационных площадок в которых осуществляется непосредственным контактом с нагревателями, выполняется в следующей последовательности: определение количества тепла, необходимого для нагрева вулканизационной плиты; количества и мощности ТЭНов или диаметра и длины нихромовой проволоки.

Исходными данными для расчета являются масса и материал вулканизационной плиты, необходимые температура и время нагрева.

Необходимое количество теплоты для нагрева вулканизационной плиты определяется по формуле:

$$Q = C \cdot m \cdot (T_2 - T_1), \quad (5.71)$$

где  $C$  – удельная теплоемкость материала плиты;  $m$  – масса нагревательной плиты;  $T_2$  – температура вулканизации;  $T_1$  – комнатная температура.

Масса нагревательной плиты

$$m = \rho V, \quad (5.72)$$

где  $\rho$  – плотность материала плиты;  $V$  – объем материала плиты.

Мощность теплоэлектронагревателей определяется из выражения:

$$W = \frac{Q}{t}, \quad (5.73)$$

где  $Q$  – необходимое количество теплоты для нагрева вулканизационной плиты;  $t$  – время нагрева вулканизационной плиты.

Количество теплонагревателей (ТЭНов)

$$i = \frac{W}{W_{cm}}, \quad (5.74)$$

где  $W$  – необходимая суммарная мощность теплонагревателей;  $W_{cm}$  – мощность стандартного теплонагревателя.

Диаметр и длина нихромовой проволоки определяются расчетом.

Количество теплоты, необходимое для нагрева вулканизатора

$$Q = Wt, \quad (5.75)$$

где  $W$  – мощность нагревателя;  $t$  – время нагрева вулканизационной плиты.

Мощность нагревателя

$$W = U \cdot J \cdot \sin(\varphi), \quad (5.76)$$

где  $U$  – напряжение тока;  $J$  – величина силы тока;  $\varphi$  – угол сдвига активной и реактивной электроэнергии.

Величина силы тока

$$J = \frac{W}{U}. \quad (5.77)$$

Сопротивление нихромовой проволоки, применяемой для нагрева:

$$R = \frac{U}{J}, \quad (5.78)$$

или

$$R = \frac{l}{S} q, \quad (5.79)$$

где  $l$  – длина проводника;  $S$  – площадь поперечного сечения проводника;  $q$  – удельное сопротивление проводника.

Приняв по ГОСТ диаметр проволоки, определяют ее длину.

Расчет электромасляных вулканизаторов выполняется в следующей последовательности: определение параметров плиты и объема масла, расчет количества теплоты для нагрева масла и плиты; определение общего количества теплотерь, связанных с передачей тепла от масла к плите и на теплоизлучение корпусом плиты; определение общего количества теплоты, необходимого для вулканизации; расчет мощности и количества ТЭНов.

Исходные данные для расчета те же, что были приведены ранее, а так же марка и температура нагрева масла, наличие варочных мешков и т.д.

Объем масла определяется в зависимости от технологической потребности размеров нагревательной плиты.

Количество теплоты для нагрева масла и плиты до необходимой температуры:

$$Q_1 = Q_{пл} + Q_m, \quad (5.80)$$

где  $Q_{пл}$  – количество теплоты для нагрева корпуса;  $Q_m$  – количество теплоты, необходимое для нагрева масла.

Они определяются из выражений

$$Q_{пл} = c_{пл} \cdot m_{пл} \cdot (T_2 - T_1), \quad (5.81)$$

$$Q_m = c_m \cdot m_m \cdot (T_2 - T_1), \quad (5.82)$$

где  $c_{пл}$ ,  $c_m$  – удельная теплоемкость материала плиты и масла;  $m_{пл}$ ,  $m_m$  – масса плиты и масла;  $T_1$ ,  $T_2$  – конечная и начальная температура плиты и масла.

Тепловые потери, связанные с теплопередачей от масла к столу вулканизатора, определяются по формуле:

$$Q_{пер} = \lambda \cdot \frac{T_{2м} - T_{2ст}}{H} \cdot f \cdot t_{ст}, \quad (5.83)$$

где  $\lambda$  – коэффициент теплопроводности;  $T_{2м}$ ,  $T_{2ст}$  – температура масла и стола вулканизатора в конце нагрева;  $H$  – толщина нагревательной поверхности плиты вулканизатора;  $f$  – площадь нагреваемой поверхности плиты вулканизатора, включает верхнюю, нижнюю и боковые поверхности стола;  $t_{ст}$  – время процесса вулканизации, включает время прогрева и время вулканизации.

Разность температур между нагретыми маслом и столом вулканизации составляет 3... 7 °С.

Если толщина стола нагревательной поверхности плиты вулканизатора имеет разные значения для верхней, нижней и боковой поверхностей, тогда потери теплоты определяются отдельно для каждой поверхности.

Тепловые потери, связанные с теплоизлучением поверхности плиты вулканизатора определяются из выражения:

$$Q_{изол} = 1,1 \cdot E \cdot f \cdot t_{вул}, \quad (5.84)$$

где  $E$  – удельная плотность потока теплового излучения;  $f$  – общая поверхность нагревательной плиты вулканизатора;  $t_{вул}$  – время процесса вулканизации.

Удельная плотность потока

$$E = \varepsilon \cdot \alpha \cdot T_2^4, \quad (5.85)$$

где  $\varepsilon$  – коэффициент теплового излучения;  $T_2$  – температура поверхности стола вулканизатора;  $\alpha$  – коэффициент пропорциональности зависит от температуры излучателя и длины тепловой волны. Для инженерных расчетов принимается постоянной величиной ( $\alpha = 5,67 \times 10^{-12}$ );

Потери тепла, связанные с передачей тепла и теплоизлучением, равны

$$\Delta Q = Q_{пер} + Q_{изл}. \quad (5.86)$$

Общее количество теплоты, необходимой для вулканизации

$$Q = Q_{пл} + Q_m + \Delta Q. \quad (5.87)$$

Определение мощности ТЭНов и их количества производится аналогично вышеприведенным расчетам.

Так как в процессе вулканизации ТЭНы, для поддержания постоянной температуры, автоматически выключаются и включаются, то окончательное определение мощности и количества производят экспериментальным путем.

Для вулканизаторов, где теплоносителем является кварцевый песок, дополнительные включения нагревателей не производят, т.к. такие вулканизаторы поддерживают необходимую температуру в течение всего процесса.

Для уменьшения тепловых потерь на теплоизлучение и для предотвращения ожогов обслуживающего персонала выполняют теплоизоляцию.

## 5.7 Оборудование для механизации крепежных работ

### 5.7.1 Характеристика и классификация оборудования для механизации крепежных работ

Оборудование для механизации крепежных работ предназначено для обеспечения нормального состояния (затяжки) резьбовых соединений.

Оно применяется при проведении разборочно-сборочных работ с большим крутящим моментом 600... 800нМ и более.

По принципу применения различают гайковерты для гаек стремянок рессор и гайковерты для гаек колес грузовых автомобилей и автобусов.

По виду привода гайковерты подразделяются на электромеханические и пневматические.

По использованию – на ручные и передвижные на тележках или подвижные, перемещаемые по консолям и монорельсам.

*Гайковерты для гаек стремянок рессор.* Крутящий момент 850... 200 НМ. Силовой механизм состоит из реверсивного электродвигателя, редуктора, приводного вала и головки, внутри которой находятся две конические шестерни. Величина крутящего момента регулируется

шариковой муфтой. Рабочий орган (торцовая головка) имеет верхнее или нижнее положение.

**Гайковерты для гаек колес грузовых автомобилей и автобусов.** Тип гайковерта – передвижной, реверсивный, инерционно-ударный с электроприводом. Величина крутящего момента первого удара равна 400... 600 НМ. Для создания максимального крутящего момента требуется 5... 6 включений, величина максимального крутящего момента которых достигает 1300... 1500 НМ. Силовой механизм состоит из реверсивного электродвигателя, клиноременной передачи, маховика, соединенного с валом исполнительного механизма, через муфту включения.

В обоих типах гайковертов головки сменные, оси валов исполнительного механизма имеют вертикальное перемещение, за исключением гайковерта для гаек стремянок рессор с нижним расположением головки.

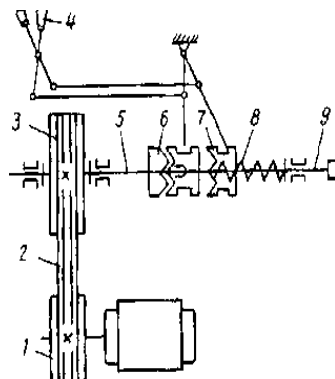
#### 5.7.2 Проектирование оборудования для механизации крепежных работ

При проектировании гайковертов расчету подвергается электромеханический привод и производится проверка наиболее нагруженных деталей на прочность.

У гайковертов для гаек колес расчет крутящего момента и проверку деталей на прочность производят с учетом инерционно-ударных сил.

Расчет гайковертов гаек колес грузовых автомобилей и автобусов производится в следующей последовательности: подбор размеров и веса маховика; расчет сил привода гайковерта; определение усилий, действующих на отдельные элементы гайковерта и проверка наиболее нагруженных деталей на прочность.

Исходными данными для расчета является крутящий момент первого удара, материал маховика, техническая характеристика электродвигателя, число оборотов вала и схема гайковерта, представленная на рис. 5.18.



1 – шкив электродвигателя; 2 – приводной ремень; 3 – маховик;  
 4 – рычаг выключения; 5 – вал маховика; 6 – двухкулачковая ступица маховика; 7 – шлицевая двухкулачковая муфта; 8 – пружина;  
 9 – ведомый вал; 10 – торцовый ключ.

Рис. 5.18 – Принципиальная схема гайковерта для гаек колес модели И330

Подбор размеров веса маховика производится в следующей последовательности.

Крутящий момент, действующий на торцовую головку исполнительного механизма, создается крутящим моментом электродвигателя и крутящим моментом инерции массы маховика.

Суммарный крутящий момент определяется из выражения:

$$M_{np} = M_{мах} + M_{эл} , \quad (5.88)$$

где  $M_{мах}$  – момент маховика;  $M_{эл}$  – крутящий момент от электродвигателя.

Крутящий момент маховика

$$M_{мах} = M_{np} - M_{эл} . \quad (5.89)$$

Так как максимальный крутящий момент, прилагаемый к гайке колеса от торцовой головки, получается при многократных крутящих



ударах, а сила каждого удара численно равна силе первого удара, то расчет сил, действующих на детали гайковерта производится от величины усилия первого удара, т.е. принимается равным паспортному крутящему моменту аналога. Расчетная схема маховика гайковерта приведена на рис. 5.19.

Крутящий момент от электродвигателя определяется по технической характеристике с учетом передаточного отношения клиноременной передачи.

Крутящий момент маховика равен

$$M_{мах} = m_{мах} \cdot q \cdot R_{ср} , \quad (5.90)$$

где  $m_{мах}$  – масса маховика;  $q$  – ускорение силы тяжести;  $R_{ср}$  – средний радиус маховика.

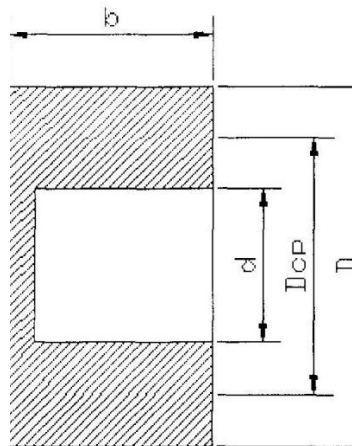


Рис. 4.19 – Расчетная схема маховика гайковерта

Наружный диаметр маховика определяют из выражения:

$$V_{мах} = \pi \cdot D \cdot \frac{n_{мах}}{60} , \quad (5.91)$$

где  $V_{мах}$  – окружная скорость маховика, для гайковертов принимается  $V_{мах} = 10 \dots 15$  м/сек;  $n_{мах}$  – скорость вращения маховика, численно равна скорости вращения вала гайковерта.

Диаметр выточки в маховике

$$d = (0,3 \div 0,35)D . \quad (5.92)$$

Средний диаметр маховика

$$D_{cp} = \frac{D + d}{2}. \quad (5.93)$$

Масса маховика

$$m_{max} = \frac{M_{max}}{q \cdot R_{cp}} = V_{max} \cdot \rho, \quad (5.94)$$

где  $R_{cp}$  – средний радиус маховика;  $V_{max}$  – объем маховика;  $\rho$  – плотность материала маховика.

Толщину маховика можно определить из выражения:

$$V_{max} = \frac{m_{max}}{\rho} = b \cdot \left( \frac{\pi \cdot D^2}{2} - \frac{\pi \cdot d^2}{2} \right), \quad (5.95)$$

$$b = \frac{4V_{max}}{\pi(D^2 - d^2)}. \quad (5.96)$$

Вес маховика

$$P_{max} = m_{max} q. \quad (5.97)$$

Момент инерции маховика

$$J_{max} = m_{max} R_{cp}^2. \quad (5.98)$$

Уточненный расчет сил привода гайковерта производится после определения размеров и веса маховика

Крутящий момент привода гайковерта

$$M_{np} = M_{эл} + M_{max}. \quad (5.99)$$

Крутящий момент привода от электродвигателя

$$M_{np} = M'_{эл} i_{nep}, \quad (5.100)$$

где  $M'_{эл}$  – крутящий момент электродвигателя;  $i_{nep}$  – передаточное отношение клиноременной передачи.

Крутящий момент электродвигателя

$$M'_{эл} = 9740 \frac{N_{эл}}{n_{эл}}, \quad (5.101)$$

где  $N_{эл}$ ,  $n_{эл}$  – мощность и число оборотов электродвигателя.

Крутящий момент привода от инерции массы маховика

$$M_{max} = \sqrt{\frac{J_0 \cdot G \cdot J_p \cdot \omega^2}{l}}, \quad (5.102)$$

где  $J_0$  – момент инерции вращающихся масс гайковерта;  $G$  – модуль упругости при сдвиге материала вала гайковерта  $J_p$  – полярный момент инерции вала гайковерта;  $\omega$  – угловая скорость вала гайковерта или торцовой головки механизма привода;  $l$  – длина ведомого вала гайковерта.

Момент инерции вращающихся масс гайковерта

$$J_0 = \frac{J_{max}}{0,8 \div 0,9}. \quad (5.103)$$

Полярный момент инерции

$$J_p = \frac{\pi \cdot d_B^2}{32}, \quad (5.104)$$

где  $d_B$  – диаметр вала гайковерта.

Данный расчет полярного момента справедлив для сплошного вала.

Полярный момент инерции для трубчатого вала

$$J_p = \frac{\pi \cdot d_B^4}{32} \left(1 - \frac{d_1^4}{d^4}\right), \quad (5.105)$$

где  $d$ ;  $d_1$  – наружный и внутренний диаметр трубы.

Угловая скорость вала гайковерта

$$\omega = \frac{\pi \cdot n_{max}}{30}. \quad (5.106)$$

Длина ведомого вала гайковерта принимается конструктивно.

Усилия, действующие на отдельные элементы гайковерта, рассчитывают от суммарного крутящего момента привода с учетом передаточного отношения клиноременной передачи.

При проверке деталей гайковерта на прочность расчету подвергается на срез: пальцы предохранительной муфты; на срез и смятие: шпонка ведущего шкива; на срез и закручивание: вал исполнительного механизма.

Расчет и проверку на работоспособность клиноременной передачи производят с учетом ударно-инерционных нагрузок маховика.

## **6 Система и организация технического обслуживания и ремонта технологического оборудования**

### **6.1 Система ТО и ремонта оборудования**

Оборудование, предназначенное для механизации технологических процессов ТО и ремонта АТс и ТТМ, является частью основных производственных фондов эксплуатационных предприятий [5, с. 296-299]. В процессе эксплуатации оборудование, так же как и АТс или ТТМ, изнашивается, деформируется, подвергается коррозии и воздействию других факторов, что в конечном итоге снижает показатели его надёжности и долговечности.

Для поддержания работоспособности технологического оборудования разработана система технического обслуживания и ремонта, которая носит планово – предупредительный характер. При ремонте гаражного оборудования в зависимости от его сложности и назначения применяются следующие виды технических воздействий, имеющих определённые для каждого вида оборудования перечни операций:

- 1) ежедневное обслуживание ЕО;
- 2) периодическое техническое обслуживание ТО;
- 3) сезонное обслуживание СО;

- 4) текущий ремонт Т;
- 5) средний ремонт для некоторых моделей оборудования С;
- 6) капитальный ремонт К.

Перечень, периодичность и трудоемкость операций ТО и ремонта устанавливаются Положением и Руководствами по ТО и Р технологического оборудования на АТП и СТО с учетом рекомендаций автозаводов. Нормативы трудоёмкости и периодичности ТО и ремонта некоторых моделей гаражного оборудования приведены в работе [5, с. 297]. Например, установка для мойки легковых автомобилей модели М-130 имеет следующую периодичность операций: ежедневную ЕО, ТО – 200 ч, СО – 2 раза в год, Т – 600 ч и К – 6000 ч. Трудоемкость этих технических воздействий составляет соответственно: ЕО – 0,3 чел.- ч; ТО – 8,0 чел.- ч; СО – не нормируется, Т – 48,0 чел.- ч; К – 352,0 чел.- ч.

Для оборудования общетехнического назначения (металлорежущие станки, подъёмно-транспортные устройства, прессы и др.) регламентируется структура ремонтного цикла, т.е. перечень и последовательность выполнения всех технических воздействий с момента ввода оборудования в эксплуатацию до его капитальных ремонтов или между ними. Трудоемкость обслуживания и ремонта этого оборудования  $t_{ТО.Р}$ , чел.- ч, определяется по следующей формуле:

$$t_{ТО.Р} = NR^M \cdot t_{ТО.Р}^M + NR^Э \cdot t_{ТО.Р}^Э, \quad (6.1)$$

где  $NR^M$  – категория (единица) ремонтной сложности механической и гидравлической систем оборудования [5, с. 298];  $NR^Э$  – то же электрической системы оборудования [5, с. 298];  $t_{ТО.Р}^M$  – удельная трудоемкость ТО или Р элемента механической и гидравлической систем оборудования [5, с. 299], чел.- ч;  $t_{ТО.Р}^Э$  – то же электрической системы оборудования [5, с. 299], чел.-ч.

Например, трудоёмкость текущего ремонта  $t_T$  токарно-винторезного станка ДИП – 300 составляет  $t_T = 13 \cdot 6,1 + 5 \cdot 1,2 = 85,3$  чел.- ч.

Для ТО и ремонта наиболее сложного технологического оборудования (моечное, подъёмно-транспортное, диагностическое и т.д.) устанавливаются номенклатура и нормы расхода запасных частей и материалов (чёрные и цветные металлы, электроды, электрокабели и провода, нефтепродукты, кислород и т.д.).

## 6.2 Организация ТО и Р технологического оборудования

Монтаж, техническое обслуживание, ремонт и списание гаражного оборудования выполняется службой главного механика (энергетика) эксплуатационного предприятия (ОГМ) [5, с. 299-300].

Главный механик подчиняется главному инженеру АТП. Служба главного механика осуществляет ежемесячное и годовое планирование и выполнение работ по ТО и Р технологического оборудования, ведет техническую и учётную документацию (паспорта, инструкции по эксплуатации), составляет отчёты о работе и акты приёма-сдачи машин, организует обучение и повышение квалификации своих работников, а также обеспечивает безопасность работы механизмов и персонала. Кроме того, данная служба проводит модернизацию и замену гаражного оборудования, составляет требования на запасные части и материалы, изготавливает детали для ремонта механизмов, ведет учет затрат на их обслуживание и ремонт.

Штатное расписание ОГМ определяется видом, сложностью и годовой трудоёмкостью выполняемых на АТП работ по ТО и ремонту этого оборудования. В зависимости от необходимой численности работающих образуются ремонтная группа и одна или две комплексные

бригады для ТО и Р машин, в которые входит примерно одинаковое количество слесарей-ремонтников и электриков 2...6 разрядов. Сложный ремонт (средний и капитальный) технологического оборудования, изготовление и восстановление деталей, а также нестандартных устройств следует централизовать. С этой целью организуют специализированные мастерские и выездные бригады для ремонта оборудования на АТП. Перспективным направлением является организация изготовителями технологического оборудования региональных центров по его обслуживанию и ремонту, а также по обучению персонала ОГМ.

## **7 Основы материаловедения для проектирования технологического оборудования для ТО и ремонта АТС и ТТМ**

### **7.1 Методы исследования механических свойств металлов**

Все сплавы на диаграмме железо-углерод в зависимости от содержания углерода можно разделить на стали – до 2,14 % С и чугуны – 2,14...6,67 % С [29, с. 18-29]. Чугуны с содержанием С > 4,3 % не находят практического применения из-за высокой хрупкости и низкой прочности.

Вредными примесями в металлах являются *фосфор, сера и кислород*. Фосфор вызывает хладноломкость стали, т.е. повышает ее хрупкость при низких температурах, а сера – красноломкость, т.е. склонность к образованию трещин при высоких температурах. Поэтому предельное содержание фосфора не должно превышать 0,08 %, а серы – 0,05 %. Кислород уменьшает вязкость стали.

Свойства металлов и сплавов определяются химическим составом и структурой и подразделяются на физические, химические, механические и технологические. *К физическим свойствам* относятся

блеск, цвет, плотность, температура плавления, тепловое расширение, тепло- и электропроводность, способность к намагничиванию. *Химические свойства* заключаются в способности металлов вступать в реакции с другими элементами и сложными соединениями, например с кислородом воздуха, углекислотой, водой. В результате могут происходить разрушения и необратимые изменения их структуры и свойств. *Механические свойства* металлов определяют их способность сопротивляться прилагаемым усилиям. К таким свойствам относятся прочность, упругость, пластичность, твёрдость, хрупкость, вязкость и износостойкость. *Прочностью* называется свойство металла, не разрушаясь, оказывать сопротивление воздействию внешних сил при его растяжении, изгибе, срезе или скручивании. *Упругость* – это свойство материала принимать первоначальную форму и размеры после прекращения действия внешних сил. *Пластичность* – свойство, обратное упругости. Под *твёрдостью* понимается свойство металла оказывать сопротивление вдавливанию в него другого предмета из более твёрдого материала. *Хрупкость* – это способность металла разрушаться или разбиваться на части от ударов без видимых предварительных деформаций. *Вязкость* – свойство материала не разрушаться и не давать трещин при ударе (противоположно хрупкости). *Износостойкостью* называется способность металла оказывать сопротивление изнашиванию в процессе трения.

Технологические свойства характеризуют способность металлов поддаваться различным видам механической обработки: ковке, штамповке, прокатке, обработке режущим инструментом. Узлы и детали технологического оборудования работают в условиях больших нагрузок, поэтому для металлов важнейшими являются их механические свойства.



Наиболее распространенными для исследования механических свойств металлов являются статические испытания на растяжение и твёрдость, а также динамические – на удар и усталость.

*Испытание на растяжение* производится на специальных разрывных машинах. При этом используются стандартные образцы определённой формы и размеров. Образец закрепляют в захвате машины и подвергают нагрузке, увеличивая растягивающую силу. Целью испытания является определение величины растягивающего усилия, превышающего сопротивление металла, при котором происходит разрыв образца. Исследование металлов *на твёрдость* выполняется двумя методами: по Бринеллю и Роквеллу.

*Испытание по методу Бринелля* производится на твердомере типа ТШ путем вдавливания с определённой силой в поверхность образца металла стального закаленного шарика диаметром 10,5 или 2,5 мм. Затем измеряется диаметр полученного отпечатка (лунки) и вычисляется число твёрдости по Бринеллю  $HB$ , Па:

$$HB = \frac{P}{F} = \frac{2 \cdot P}{\pi \cdot D \cdot (D - \sqrt{D^2 - d^2})}, \quad (7.1)$$

где  $P$  – нагрузка на шарик, Н;  $F$  – площадь поверхности отпечатка, м<sup>2</sup>;  $D$  – диаметр шарика, м;  $d$  – диаметр отпечатка, м.

Данный метод применяется для определения твёрдости деталей из незакаленных металлов и цветных сплавов.

*Испытание на твёрдость по Роквеллу* производится на приборе типа ТК путём вдавливания алмазного конуса с углом 120° (шкала А и С) или стального закаленного шарика диаметром 1,59 мм (шкала В) в поверхность закаленной или незакаленной готовой детали. Определение твердости по этому методу заключается в измерении величины перемещения наконечника прибора в единицах HRA, HRB и HRC.

Используя специальные таблицы, полученные значения можно перевести в единицы твёрдости НВ по Бринеллю.

*Испытание на удар* проводится с целью оценки сопротивляемости металла ударной нагрузке. Для этого используют специальную машину – маятниковый копр. Исследуемый образец устанавливают на опоры копра и подвергают ударному воздействию массивным маятником, падающим с определённой высоты.

*Испытания на усталость* позволяют выявить срок службы ответственных деталей (коленчатые валы, шатуны, полуоси и т.д.), которые подвергаются воздействию повторных и знакопеременных нагрузок. На испытательных машинах детали в зависимости от их назначения подвергаются нагрузке на изгиб, сжатие-растяжение и кручение. Единицей измерения является предел выносливости, т.е. величина допускаемого напряжения, которое выдерживает металл без разрушения при заданном количестве циклов нагружения. Результатом исследования является кривая усталости, представляющая зависимость напряжения от числа циклов нагружения, причем минимальная величина напряжения, выдерживаемая металлом в конце испытания, и будет характеризовать предел выносливости.

## 7.2 Способы улучшения качества стали

*Термическая и химико-термическая обработка* позволяет улучшить свойства стали путем изменения ее структуры и химического состава [29, с. 29-38].

*Термообработка* заключается в последовательном проведении нагрева металла до необходимой температуры, выдержке в течение некоторого времени и охлаждении с заданной скоростью. Основными видами термообработки являются *отжиг, нормализация, закалка и отпуск*. *Отжиг* производится для выравнивания химического состава стали, измельчения формы зерна, снятия остаточных внутренних

напряжений, повышения пластичности и улучшения обрабатываемости металла. При отжиге детали нагревают до температуры на 30... 50<sup>0</sup>С выше критической точки  $AC_3$  на диаграмме состояния, выдерживают некоторое время, затем охлаждают вместе с печью до 500... 200<sup>0</sup>С и заканчивают охлаждение на воздухе.

*Нормализация* выполняется с той же целью, что и полный отжиг. В этом случае после нагрева и выдержки металл охлаждается на воздухе, поэтому нормализация более производительна, чем отжиг. Она применяется для углеродистых и малолегированных сталей с целью уменьшения величины зерна и внутренних напряжений, улучшения структуры перед закалкой и обрабатываемости резанием.

*Закалка* служит для повышения прочности, твёрдости, упругости и износостойкости деталей, но в результате обработки также снижается их пластичность. Закаливаемостью стали называется ее способность приобретать максимально высокую твёрдость, которая возрастает с увеличением содержания углерода. Стали с содержанием  $C < 0,3$  % не закаливаются. Процесс закалки заключается в нагреве металла до температуры на 30... 50<sup>0</sup>С выше критической точки  $AC_3$  для доэвтектоидных сталей и на 20... 30<sup>0</sup>С выше точки  $AC_1$  для заэвтектоидных сталей, выдержке при этой температуре и быстром охлаждении в воде, минеральном масле, в водных растворах солей, щелочей и т.д.

*Поверхностная закалка* состоит в том, что деталь помещают в индукционную катушку (индуктор), через который проходит ток высокой частоты (ТВЧ) от машинного или лампового генератора. При этом вокруг индуктора возникает переменное магнитное поле, возбуждающее по закону электромагнитной индукции вихревые токи в детали, которые за несколько секунд нагревают ее поверхностный слой до температуры закалки. Затем деталь быстро охлаждают.

*Отпуск* представляет собой заключительную операцию термообработки после заковки. Он применяется для снижения внутренних напряжений, уменьшения хрупкости закаленной стали, повышения ее вязкости и пластичности, а также для некоторого снижения твердости. При отпуске закаленные детали нагревают ниже температуры критической точки  $A_{C1}$ , выдерживают и затем охлаждают на воздухе. Низкому отпуску с нагревом до  $150... 250^{\circ}\text{C}$  подвергают инструментальные стали; среднему отпуску ( $350... 500^{\circ}\text{C}$ ) – пружины и рессоры; высокому ( $500... 650^{\circ}\text{C}$ ) – шатуны в сборе с болтами, крестовины карданных валов и т.д.

*Химико-термическая обработка* основана на высокотемпературной диффузии, т.е. проникновении с поверхности детали внутрь ее атомов различных элементов с целью повышения износо-, жаро- и антикоррозионной стойкости при сохранении достаточно вязкой сердцевины.

Различают следующие основные виды химико-термической обработки деталей: цементация, азотирование, цианирование, диффузионная металлизация, алитирование и хромирование.

*Цементация* (газовая и твердая) представляет собой процесс поверхностного насыщения стали углеродом на глубину  $0,5... 2,5$  мм, благодаря чему материал приобретает высокую поверхностную твердость и износостойкость, которые, однако, заметно снижаются при нагреве детали уже до  $200... 250^{\circ}\text{C}$ . Газовая цементация осуществляется в течение  $10...12$  ч при температуре  $930... 950^{\circ}\text{C}$  в герметичных нагревательных печах, куда непрерывно подается метан или эндогаз. Твердая цементация происходит в нагревательных печах и герметичных стальных ящиках, заполненных смесью древесного активированного угля, ускорителей процесса и деталями, при температуре  $910... 930^{\circ}\text{C}$ .

После цементации детали (шестерни коробок передач и ведущих мостов) подвергают закалке и низкому отпуску.

*Азотированием* называется процесс диффузионного насыщения азотом в атмосфере аммиака поверхностного слоя толщиной 0,2... 0,6 мм среднеуглеродистых сталей, содержащих легирующие элементы, который протекает в герметичной печи при температуре 500... 700<sup>0</sup>С. В отличие от цементированного слоя твёрдость азотированной поверхности детали не снижается при нагреве до 600<sup>0</sup>С. Ввиду недостаточной твёрдости сталей после этого вида химико-термической обработки, они подвергаются азотированию только с целью повышения антикоррозионной стойкости.

*Цианирование* представляет собой процесс одновременного насыщения стали на глубину 0,3...2,0 мм углеродом и азотом, который протекает в жидких расплавленных солях, содержащих цианистый натрий NaCN, при температуре 820... 960<sup>0</sup>С в течение 0,5... 6,0 ч. После обработки данным методом детали обладают большей твёрдостью, износостойкостью и сопротивлением коррозии чем после цементации. Недостатком метода является повышенная токсичность цианистых солей, что обуславливает выполнение особых требований ТБ.

*Диффузионная металлизация* – это процесс диффузионного насыщения поверхности стали различными металлами при высокой температуре в твёрдой, жидкой или газообразной среде.

*Аллитирование* (насыщение алюминием) заключается в образовании на поверхности детали плотной плёнки окиси алюминия  $Al_2O_3$  для сопротивления окислению в обычных условиях и при нагреве до 850... 900<sup>0</sup>С.

*Хромирование* повышает твёрдость и износостойкость высокоуглеродистых сталей, а также увеличивает их антикоррозионную стойкость при нагреве до 800<sup>0</sup>С.

### 7.3 Способы защиты деталей технологического оборудования от коррозии

*Коррозией* называется процесс разрушения металлов и сплавов вследствие их химического или электрохимического взаимодействия с внешней (коррозионной) средой. При этом участки металла, подвергшиеся коррозии, полностью теряют свои механические свойства [29, с. 38-41]. В масштабах страны из-за коррозии ежегодно теряется 1,0...1,5 % всего используемого металла. Принято считать, что в индустриально развитых странах убытки от коррозии составляют 2...4 % национального дохода. В 2017 г. прямые потери, связанные с воспроизводством и заменой оборудования вследствие коррозии, составили около 12...14 млрд руб. С учётом более высоких косвенных убытков от простоев и снижения производительности механизмов, подвергшихся коррозии; от нарушения нормального хода технологических процессов; от аварий, обусловленных снижением прочности металлических конструкций, и т.п. общие потери от коррозии составили свыше 40 млрд руб. в год.

Большой ущерб коррозия наносит автомобильным конструкциям, являясь, например, основной причиной преждевременного выхода из строя элементов шасси и кузовов легковых автомобилей и автобусов. Поэтому проблема сокращения потерь металла имеет общегосударственное значение. Наличие коррозии объясняется тем, что при её протекании восстанавливаются химические соединения, в которых металл находится в естественных природных условиях, например, в виде  $Fe_2 O_3$ ,  $Fe_3 O_4$ ,  $Al_2 O_3$ ,  $Cu_2 S$  и т.д.

Различают два вида коррозии: химическую и электрохимическую.

*Химическая коррозия* возникает в результате воздействия на металл сухих газов при повышенной температуре (газовая коррозия) и агрессивных жидкостей неэлектролитов (ГСМ, расплавы солей). При

этом происходит прямое гетерогенное взаимодействие металла с окислителем из окружающей среды, например окисление клапанов, топливных баков, топливопроводов и т.д. В процессе газовой коррозии на поверхности металла образуется плёнка окисла. У алюминия, хрома, никеля, олова и свинца эта плёнка прочная и предохраняет металл; плёнка окисла железа непрочна и является причиной проникновения коррозии вглубь. В неэлектролитах разрушение металла происходит вследствие наличия в них агрессивных соединений.

*Электрохимическая коррозия* – это результат воздействия на металлы различных электролитов: водных растворов кислот, щелочей и солей, проводящих электрический ток. Электролитной является также атмосферная коррозия, при которой влага из воздуха, содержащего CO, CO<sub>2</sub> и другие примеси, конденсируется на поверхности металла. Пыль и другие загрязнения усиливают адсорбцию влаги и газов, и на поверхности металла образуется влажная плёнка, которая является электролитом. Поскольку металлы и сплавы практически всегда неоднородны по физическому и химическому составу, то при наличии на их поверхности электролита образуется множество микроскопических гальванических пар, которые разрушают эти материалы. В процессе электрохимической коррозии феррит в стали растворяется, образуя с веществом электролита ржавчину. Следствием химического взаимодействия среды с металлом является *сплошная и местная* коррозия, а электрохимической реакции – *межкристаллитные* (по границам зёрен) разрушения, которые наиболее опасны, т.к. сопровождаются заметным снижением прочности материалов и не обнаруживаются при внешнем осмотре.

Способы защиты деталей от коррозии могут быть разделены на следующие группы: покрытие неметаллическими веществами, металлом и пленками окислов (химическое покрытие); диффузионное насыщение

поверхностного слоя; создание коррозионностойких сплавов; применение ингибиторов коррозии; использование органосиликатов.

*Покрытие неметаллическими веществами* заключается в нанесении на поверхность металла красок, лаков, защитных смазок и т.д.

*Металлическое покрытие* – это нанесение металла на поверхность детали горячим или гальваническим способом. При горячем методе детали погружают в ванну с расплавленным металлом (оцинковка кузовных и крепёжных деталей; лужение оловом трубок радиатора; свинцевание наконечников электропроводов).

Гальванический способ заключается в осаждении на деталь тонкого слоя металла из его соли под действием электрического тока (хромирование бамперов, ободков фар и др.).

*Покрытие плёнками окислов* – оксидирование (воронение) применяется для защиты чёрных металлов путём создания на их поверхности окисной плёнки при погружении деталей в кипящий водный раствор, содержащий едкий натр, селитру и перекись марганца. Полученная плёнка достаточно стойка на сухом воздухе, менее прочна во влажной атмосфере и особенно в воде.

*Диффузионный способ* состоит в насыщении поверхностей деталей различными элементами, вступающими в химические соединения (например, цементация, цианирование, алитирование).

*Создание коррозионно-стойких сплавов* осуществляется добавлением в сталь легирующих элементов (хром, никель, алюминий, кремний, вольфрам и т.д.) для повышения антикоррозионной стойкости и улучшения других свойств металла (клапаны, шестерни, валы, полуоси, шаровые пальцы и т.п.).

*Ингибиторы коррозии* – это вещества, которые в небольших количествах, например 10...50 г на 1 м<sup>3</sup> бензина, добавляются в любую



агрессивную среду (ГСМ, охлаждающие жидкости и др.) для замедления процесса коррозии и защиты практически любых металлов.

*Органосиликаты* в исходном состоянии представляют собой суспензии, которые наносятся на наружные поверхности деталей кистью, валиком или пульверизатором. При нагревании они превращаются в керамику и приобретают повышенные антикоррозионные, термо- и жаростойкие свойства (детали системы выхлопа газов двигателя). Для получения органосиликатов используется кремний, органические полимеры (лаки), пигменты, окислы, слюда, тальк и асбест.

#### 7.4 Основные марки сталей и чугунов, применяемых при производстве и ремонте АТС и ТТМ

В настоящее время в индустриально развитых странах на изготовление АТС и ТТМ расходуется около 1/3 всей произведённой стали [29, с. 48-54].

Стали классифицируются по способу производства, степени раскисления, качеству, назначению и химическому составу.

*По способу производства* стали подразделяют на бессемеровскую, кислородно-конверторную, мартеновскую и электросталь; *по способу раскисления* – на кипящую (КП), полуспокойную (ПС) и спокойную (не обозначается). *По признаку качества* они могут быть обыкновенного качества, качественными и высококачественными, что определяется предельным содержанием в них вредных примесей (сера, фосфор и неметаллические включения).

В зависимости от *химического состава* стали бывают углеродистыми и легированными. К *углеродистым* относят те стали, в которых основным элементом, влияющим на их свойства, является

углерод. В легированных – содержатся добавки цветных металлов и неметаллических веществ (бор, кремний), которые изменяют свойства сталей в нужном направлении. По назначению они подразделяются на конструкционные, инструментальные и специальные. При производстве и ремонте АТС и ТТМ применяют стали всех трёх групп, причём их сортамент включает более 250 марок.

Углеродистые конструкционные стали обыкновенного качества применяются для деталей, изготовленных с помощью сварки и работающих при небольших нагрузках. По гарантированным характеристикам качества они подразделяются на группы и поставляются: А – по механическим свойствам; Б – химическому составу; В – по механическим свойствам и химическому составу. Стали всех трёх групп маркируют буквами и цифрами (номер стали). Имеется семь номеров сталей групп А и Б (от 0 до 6) и пять (от 1 до 5) – группы В. Чем выше номер, тем больше в стали углерода. Например, маркировка ВСтЗГпсЗ означает: это сталь группы В (А – не обозначается); условный номер стали – 3; повышенное содержание марганца – Г; полуспокойная – пс; по нормируемым показателям – третья категория. Стали обыкновенного качества СТ0...СТ4 применяются для изготовления малонагруженных деталей кузова АТС и крепежа; СТ5, СТ6 – средненагруженных осей, клиньев, планок и крепежа.

Углеродистые конструкционные качественные стали подразделяются на малоуглеродистые марок 05, 08, 10, 15, 20, 25; среднеуглеродистые –30, 35, 40, 45, 50, 55 и высокоуглеродистые –60, 60Г, 70, 70Г, 75, 80, 85. Цифры в обозначении указывают среднее содержание углерода в сотых долях процента. Из сталей марок 08, 10 штампуют кузовные детали, 15... 25 – поперечины, распорки, усилители, рычаги, кронштейны, вал рулевого механизма, тяги, шкивы,

крепёж; 30...55 – валы, зубчатые колёса, полуоси; 60... 85 – крестовины карданов, диски сцепления; 60Г и 70Г – пружины, рессорные листы и торсионы. Из литейных углеродистых сталей 15Л, 20Л, 25Л получают отливки корпусных деталей, ступиц колёс, дисков, зубчатых колёс, маховиков и т.д. Положительные свойства *легированным сталям* придают добавки элементов: хрома – Х; марганца – Г; никеля – Н; кремния – С; молибдена – М; вольфрама – В и др. Легированные стали дороже углеродистых, но значительно превосходят их по своим свойствам. Маркировка этих сталей состоит из цифр и последующих букв с цифрами: первые две цифры обозначают наличие углерода в сотых долях процента; цифры после буквы – процентное содержание и условное обозначение легирующего элемента. Отсутствие цифры после буквы свидетельствует, что этого элемента в стали менее 1 %. Например, маркировка 18ХН2М означает, что в стали содержится 0,18 % углерода, менее 1 % хрома (Х), 2 % никеля (Н2) и до 1 % молибдена (М). В конце обозначения качественных сталей ставится буква А, а особо высококачественных – Ш. Легированные стали применяют в основном для изготовления наиболее ответственных деталей: поршневых пальцев, толкателей, клапанов, шатунов, полуосей и др. Низколегированные стали используют для производства грузовых платформ, рам, балок мостов и т.д.

Для выпуска крепёжных изделий (болты, гайки, шпильки) на автоматных станках применяются стали А20, А40, в которых буква А обозначает, что сталь автоматная, а цифры – процентное содержание углерода в сотых долях процента.

К специальным относятся: высоколегированные антикоррозионно-стойкие стали I подгруппы – 20Х13, 17Х18Н9 и т.д.; жаростойкие до 500<sup>0</sup>С II подгруппы – 40Х9С2 и т.п.; жаропрочные до 1000<sup>0</sup>С III подгруппы – 36Х18Н25С2 и др. Из сталей этих подгрупп

изготавливают детали системы питания двигателей, запорную иглу карбюратора, элементы форсунок, пружины. Стали для выпуска инструмента и технологической оснастки отличаются повышенной твёрдостью и теплостойкостью. Они содержат углерод в десятых долях процента и легирующие добавки. Например, 4ХС обозначает 0,4 % углерода и по 1 % хрома и кремния.

В углеродистых инструментальных качественных сталях У8А, У10, У12А для изготовления режущего инструмента имеется соответственно 0,8; 1,0 и 1,2 % углерода. Для производства режущего инструмента быстроходных станков используется особая группа инструментальных сталей, в обозначении которых имеется буква Р (режущая) и число – процент содержания вольфрама. Например, в быстрорежущей стали Р18 содержится 18 % вольфрама, 4,2 % хрома, 1,2 % ванадия и 0,75 % углерода.

По содержанию углерода в сплаве чугуны классифицируются на следующие виды: серый СЧ; белый (не обозначается) и ковкий КЧ. В сером чугуне весь несвязанный углерод находится в свободном состоянии в виде пластинчатого или шаровидного графита, в ковком – в виде хлопьев. Белый чугун вследствие того, что в нем весь углерод связан в химическое соединение – цементит, обладает повышенной твёрдостью. В маркировке СЧ25 буквы СЧ обозначают, что это серый чугун с пределом прочности на растяжение 2,5 МПа (цифра 25). Ковкий чугун обозначают так же, как и серый, но вторая группа цифр здесь показывает относительное удлинение в процентах. Например, КЧ35-10 расшифровывается как ковкий чугун с пределом прочности на растяжение 3,5 МПа и относительным удлинением 10 %. Из серого чугуна изготавливают блоки цилиндров двигателей ГАЗ, ЗИЛ, ЯМЗ, головки цилиндров, гильзы блоков цилиндров, картеры сцеплений и коробок передач, маховики и т.д. Ковкий чугун идёт на производство

картеров редукторов и коробок передач, кронштейнов рессор и т.п. Белый чугун применяется для выпуска деталей повышенной усталостной прочности: коленчатых и распределительных валов, сёдел клапанов, шестерён масляного насоса и других изделий.

#### 7.5 Общие сведения о цветных металлах и сплавах, используемых в конструкциях АТС, ТТМ и технологического оборудования

В автомобилестроении и машиностроении наиболее часто применяются сплавы, основными компонентами которых являются следующие цветные металлы: алюминий, медь, цинк, олово и свинец [29, с. 54-56].

Алюминий используется для защиты сплавов от коррозии путём нанесения на их поверхность тонкой плёнки (плакирование). Из меди делают электрические провода. Около половины добываемых цинка и олова расходуется соответственно на покрытие чёрных металлов (цинкование) и поверхности консервной жести (лужение). Из свинца изготавливают пластины, перемычки и клеммы аккумуляторных батарей. Концентрация цветных металлов в рудах не превышает 1...4 %, алюминия в бокситах – 40...60 %. После переработки чистота цветных металлов достигает свыше 99 %. Поэтому процесс их получения более трудоёмкий, энергоёмкий и дорогой, чем производство чёрных металлов.

*Алюминиевые сплавы* обладают высокой прочностью, антикоррозионной стойкостью и хорошей технологичностью при малой плотности. В их состав входят медь, магний, кремний, цинк, марганец и другие элементы. Алюминиевые литейные сплавы на основе *Al-Si* (силумины) маркируются буквами АЛ и стоящими за ними цифрами,

которые указывают условный номер сплава. Из них изготавливают поршни двигателей, головки и блоки цилиндров, картеры коробок передач, тормозные барабаны, крышки распределительных шестерён и другие детали. Деформируемые алюминиевые сплавы (дюралюмин) используют для изготовления методом давления, прокатки, прессования и сварки силовых деталей кузова (стойки, поперечины), тормозных цилиндров, дверных порогов, обшивки, решёток и т.д. Дюралюмин Д16 содержит 4,4 % меди, 1,5 % магния, 0,6 % марганца и менее 0,5 % кремния и железа. Этот сплав можно упрочнять термообработкой – закалкой и старением (получение равновесной структуры).

*Медные сплавы* получили наибольшее распространение в виде латуни и бронзы. *Латунями* называют сплавы меди с цинком. Для повышения механических свойств в их состав могут также входить олово, свинец, кремний, марганец, никель, алюминий и железо. Маркировка латуни содержит буквы и цифры. Например, в ЛС60-3 буква Л означает латунь, в которой имеется 3 % свинца (СЗ), 60 % меди, а остальное – цинк. Латуни обладают высокой прочностью и пластичностью. Их можно обрабатывать давлением (прокатка, штамповка, волочение и горячее прессование). Из Л63 изготавливают бачки и трубки радиаторов, из Л72 – детали электрооборудования, из других латуней – различные втулки, пробки, штекеры, наконечники и т.п.

*Бронзы* – это сплавы меди с оловом, алюминием, кремнием, свинцом, бериллием и другими элементами. Они обладают высокой прочностью, износостойкостью, антикоррозионными свойствами и хорошей упругостью. Бронзы могут быть оловянными и безоловянными. Сплавы на основе олова обладают антифрикционными свойствами, хорошо свариваются и паяются. Безоловянные бронзы содержат в качестве присадок алюминий, бериллий, никель, кремний и

марганец. Они отличаются высокой прочностью и упругостью и хорошей антикоррозионной устойчивостью. Маркируют бронзу по аналогии с латунью. Например, оловянная бронза Бр0ЦС5-5-5 содержит по 5 % олова, цинка и свинца и 85 % меди. Бронза применяется для изготовления деталей топливоподающей аппаратуры, втулок шатунов двигателей, упорных шайб, шестерён полуосей и т.д. Сплавы на основе олова, свинца, меди и алюминия, с низким коэффициентом трения, называются антифрикционными и используются для производства вкладышей подшипников скольжения методом штамповки из предварительно прокатанной ленты или полосы.

Более подробно сведения о химическом составе и свойствах автомобильных материалов приведены в справочниках [30, 31] и других источниках.

### **Заключение**

В условиях перехода экономики Российской Федерации на рыночные отношения опережающими темпами должны развиваться отрасли, определяющие научно-технический прогресс страны.

К таким отраслям, прежде всего, относится машиностроительный комплекс, производящий современную автомобильную и технологическую технику. Ежегодно автотранспортными средствами (АТС) перевозится более 80 % грузов и до 70 % пассажиров. Транспортно-технологические машины (ТТМ) выполняют около 80 % механизированных строительных работ. Важнейшей подсистемой эксплуатации АТС и ТТМ является их техническая эксплуатация (ТЭАТС и ТЭТТМ), эффективность которой в значительной мере

зависит от уровня механизации и автоматизации технологических процессов технического обслуживания (ТО) и текущего ремонта (ТР) подвижного состава (ПС) на автотранспортных предприятиях (АТП) и ТТМ на эксплуатационных предприятиях. Рост численности парков АТС и ТТМ сопровождается старением техники, что вызывает дополнительные затраты на поддержание её в исправном состоянии. Недостаточное оснащение производственно-технической базы эксплуатирующих организаций средствами механизации и автоматизации оказывает отрицательное воздействие на техническое состояние АТС и ТТМ.

Комплексная механизация и автоматизация технологических процессов ТО и ТР АТС и ТТМ на АТП и в эксплуатационных предприятиях, а также повышение квалификации работников позволят увеличить производительность труда ремонтного и обслуживающего персонала и сократить его численность, уменьшить простои АТС и ТТМ при обслуживании и ремонте, а также снизить отрицательное воздействие АТС и ТТМ на окружающую среду.

### **Список рекомендуемой литературы**

1. Кузнецов, Е.С. Управление технической эксплуатацией автомобилей / Е.С. Кузнецов. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Транспорт, 1990. – 272 с.

2. Клейнер, Б.С. Техническое обслуживание и ремонт автомобилей. Организация и управление / Б.С. Клейнер, В.В. Тарасов. – М.: Транспорт, 1986. – 237 с.

3. Бухарин, Н.А. Автомобили: Конструкция, нагрузочные режимы, рабочие процессы, прочность агрегатов автомобиля / Н.А. Бухарин, В.С. Прозоров, М.М. Щукин. – Л.: Машиностроение, 1973. – 504 с.



4. Селиванов, С.С. Механизация процессов ТО и Р автомобилей / С.С. Селиванов, В.В. Иванов. – М.: Транспорт, 1984. – 198 с.
5. Техническая эксплуатация автомобилей: Учебник для вузов / Е.С. Кузнецов, В.П. Воронов, А.П. Болдин и др.; Под ред. Е.С. Кузнецова. – 3-е изд., перераб. и доп. – М.: Транспорт, 1991. – 413 с.
6. Орлов, П.И. Основы конструирования: Справочно-методическое пособие. В 2 кн. Кн.1 / Под ред. П.Н. Учаева.– 3-е изд., испр. – М.: Машиностроение, 1988. – 560 с.
7. Тарабасов, Н.Д. Проектирование деталей и узлов машиностроительных конструкций: Справочник / Н.Д. Тарабасов, П.Н. Учаев. – М.: Машиностроение, 1983. – 239 с.
8. Афанасиков, Ю.И. Проектирование моечно-очистного оборудования авторемонтных предприятий / Ю.И. Афанасиков. – М.: Транспорт, 1987. – 174 с.
9. Суриков, А.Я. Основы расчёта нестандартного оборудования для ремонта дорожных машин / А.Я. Суриков, Д.А. Гусев, В.Г. Баженов / Под ред. Г.И. Зеленкова. – М.: Высш. шк., 1967. – 112 с.
10. Колясинский, З.С. Механизация и автоматизация авторемонтного производства / З.С. Колясинский, Г.Н. Сархошьян, А.М. Лисковец. – М.: Транспорт, 1982. – 160 с.
11. Техническая эксплуатация автомобилей: Учебник для вузов / Под ред. Г.В. Крамаренко. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Транспорт, 1983. – 488 с.
12. Допуски и посадки: Справочник. В 2 ч. / В.Д. Мягков, М.А. Палей, А.Б. Романов и др. – 6-е изд., перераб. и доп. – Л.: Машиностроение, 1982. – Ч.1. – 543 с.
13. Анурьев, В.И. Справочник конструктора-машиностроителя: В 3 т. Т.1. – 5-е изд., перераб. и доп. / В.И. Анурьев. – М.: Машиностроение, 1980. – 728 с.

14. Заленский, В.С. Строительные машины: Примеры расчётов. Учеб. пособие для техникумов. – 3-е изд., перераб. и доп. / В.С. Заленский. – М.: Стройиздат, 1983. – 271 с.
15. Допуски и посадки: Справочник. В 2 ч. / В.Д. Мягков, М.А. Палей, А.Б. Романов и др. – 6-е изд., перераб. и доп. – Л.: Машиностроение, 1983. – Ч.2. – 448 с.
16. Малкин, В.П. Гидравлика. Гидромашины и гидроприводы: Метод. указ. к вып. курс. раб. / В.П. Малкин, Л.А. Калашников, Б.М. Синицин. – Братск: БрИИ, 1988. – 51 с.
17. Свешников, В.К. Станочные гидроприводы: Справочник / В.К. Свешников, А.А. Усов. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Машиностроение, 1988. – 572 с.
18. Васильченко, В.А. Гидравлическое оборудование мобильных машин: Справочник / В.А. Васильченко. – М.: Машиностроение, 1983. – 301 с.
19. Корсаков, В.С. Основы конструирования приспособлений: Учебник для вузов.– 2-е изд., перераб. и доп. / В.С. Корсаков. – М.: Машиностроение, 1983. – 277 с.
20. Станочные приспособления: Справочник. В 2 т. Т.1. / Под ред. Б.Н. Вардашкина, А.А. Шатилова. – М.: Машиностроение, 1984. – 592 с.
21. Анурьев, В.И. Справочник конструктора-машиностроителя. В 3 т. Т.2. – 6-е изд., перераб. и доп. / В.И. Анурьев. – М.: Машиностроение, 1982. – 584 с.
22. Чернега, В.И. Краткий справочник по грузоподъемным машинам / В.И. Чернега, И.Я. Мазуренко. – 2-е изд., перераб. и доп. – Киев: Тэхника, 1988. – 303 с.
23. Матвеев, В.В. Примеры расчёта такелажной оснастки: Учеб. пособие для техникумов. – 3-е изд., перераб. и доп. / В.В. Матвеев. – Л.: Стройиздат, 1979. – 240 с.

24. Анурьев, В.И. Справочник конструктора-машиностроителя. В 3 т. Т.3. – 6-е изд., перераб. и доп. / В.И. Анурьев. – М.: Машиностроение, 1982. – 576 с.
25. Расчет деталей машин на ЭВМ: Учеб. пособие для машиностр. вузов / Д.Н. Решетов, С.А. Шувалов, В.Д. Дудко и др.; Под ред. Д.Н. Решетова, С.А. Шувалова. – М.: Высш. шк., 1985. – 368 с.
26. Системы автоматизированного проектирования технологических процессов, приспособлений и режущих инструментов: Учебник для вузов / С.Н. Корчак, А.А. Кошин, А.Г. Ракович и др.; Под общ. ред. С.Н. Корчака. – М.: Машиностроение, 1988. – 352с.
27. Норенков, И.П. Основы теории и проектирования САПР: Учебник для втузов. / И.П. Норенков, В.Б. Маниченв. – М.: Высш. шк., 1990. – 335 с.
28. Информатика: Учебник / Под ред. Н.В. Макаровой. – М.: Финансы и статистика, 1997. – 768 с.
29. Колесник, П.А. Материаловедение на автомобильном транспорте: Учебник для вузов. – 4-е изд., перераб. и доп. / П.А. Колесник. – М.: Транспорт, 1987. – 271 с.
30. Мотовилин, Г.В. Автомобильные материалы: Справочник. – 3-е изд., перераб. и доп. / Г.В. Мотовилин, М.А. Масино, О.М. Суворов. – М.: Транспорт, 1989. – 464 с.
31. Марочник сталей и сплавов / В.Г. Сорокин, А.В. Волосникова, С.А. Вяткин и др.; Под общ. ред. В.Г. Сорокина. – М.: Машиностроение, 1989. – 640 с.
32. Борисов, В.И. Общая методология конструирования машин / В.И. Борисов. – М.: Машиностроение, 1988. – 28 с.
33. Завьялов, С.Н. Мойка автомобилей / С.Н. Завьялов. – М.: Транспорт, 1984. – 184 с.
34. Иванов, Н.Н. Детали машин / Н.Н. Иванов. – М.: Высш. шк., 1984. –

324 с.

35. Писаренко, Г.С. Сопротивление материалов / Г.С. Писаренко и др. – М.: Высшая школа, 1989. – 694 с.

36. Мирошников, Л.В. Диагностирование технического состояния автомобилей на автотранспортных предприятиях / Л.В. Мирошников и др. – М: Транспорт, 1977. – 263 с.

37. Муха, Т.М. Приводы машин: Справочник / Т.М. Муха и др. – Л.: Машиностроение, 1975. – 344 с.

38. Орлов, П.И. Основы конструирования / А.И. Орлов. – М.: Машиностроение, 1988. – 718 с.

39. Сергеев, А.Г. Метрологическое обеспечение автомобильного транспорта / А.Г. Сергеев. – М.: Транспорт, 1988. – 248 с.

40. Гуревич, Л.В. Пневматический тормозной привод автотранспортных средств / Л.В. Гуревич, Р.А. Меламуд. – М.: Транспорт, 1988. – 224 с.

Сергей Петрович Озорнин

Сергей Дмитриевич Добрынин

Илья Егорович Бердников

ПРОЕКТИРОВАНИЕ И ИСПОЛЬЗОВАНИЕ  
ОБОРУДОВАНИЯ ДЛЯ ТО И РЕМОНТА  
ТРАНСПОРТНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ МАШИН

Учебное пособие

Редактор

Лицензия ЛР № 020525 от 02.06.97

Сдано в производство

Форм.бум. 60 x 84 1/16 Бум. тип. № 2

Печать офсетная Гарнитура литературная

Уч. -изд. л. Усл. печ. л. 8 Тираж экз.

Заказ №

Забайкальский государственный университет

РИК ЗабГУ