

**Министерство сельского хозяйства  
Российской Федерации**

**Технологический институт-филиал ФГБОУ ВО Ульяновский ГАУ**

А.А. Хохлов  
А.А. Глущенко  
А.Л. Хохлов  
И.Р. Салахутдинов

**Основы проектирования и эксплуатации технологического**

**оборудования:**  
краткий курс лекций



**Димитровград - 2019**

**УДК 629**  
**ББК 39.3**  
**Х - 86**

**Хохлов, А.А.** Основы проектирования и эксплуатации технологического оборудования: краткий курс лекций / А.А. Хохлов, А.А. Глущенко, А.Л. Хохлов, И.Р. Салахутдинов - Димитровград: Технологический институт – филиал УлГАУ, 2019.- 65 с.

Рецензенты: Голубев Владимир Александрович, кандидат технических наук, доцент кафедры «Эксплуатация мобильных машин и технологического оборудования» ФГБОУ ВО Ульяновский ГАУ

Ротанов Евгений Геннадьевич, кандидат технических наук, доцент кафедры «Естественнонаучные и технические дисциплины», ПКИУПТ (филиал) ФГБОУ ВО «МГУТУ ИМ. К.Г.РАЗУМОВСКОГО (ПКУ)»

Основы проектирования и эксплуатации технологического оборудования: краткий курс лекций для подготовки бакалавров очной и заочной форм обучения по направлению подготовки 23.03.03 «Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов».

Утверждено  
на заседании кафедры «Эксплуатация транспортно-  
технологических машин и комплексов»  
Технологического института – филиала  
ФГБОУ ВО Ульяновский ГАУ,  
протокол № 1 от 4 сентября 2019г.

Рекомендовано  
к изданию методическим советом Технологического  
института – филиала  
ФГБОУ ВО Ульяновский ГАУ  
Протокол № 1 от 5 сентября 2019г.

© Хохлов А.А., Глущенко А.А., Хохлов А.Л., Салахутдинов И.Р., 2019  
© Технологический институт – филиал ФГБОУ ВО Ульяновский ГАУ, 2019

## Оглавление

1. ВВЕДЕНИЕ В ДИСЦИПЛИНУ ПРОЕКТИРОВАНИЕ И ЭКСПЛУАТАЦИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ.....	4
2. КЛАССИФИКАЦИЯ И НАЗНАЧЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ ИСПОЛЬЗУЕМОГО ПРИ ТЕХНИЧЕСКОМ ОБСЛУЖИВАНИИ, РЕМОНТЕ ХРАНЕНИИ И ЗАПРАВКЕ АВТОМОБИЛЕЙ.....	11
3. УСТАНОВКИ ДЛЯ МОЙКИ АВТОМОБИЛЕЙ.....	19
4. ОТЧИИСТНЫЕ СООРУЖЕНИЯ МОЕЧНЫХ УСТАНОВОК.....	28
5. КОНВЕЙЕРЫ ДЛЯ ТЕХНИЧЕСКОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ МАШИН.....	30
6. ГАЙКОВЕРТЫ.....	35
7. ДОМКРАТЫ И ПОДЪЕМНИКИ.....	38
8. ВИНТОВЫЕ ЭЛЕКТРОМЕХАНИЧЕСКИЕ ПОДЪЕМНИКИ.....	42
9. ГИДРАВЛИЧЕСКИЕ ПОДЪЕМНИКИ.....	44
10. СЪЕМНИКИ.....	45
11. СТЕНДЫ ДЛЯ ДИАГНОСТИРОВАНИЯ АВТОМОБИЛЕЙ.....	49
12. СИСТЕМА ТЕХНИЧЕСКОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ И РЕМОНТА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ.....	56
13. Обеспечение технической и экологической безопасности технологического оборудования.....	61

# **Краткий курс лекций «Основы проектирования и эксплуатации технологического оборудования»**

## **ВВЕДЕНИЕ В ДИСЦИПЛИНУ ПРОЕКТИРОВАНИЕ И ЭКСПЛУАТАЦИЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ**

Технологическое оборудование - это совокупность приспособлений, инструмента, оснастки и приборов, используемых в процессе технических воздействий технического обслуживания, текущего ремонта и диагностирования подвижного состава автомобильного транспорта, оно определяет технический уровень производства и степень совершенства технологических процессов ТО и ремонта автомобилей.

В настоящее время уровень производственных процессов в АТП очень низок. По данным исследований для грузового парка автомобилей он составляет: по ЕО – 38 %; по ТО-1 – 16 %; по ТО-2 – 13 % и по ТР – 17%.

В целом по стране потребность в технологическом оборудовании для ТО и ремонта автомобилей удовлетворяется на 28 %.

Основной причиной низкой оснащенности АТП технологическим оборудованием является недостаточный объем его производства.

Острый дефицит технологического оборудования ставит перед АТП и объединениями задачу его самостоятельного проектирования и изготовления. Такое оборудование, как правило, отличается от типовых конструкций и поэтому относится к нестандартизированному оборудованию.

Ведущим разработчиком оборудования является Центральное конструкторско-технологическое бюро (ЦКТБ).

В регионах эта задача возлагается на проектно-технические бюро или проектно-конструкторские бюро, входящие в региональную ассоциацию автомобильного транспорта.

Непосредственно в АТП проектированием технологического оборудования занимается технический отдел, а изготовлением и модернизацией - работники отдела главного механика. Крупные АТП имеют для этих целей специализированные участки нестандартизированного оборудования.

Поэтому инженеру-механику, специализирующемуся в области технической эксплуатации, необходимы знания в области как проектирования так и эксплуатации технологического оборудования.

### **Понятие о проектировании**

Создание технологического оборудования, как и любого другого объекта новой техники, осуществляется инженерно-техническим персоналом путем проектирования.

Под проектированием понимается процесс составления описания, необходимого для создания в заданных условиях еще не существующего объекта. Т.е. проектирование это процесс поиска обоснованных, технически осуществимых и экономически целесообразных технологических решений по созданию объекта новой техники. Результатом проектирования является некое описание варианта объекта, которое анализируется, обсуждается, если нужно, корректируется и принимается как основа для дальнейшей разработки - конструирования.

Конструирование - это процесс создания конкретной, однозначной конструкции объекта. Конструкция - это структура, взаимное расположение частей и элементов, определяющееся его назначением.

Конструкция предусматривает способ соединения, взаимодействия частей, а также материалы, из которых должны быть изготовлены отдельные части.

В процессе конструирования создаются изображения и виды объекта, рассчитывается комплекс размеров с допускаемыми отклонениями, выбирается соответствующий материал, устанавливаются тре-

бования к шероховатости поверхностей, технические требования к объекту и его частям, создается техническая документация.

Конструирование опирается на результаты проектирования и уточняет все инженерные решения, принятые при проектировании. Создаваемая в процессе конструирования техническая документация должна обеспечить перенос всей конструкторской информации на изготавливаемый объект и его рациональную эксплуатацию.

Как видим проектирование и конструирование тесно взаимосвязаны, и служат одной цели - разработке нового объекта, которого не существует или существует в другой форме и имеет иные размеры.

Государственным стандартом устанавливается пять стадий разработки нового технического объекта:

- техническое задание
- техническое предложение;
- эскизный проект;
- технический проект;
- рабочая документация.

Техническое задание содержит назначение, технические характеристики и показатели качества, а также технико-экономические требования, предъявляемые к будущему объекту, область его применения и специальные требования. Желательно в техническом задании указывать производственную базу на которой будет изготавливаться объект, объемы его выпуска, возможные пути модернизации и др. После согласования и утверждения техническое задание является основанием для выполнения проектных работ.

Техническое предложение - это поиск возможных технических решений, проверка и оценка выявленных вариантов и принятие решения о выборе оптимального варианта для дальнейшей разработки.

В техническом предложении излагается подробное техническое и экономическое обоснование принятого решения, излагаются результаты сопоставления различных вариантов по показателям качества, технологичности, экономичности и т.д. Здесь же излагаются результаты исследований по проверке патентной чистоты выбранного решения как в стране, так и за рубежом.

В число обязательных документов технического предложения входят пояснительная записка и ведомость технических предложений.

На этапе эскизного проектирования производится проектно-конструкторская проработка принятого в техническом предложении оптимального варианта до уровня принципиальных конструкторских решений, дающих общее представление об устройстве и принципах работы объекта. В эскизном проекте подтверждаются или уточняются требования к объекту, установленные техническим заданием и техническим предложением. На основе проводимых конструкторских проработок разрабатываются новые, уточненные технические требования и уточняются технические параметры. Рассчитываются технико-экономические показатели, которые заложены при разработке эскизного проекта и которые необходимо достичь в дальнейшей разработке.

В эскизном проекте закладываются основы применения типовых, стандартизированных и унифицированных составных частей разработки. Особое внимание уделяется ранее разработанных и испытанных на практике узлов и механизмов.

Технический проект - это совокупность конструкторских документов, дающих полное представление об устройстве разрабатываемого объекта и содержащих все необходимые данные для подготовки рабочей документации. На этом этапе разрабатываются уточненные кинематические, гидравлические, пневматические, электрические и др. схемы.

На стадии разработки рабочей документации завершается отработка конструкции на технологичность, обеспечиваются показатели качества, технико-экономические показатели и др.

Стандартом все технологическое оборудование для ТО и ремонта подразделяется на три категории сложности.

К первой категории сложности относятся: настольные приспособления для разборки и сборки узлов, контроля и регулировки приборов, захваты и съемники, не имеющие механизированных приводов; тележки для транспортирования узлов, агрегатов и других грузов без приводов на колеса и подъемных платформ и т.п.

Ко второй категории сложности отнесены: стенды для разборки агрегатов и узлов автомобилей, кантователи с ручным приводом; моечные камеры, окрасочные и сушильные камеры; металлоконструкции требующие расчетов на прочность, жесткость и устойчивость.

К третьей категории сложности относят: конвейеры для перемещения автомобилей; стенды для разборки и сборки агрегатов и узлов автомобилей; подъемники гидравлические, пневматические и электромеханические; диагностическое оборудование; гайковерты с приводом.

Стандартом предусмотрено, что при проектировании технологического оборудования первой и второй групп сложности, разработка технического задания не обязательна. Такое оборудование допускается разрабатывать лишь по заявке заказчика. Кроме того, оборудование первой категории допускается изготавливать на основе сборочных чертежей и чертежей деталей в виде эскизов.

При проектировании нового объекта следует ориентироваться не только на условия, которые существуют в настоящее время, но и оценивать проектируемый объект с позиций будущих условий. В связи с этим огромную роль при проектировании играют процессы прогнозирования.

Прогнозирование - это вероятностное суждение о будущем с высоким уровнем достоверности и основанного на объективной оценке возможного.

Основу инженерного прогнозирования составляют пять видов прогнозов: оперативное, краткосрочное, среднесрочное, долгосрочное и сверхдолгосрочное.

Более высокой степенью прогнозирования является научное предвидение.

В настоящее время существует более 100 методов прогнозирования. Наиболее распространенными являются три из них: метод экстраполяции, метод экспертных оценок и метод моделирования.

Метод экстраполяции основан на переносе динамики событий и состояний, имевших место в недалеком прошлом, на будущее. Этот метод нашел применение при оперативном и краткосрочном прогнозировании, преимущественно при разработке такой разновидности объектов, в которой не предвидится существенных качественных изменений в ее развитии. Иначе говоря, областью применения этого метода является техника, развивающаяся эволюционным путем и достаточно медленно.

Метод экспертных оценок заключается в том, что группе экспертов-специалистов ставят ряд вопросов, касающихся развития проектируемого объекта. Затем математической обработкой результатов опроса устанавливают преобладающее мнение. Этот метод целесообразно использовать в случае отсутствия достаточно систематизированной информации о прошлом, или в случае, когда перспектива зависит в большей степени от принимаемых решений, но не от технических возможностей в реализации этих решений.

Метод моделирования - характеризуется тем, что анализ исходных данных ведут на моделях разрабатываемых объектов, выполненных в соответствии с требованиями теории подобия. Модели могут быть как физическими (например, уменьшенная копия устройства), так и математическими (являющимся более универсальным).

### Критерии проектирования

Основой для выбора окончательного технического решения из числа возможных вариантов служат технические требования к разрабатываемому объекту.

Как минимум, к конструкции технического объекта предъявляют восемь групп требований, выраженных через соответствующие каждой группе показатели (рис. 6.1).

Показатели назначения (функциональные) - это показатели, характеризующие полезный эффект от использования объекта по своему назначению и определяющие область его применения. Перечень этих показателей определяется индивидуальными особенностями каждой группы объектов (например для гаек - это максимальный крутящий момент, максимальный размер гайки; для насоса мощной установки - это подача, напор и т.д.).

Показатели надежности дают количественные характеристики проявления одного или нескольких свойств, составляющих надежность объекта применительно к определенным промежуткам времени, режимами и условиями эксплуатации.

Надежность объекта проявляется в его безотказности, долговечности, ремонтпригодности и сохраняемости. Безотказность характеризуется: вероятностью безотказной работы, средней наработкой на отказ, интенсивностью отказов.

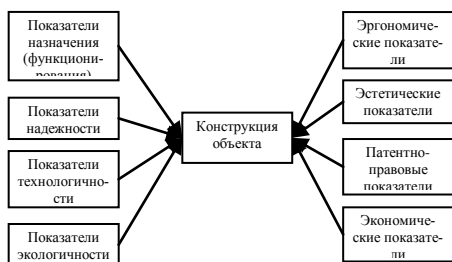


Рисунок 6.1 - Показатели качества конструкции объекта

Показатели долговечности - процентный ресурс объекта, средний ресурс и др.

Ремонтпригодность характеризуется показателями вероятности восстановления в заданное время и средним временем восстановления объекта.

Показатели сохраняемости - средний срок сохраняемости.

Показатели технологичности характеризуют эффективность конструкторско-технических решений для обеспечения высокой производительности труда при изготовлении и ремонте объекта. Основные показатели технологичности распределяются по:

- трудоемкости (изготовления, подготовки объекта к работе и т.д.);
- себестоимости (изготовления, подготовки объекта к работе и т.д.);
- унификации и взаимозаменяемости (коэффициент унификации объекта, унификации конструктивных элементов, стандартизации изделия, взаимозаменяемости);
- расходу материала;
- обработке (коэффициент точности обработки, шероховатость поверхности);
- составу конструкции (коэффициент сборности и использования в других объектах).

Эргономические показатели - это показатели, характеризующие систему человек - машина - среда и учитывающих комплекс гигиенических, антропологических, физиологических и психофизических свойств человека, проявляющихся в производственных условиях.

Показатели экологичности характеризуют воздействие объекта на окружающую среду - это уровень звука внешнего шума, содержание вредных примесей в воде и т.д.

Эстетические показатели характеризуют внешние свойства объекта: оригинальность, гармоничность, целостность и т.д.

Патентно-правовые показатели отражают степень патентной защиты конструкторских решений.

Экономические показатели характеризуют затраты на разработку, изготовление и эксплуатацию объекта, а также экономическую эффективность его применения.

Как видно из приведенного перечня и показателей, выбор лучшего варианта технического решения является довольно сложной задачей. Это объясняется во-первых множеством показателей, а во вторых существующими взаимосвязями между показателями и возникающими при этом противоречиями.

Например, повышая требование к надежности объекта, конструктор объективно создает предпосылки к удорожанию объекта в производстве, но, с другой стороны, снижает стоимость его эксплуатации. Подобные взаимосвязи прослеживаются и между другими показателями. Следовательно, одновременно достичь самых лучших уровней показателей всех групп просто невозможно. Поэтому перед началом проектирования следует сразу определиться, какие показатели более важны для достижения главной цели проектирования, а какие менее важными.

Из выделенной группы показателей объекта необходимо обозначить тот, который в наибольшей степени характеризует соответствие объекта заданному целевому назначению. Этот показатель принято называть КРИТЕРИЕМ и по его величине ведут сравнение вариантов технического решения проектируемого объекта.

### **Экономические основы конструирования технологического оборудования**

Экономический фактор играет одно из первостепенных значений в конструировании технологического оборудования. Главными факторами, определяющими экономичность машины, являются полезная отдача оборудования, надежность, расход на оплату труда операторов, потребление энергии и стоимость ремонтов. Однако, расчет экономической эффективности от внедрения технологического оборудования базируется на инвестиционных проектах.

*Инвестиционный проект* - обоснование экономической целесообразности, объемов и сроков осуществления капитальных вложений, в том числе необходимая проектно-сметная документация, разработанная в соответствии с законодательством РФ и утвержденными в установленном порядке стандартами (нормами и правилами), а также описанием практической деятельности по осуществлению инвестиций (бизнес-план).

*Экономический эффект* - категория, характеризующая превышение результатов реализации инвестиционного проекта над затратами на нее за определенный период времени. Экономическая эффективность оценивается в течение расчетного периода, охватывающего временной интервал от начала проекта до его прекращения (например, период эксплуатации технологического оборудования). Начало расчетного периода рекомендуется определять в задании на расчет эффективности, например, как дату начала вложения средств в проектно-изыскательские работы или на приобретение необходимого оборудования.

Расчетный период разбивается на шаги - отрезки, в пределах которых производится определение данных, используемых для оценки финансовых. Шаги расчета определяются их номерами (0, 1, ...). Время в расчетном периоде измеряется в годах или долях года и отсчитывается от фиксированного момента  $t_0 = 0$ , принимаемого за базовый (обычно из соображений удобства в качестве базового принимается момент начала или конца нулевого шага; при сравнении нескольких проектов базовый момент для них рекомендуется выбирать одним и тем же). В тех случаях, когда базовым является начало нулевого шага, момент начала шага с номером  $m$  обозначается через  $t_m$ ; если же базовым моментом является конец нулевого шага, через  $t_m$  обозначается конец шага с номером  $m$ . Продолжительность разных шагов может быть различной.

*Коэффициент использования оборудования* представляет собой отношение времени фактической работы оборудования за определенный период к длительности этого периода:

$$\eta_{исп} = \frac{h}{H}, \quad (6.1)$$

где  $h$  - фактическое время работы оборудования, лет;

$H$  - период эксплуатации, лет.

$$\eta_{исп} = \frac{D}{H}, \quad (6.2)$$

где  $D$  - долговечность оборудования (возможная наработка за период эксплуатации).

Величина  $\eta_{исп}$  при работе в одну, две и три смены соответственно имеет средние значения  $\eta_{исп} = 0,2; 0,4; 0,6$ , при круглогодичной непрерывной работе  $\eta_{исп} = 0,95 \dots 1,0$ . У оборудования периодического действия (сезонного применения)  $\eta_{исп}$  снижается до  $0,05 \dots 0,10$ .

На каждом этапе фактической работы технологического оборудования значение денежного потока характеризуется:

- притоком, равным размеру денежных поступлений (или результатов в стоимостном выражении) на этом этапе (полезная отдача оборудования  $O_m$ );
- оттоком, равным платежам на этом этапе (эксплуатационные затраты и прочие расходы  $P$ );
- сальдо (активным балансом, эффектом), равным разности между притоком и оттоком.

Рентабельность оборудования  $q$  выражается отношением полезной отдачи оборудования  $O_m$  за определенный период к сумме расходов  $P$  за этот же период:

$$q = \frac{O_m}{P}, \quad (6.3)$$

Величина  $q > 1$ , иначе оборудование будет не рентабельным

$$P = \mathcal{E}_H + M_m + I_n + T_p + O_b + P_m + H_k + A_m, \quad (6.4)$$

где  $\mathcal{E}_H$  - расход электроэнергии, руб.;

$M_m$  - материалы и заготовки, руб.;

$I_n$  - инструмент, руб.;

$T_p$  - оплата труда операторов, руб.;

$O_b$  - техническое обслуживание, руб.;

$P_m$  - ремонт, руб.;

$H_k$  - накладные расходы цеха или предприятия, руб.;

$A_m$  - амортизационные расходы, руб.

В качестве некоторых основных показателей, используемых для расчетов экономической эффективности от вложенных средств в технологическое оборудование, рекомендуется использовать:

- чистый доход;
- срок окупаемости;
- группа показателей, характеризующих финансовое состояние предприятия - участника проекта.

Экономический эффект. Годовой экономический эффект от работы оборудования определяется по формуле:

$$\mathcal{E}_e = O_m - P \cdot \left(1 - \frac{P}{O_m}\right) = O_m \cdot \left(1 - \frac{1}{q}\right), \quad (6.5)$$

где  $O_m$  - годовая отдача, руб.;

$P$  - сумма эксплуатационных расходов, руб.

В расчетах эффективности технологического оборудования рекомендуется учитывать также влияние сторонних предприятий и населения, использующих данное оборудование, в том числе:

- изменение рыночной стоимости имущества граждан (автомобилей, недвижимости и др.), обусловленное использованием технологического оборудования;
- снижение уровня розничных цен на отдельные товары и услуги, обусловленное увеличением предложения этих товаров при использовании технологического оборудования;
- влияние реализации технологического оборудования на объемы производства продукции (работ, услуг) сторонними предприятиями;
- воздействие технологического оборудования на здоровье населения;
- экономию времени населения на коммуникации, обусловленную реализацией вложенных средств в области транспорта и связи.

Информация приводится в произвольной форме.

За период службы оборудования суммарный экономический эффект определяется:

$$P = \sum \mathcal{E} = \sum O_m - \sum P.$$

При определении прибыли от реализации продукции и (или) оказания услуг необходимо учитывать, что она определяется как разность между полезной отдачей (выручкой) от реализации продукции и (или) оказания услуг и себестоимостью реализованной, а не произведенной) продукции и (или) оказанных услуг.

Если известна фактическая продолжительность работы оборудования  $h$  за период эксплуатации, тогда в развернутом виде суммарный экономический эффект определяется:

$$\sum \mathcal{E} = h \cdot \left[ O_m - (\mathcal{E}_H + M_m + I_n + T_p + O_b + H_k) \right] - \sum P_m - C, \quad (6.6)$$

где  $C$  - стоимость оборудования. За период эксплуатации  $A_m = C$ ;

$\sum P_m$  - ремонтные расходы, которые не находятся в прямой зависимости от  $h$ . Их размер и периодичность определяются условиями эксплуатации и надежности оборудования.

Если оборудование работает до полной выработки ресурса ( $h=D$ ), то

$$\sum \mathcal{E} = D \cdot \left[ O_m - (1-a) + \mathcal{E}_H + (1+v) \cdot T_p + O_b \right] - \sum P_m - C,$$

где  $a$  - доля стоимости материала и инструмента в стоимости продукции ( $a=0,1\dots0,5$ ). Расход материалов и инструментов пропорционален отдаче:

$$a = (M_m + I_n) / O_m;$$

$v$  - доля трудовых затрат;  $v = 0,5\dots3,0$  в зависимости от типа и организации структуры производства. Накладные расходы зависят от доли трудовых затрат:  $v = H_k / T_p$ .

Срок окупаемости  $H_{ок}$  определяется как период службы, при котором



$$C = H_{ок} \cdot \eta_{исп} \cdot (O_m - P_m - A_m),$$

Расход амортизации за срок окупаемости

$$A_m = \frac{C \cdot H_{ок}}{H} = \frac{C \cdot H_{ок} \cdot \eta_{исп}}{D},$$

$$H_{ок} = \frac{C \cdot H_{ок}}{\eta_{исп} \left( O_m - P - \frac{C}{D} \right)},$$

(6.7)

Коэффициент эксплуатационных расходов определяется отношением суммы расходов за весь период работы оборудования:

$$k = \frac{\sum P}{C} = \frac{D \cdot (\mathcal{E}_n + M_m + H_n + T_p + O_b + H_k) + \sum P_m + C}{C},$$

Исходя из формулы (2.12), коэффициент эксплуатационных расходов возрастает с увеличением долговечности. Соответственно снижается доля стоимости оборудования в общей сумме расходов.

Приведенный выше расчет является схематичным, поскольку в нем не учитывается динамика изменения эксплуатационных факторов, например, уменьшения или увеличения стоимости энергии и материалов с течением времени, уменьшения производительности оборудования по мере износа.

Для более точной оценки эффективности технологического оборудования, в зависимости от вложенных инвестиций, должны учитываться аспекты фактора времени:

- динамичность технико-экономических показателей предприятия, проявляющаяся в изменениях во времени объемов и структуры производимой продукции, норм расход;

- сырья, численности персонала, длительности производственного цикла, норм запасов и т.п. Указанные изменения особенно сильно проявляются в период освоения вводимых:

- мощностей, а также в инвестиционных проектах, предусматривающих последовательно техническое перевооружение производства в период реализации проекта или разработку сырьевых месторождений;

- физический износ основных фондов, обуславливающий общие тенденции к снижению их производительности и росту затрат на их содержание, эксплуатацию и ремонт на протяжении расчетного периода. Физический износ должен учитываться в исходной информации при формировании производственной программы, операционных издержек (в том числе расходов на периодически проводимые капитальные ремонты) и сроков замены основного технологического оборудования. Рациональные сроки службы основных производственных фондов не обязаны совпадать с амортизационными сроками;

- изменение во времени цен на производимую продукцию и потребляемые ресурсы. Данное обстоятельство учитывается непосредственно при формировании исходной информации для расчетов эффективности;

- несовпадение объемов выполняемых строительно-монтажных работ с размерам оплаты этих работ, в частности необходимость авансирования подрядчиков. Учет данного обстоятельства производится путем использования в расчетах данных о размерах платежей подрядным организациям;

- разновременность затрат, результатов и эффектов, т.е. осуществление их в течение всего периода реализации инвестиционного проекта, а не в какой-то один фиксированный момент времени;

- разрывы по времени (лаги) между производством и реализацией продукции и между оплатой и потреблением производственных ресурсов;

- изменение во времени экономических нормативов (ставок налогов, пошлин, акцизов, размеров минимальной месячной оплаты труда и т.п.). Данное обстоятельство учитывается путем либо прогнозирования предстоящих изменений экономических нормативов (возможно, с использованием нескольких вариантов прогноза), либо оценки устойчивости проекта по отношению к таким изменениям, либо расчета ожидаемой эффективности проекта с учетом неопределенности информации об указанных изменениях.

В расчетах эффективности рекомендуется учитывать неопределенность, т.е. неполноту и неточность информации об условиях реализации проекта, и риск, т.е. возможность возникновения таких условий, которые приведут к негативным последствиям для всех или отдельных участников проекта, вложивших денежные средства в технологическое оборудование. Показатели эффективности капиталовложений, исчисленные с учетом факторов риска и неопределенности, называются ожидаемыми.

Степень устойчивости капиталовложений в технологическое оборудование по отношению к возможным изменениям условий реализации может быть охарактеризована показателями границ безубыточности и предельных значений таких параметров проекта, как объемы производства, цены производимой продукции и пр. Подобные показатели используются только для оценки влияния возможного изменения параметров проекта на его финансовую реализуемость и эффективность, но сами они не относятся к показателям эффективности инвестиционных проектов, и их вычисление не заменяет расчета интегральных показателей эффективности.

Граница безубыточности параметра инвестиционного проекта для некоторого шага расчетного периода определяется как такой коэффициент к значению этого параметра на данном шаге, при применении которого чистая прибыль, полученная в проекте на этом шаге, становится нулевой. Одним из наиболее распространенных показателей этого типа является уровень безубыточности.

Уровнем безубыточности УБ, за конкретный период эксплуатации технологического оборудования  $t_m$ , называется отношение "безубыточного" объема продаж и (или) выполняемых услуг (производства) к проектному объему за этот период (формула для уровня безубыточности основана на предположении, что объем производства равен объему продаж). Под "безубыточным" понимается объем продаж и (или) услуг, при котором чистая прибыль становится равной нулю. При определении этого показателя принимается, что за конкретный период эксплуатации:

- объем производства равен объему продаж и (или) выполняемых услуг;
- объем выручки меняется пропорционально объему продаж и (или) выполняемых услуг;
- доходы от внереализационной деятельности и расходы по этой деятельности не зависят от объемов продаж и (или) выполняемых услуг;
- полные текущие издержки производства могут быть разделены на условно-постоянные (не изменяющиеся при изменении объема производства) и условно-переменные, изменяющиеся прямо пропорционально объемам производства.

Расчет уровня безубыточности производится по формуле:

$$УБ = \frac{P - P_{УП} - Д_{ВР}}{O_m - P_{УП}}, \quad (6.8)$$

где  $P$  – полные текущие издержки производства продукции, руб.;

$O_m$  – объем выручки (полезная отдача);

$P_{УП}$  – условно-переменная часть полных текущих издержек производства (включающая наряду с переменной частью производственных затрат и, возможно, амортизации налога и иные отчисления, пропорциональные выручке: на пользователей автодорог, на поддержание жилищного фонда и объектов социально-культурной сферы и пр.);

$Д_{ВР}$  – доходы от внереализационной деятельности за вычетом расходов по этой деятельности.

Обычно инвестиционный проект считается устойчивым, если в расчетах по проекту в целом уровень безубыточности не превышает 0,6...0,7 после освоения проектных мощностей. Близость уровня безубыточности к 1 (100 %), как правило, свидетельствует о недостаточной устойчивости инвестиционного проекта к колебаниям спроса на продукцию на данном этапе производства. Даже удовлетворительные значения уровня безубыточности на каждом этапе не гарантируют эффективность проекта (положительность чистого дохода). В то же время высокие значения уровня безубыточности на отдельных этапах производства не могут рассматриваться как признак нереализуемости проекта (например, на этапе освоения вводимых мощностей или в период капитального ремонта дорогостоящего высокопроизводительного оборудования они могут превышать 100 %).

Стоимость оборудования при прочих равных условиях в решающей степени зависит от серийности выпуска. Технологическое оборудование АТП, АРП и СТО имеет, в основном, мелкосерийное или единичное изготовление. Следовательно, уменьшение стоимости оборудования будет зависеть от увеличения полезной отдачи и его долговечности.

*Влияние долговечности на объем продукции.* Суммарный объем продукции  $\sum S$ , отдаваемый оборудованием за весь срок службы  $H$ , в денежном выражении равен произведению годовой отдачи  $O_m$  на фактическую продолжительность его работы:

$$\sum S = O_m \cdot H \cdot \eta_{исп.}$$

Если оборудование обрабатывает технический ресурс ( $H \cdot \eta_{исп.} = D$ ), тогда:

$$\sum S = O_m \cdot D.$$

Повышению коэффициента использования оборудования  $\eta_{исп.}$  будет способствовать универсализация. **Универсализация** преследует цели расширения функций оборудования, увеличения диапазона выполняемых им операций, расширения номенклатуры обрабатываемых изделий. Главное экономическое значение универсализации заключается в том, что она позволяет сократить число объектов производства. Один универсальный станок (станок) может заменить несколько специализированных, выполняющих отдельные операции.

Расширить область применения оборудования и выполняемые им функции можно введением дополнительных рабочих органов, приданием сменного оборудования, внедрением регулирования с целью увеличения номенклатуры обрабатываемых изделий, регулированием частоты вращения, мощности, производительности и т.п.

Примером универсализации в АРП может быть магнитный дефектоскоп для контроля деталей магнитным методом. Универсальный магнитный дефектоскоп, по отношению к специализированному, позволяет при однократном закреплении детали переходить от одного способа намагничивания к другому независимо от размеров и формы детали.

*Контрольные вопросы:*

1. Перечислите показатели качества конструкции объекта.
2. Перечислите стадии разработки нового технического объекта.
3. Что понимается под технологическим оборудованием?
4. Что такое инженерное прогнозирование?
5. Перечислите виды инженерного прогнозирования.

6. Что характеризуют показатели технологичности?
7. На чем основан метод экстраполяции?
8. На какие категории подразделяется технологическое оборудование для ТО и ремонта?
9. Что указывается в техническом задании?
10. Что указывается в техническом предложении?
11. Что такое конструирование?

## **КЛАССИФИКАЦИЯ И НАЗНАЧЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ ИСПОЛЬЗУЕМОГО ПРИ ТЕХНИЧЕСКОМ ОБСЛУЖИВАНИИ, РЕМОНТЕ, ХРАНЕНИИ И ЗАПРАВКЕ АВТОМОБИЛЕЙ**

### **Классификация технологического оборудования**

Для современных автотранспортных предприятий (АТП) и станций технического обслуживания автомобилей (СТОА) промышленностью выпускается большая номенклатура технологического оборудования, различающегося как по конструктивному устройству, так и по принципу действия. В соответствии с действующим в системе автотранспорта России «Табелем технологического оборудования» [10] для использования в АТП и автотранспортных объединениях рекомендуется 241 модель технологического оборудования. При этом в упомянутом нормативно-техническом документе не приведены многие наименования образцов оборудования, широко используемого и на автопредприятиях, и на других объектах народного хозяйства иного профиля (станочного, деревообрабатывающего, сварочного, кузнечного и т.д. и т.п.).

Суммарное количество моделей технологического оборудования различного назначения, используемого на каждом из автопредприятий страны, составляет от нескольких десятков до нескольких сотен наименований.

Однако, при внимательном рассмотрении всего спектра технологического оборудования, которым оснащается современное автопредприятие, можно выделить две большие его группы.

К первой относится специализированное технологическое оборудование, которое непосредственно используется в технологических процессах, применяемых в автопредприятиях с целью поддержания подвижного состава в технически исправном состоянии.

Технологическое оборудование, входящее в эту группу, можно подразделить на 6 подгрупп:

1. Оборудование для выполнения уборочно-моечных работ.
2. Подъемно-осмотровое и подъемно-транспортное оборудование.
3. Оборудование для смазки, промывки и заправки автомобилей маслами, рабочими жидкостями (смазочно-заправочное оборудование) и воздухом.
4. Оборудование, приборы, приспособления и инструмент для выполнения монтажно-демонтажных, разборочно-сборочных и ремонтных работ.
5. Контрольно-диагностическое оборудование.
6. Шиномонтажное и шиноремонтное оборудование.

Ко второй группе относится оборудование общего назначения, получившее широкое применение не только в автопредприятиях, но и на других объектах народного хозяйства и являющееся по характеру своего использования универсальным.

Это оборудование можно подразделить на две подгруппы:

1. Технологическое оборудование для выполнения кузнечных, сварочных, медницких, аккумуляторных, электроремонтных, радиотехнических, деревообрабатывающих и прочих работ.
2. Оборудование, используемое для эксплуатации инженерных сетей и сооружений автопредприятия: систем отопления, вентиляции, водоснабжения, канализации, электроснабжения и т.д.

Имеется целая сеть проектно-конструкторских организаций и заводов по проектированию и изготовлению этого оборудования. Значительное количество оборудования закупается за рубежом.

В то же время технологическое оборудование общего назначения, в основном, изготавливается и поставляется в автопредприятия из других отраслей промышленности.

Гаражное оборудование должно быть (по возможности) малогабаритным, удобным в обслуживании, с невысокой энергоемкостью; должно обеспечивать надежное крепление ремонтируемых узлов и агрегатов при одновременном хорошем доступе к ним с возможностью поворота при ремонте в различных плоскостях и т.д.

### **Уборочно-моечное оборудование: назначение и конструктивные особенности**

По функциональному назначению оборудование для мойки подвижного состава подразделяется соответственно на: установки для мойки легковых автомобилей, грузовых автомобилей, автобусов.

По степени специализации это оборудование подразделяется на: узкоспециализированное (мойка только низа автомобиля, только дисков колес и т.д.), специализированное (мойка легковых автомобилей и автобусов; внутренняя мойка автоцистерн и автофургонов и т.д.), универсальное (мойка легковых, грузовых автомобилей, автобусов, автопоездов и т.д.).

По степени подвижности различают: стационарное, мобильное оборудование. В первом случае неподвижной является моечная установка, во втором – автомобиль.

Стационарные моечные установки имеют большую пропускную способность. В этом случае автомобиль перемещается с помощью конвейера (наиболее предпочтительный вариант) или своим ходом (нежелательный вариант).

Мобильные моечные установки используются при небольшой моечной программе. При этом наибольшей степенью мобильности обладают моечные установки на самоходном шасси (преимущественно на шасси автомобиля), которые, выполняя моечную операцию, движутся вокруг автомобиля.

Для мойки автомобилей наибольшее распространение получили следующие способы:

1. гидродинамический (струйный);
2. гидроабразивный;
3. влажное протирание;
4. комбинации из первых 3-х способов.

**Струйный (гидродинамический) способ.** Сущность способа — преобразование статического напора жидкости в динамический. Условие очистки поверхности - превышение динамических давлений моющей жидкости над прочностными свойствами загрязнений.

При этом факторами очистки загрязненных поверхностей являются:

- скорость струи жидкости (при скорости 50-100 м/с происходит практически мгновенное удаление грязи);

- температура моющей жидкости (использование горячей воды увеличивает интенсивность и качество очистки в 1,5 раза);

- химическая активность моющего раствора;

- профиль насадки;

- угол растекания струи.

Преимущества этого способа мойки следующие:

1. Простота в использовании;
2. Возможность легкой регулировки технологических режимов мойки;
3. Отсутствие интенсивного разрушения лакокрасочного покрытия и остекленных поверхностей при его использовании;
4. Универсальность использования для различных видов автомобильного подвижного состава (грузовые автомобили, легковые автомобили, автофургоны, специализированный подвижной состав и т.д.).

Существенным недостатком этого способа является большой расход моющей жидкости.

**Гидроабразивный способ** отличается от гидродинамического наличием специальных абразивов в моющей жидкости. Эта смесь под действием сжатого воздуха с большой скоростью выбрасывается на очищаемую поверхность. При этом возрастает эффективность и качество очистки загрязненных поверхностей, но увеличивается возможность повреждения очищаемых поверхностей и расход электроэнергии для подачи гидроабразивной смеси.

**Влажное протирание.** Сущность способа - смоченная поверхность обтирается мягким материалом, где в качестве рабочего органа могут использоваться вращающиеся щетки, влажные полотенца и т.п.

Преимущества - малый расход моющей жидкости, в отличие от других способов обеспечивает удаление тончайшего грязевого слоя с лакокрасочных и остекленных поверхностей.

Недостатки - сложность конструкции щеточных моечных установок, меньшая надежность по сравнению со струйными установками, большая стоимость.

### **Альтернативные способы очистки автомобильного подвижного состава**

В условиях надвигающегося водяного «голода» некоторые фирмы западных стран создают безводные моечные установки и установки с частичным использованием воды.

Так, фирма «OBAG» (ФРГ) разработала конструкцию установки модели 1/4/70/6 для мойки автомобилей без использования воды. Принцип ее действия состоит в следующем. В обычный моечный отсек, передвигающийся на роликах по рельсам, смонтировано три электродных излучателя. Питаемые от сети напряжением 220 В, они посылают электродные микроволны. Под влиянием такого облучения в находящихся на поверхности автомобиля пыли и грязи (обычно минерального происхождения) возникает молекулярная вибрация и они отстают. При этом полностью исключено применение воды. Потребляемая мощность составляет всего 2000 Вт. Процесс мойки продолжается около 5 с (за это время моечный отсек проходит один раз над автомобилем по всей его длине). Единственным недостатком установки является небольшой нагрев обрабатываемой поверхности (приблизительно до 40°C). Однако испытания, проведенные фирмой, показали, что такой нагрев совершенно не вызывает вредных последствий.

Моечную установку без щеток создала итальянская фирма «IALA». Кузов автомобиля сначала бомбардируется отрицательно заряженными мелкими капельками моющего состава. Капельки ударяют в частицы пыли и грязи, отрывая их от поверхности кузова. Затем подается, положительно заряженный душ. При этом грязь удаляется окончательно. И, наконец, автомобиль проходит ополаскивание и сушку горячим воздухом. На всю процедуру уходит менее 4 мин.

В Германии запатентован способ мойки различных предметов из электропроводящих материалов, в частности, автомобильного кузова. Новый способ характеризуется тем, что струя моющего раствора используется в качестве проводника, благодаря чему электрический ток, проходя по струе, значительно ускоряет и улучшает чистку поверхности.

Для мойки очищаемый предмет и сопло, с помощью которого разбрызгивается моющий раствор; соединены с двумя полюсами источника постоянного тока, в качестве которого используется генератор напряжения типа «лиандр» с небольшой частотой импульсов. Для увеличения электропроводности струи в моющий раствор вводятся добавки. Предусмотрено плавное изменение электрического тока струи с помощью реостата, включенного в электрическую цепь «сопло - струя - очищаемый предмет». Эффект мойки увеличивается также в результате периодического изменения полярности и, следовательно, направления тока в струе. Перемена полярности происходит с помощью переключающего устройства.

Запатентованы также способы очистки поверхности автомобиля «моющими полотнищами». В одном случае моечная установка содержит раму с проемом, в которую проходит автомобиль, двигаясь относительно ее по определенной продольной траектории, и по крайней мере два очищающих устройства, установленных на раме в проеме одно около другого поперек траектории движения автомобиля. Каждое очищающее устройство содержит жесткий опорный элемент, установленный на раме и имеющий возможность качаться, несколько полотнищ, подвешенных к опорному элементу, и несколько пластин (по крайней мере, по одной на каждое полотнище), которые обеспечивают жесткое крепление полотнищ к опорному элементу. Полотнища подвешены параллельно так, что каждое из них проходит поперек траектории движения автомобиля. Боковая часть каждого полотнища выходит за пределы боковой стороны автомобиля. Полотнище состоит из нескольких рядом лежащих гибких лент. Они висят свободно, когда полотнища не соприкасаются с автомобилем, и непрерывно касаются поверхностей автомобиля за счет качания опорного элемента, когда полотнища взаимодействуют с передвигающимся автомобилем. При этом ленты полотнищ воздействуют на верхнюю, боковые, переднюю, заднюю и углубленные поверхности кузова, на нижние части бампера, очищая их.

В другом случае рама устройства состоит из разнесенных в поперечном направлении дугообразных частей. Каждая часть рамы расположена в плоскости, параллельной траектории перемещения автомобиля. Полотнища проходят поперек между дугообразными частями рамы и располагаются на некотором расстоянии одно от другого вдоль траектории перемещения автомобиля.

В третьем случае устройство для мойки автомобилей состоит из рамы и механизма привода со смонтированным на раме первичным электродвигателем. На раме установлены круглые держатели, в которых закреплены группы моечных полотен. Отдельные ленточные элементы этих полотен располагаются один против другого, когда находятся в нерабочем состоянии, и соединяются после их перемещения автомобилем при въезде его на мойку. Механизм привода вращает полотно в противоположном направлении вместе с ленточными элементами. Элементы различных полотен сцепляются произвольно один с другим при движении в противоположном направлении, благодаря чему улучшается качество мойки.

Запатентована вращательная установка для протирки автомобиля после мойки. Она предназначена для применения в составе механизированных моечных установок и состоит из подвешенного роторного устройства для протирки, а также устройства для продольного перемещения автомобиля под ним. Подвижной ротор вращается в горизонтальной плоскости, к нему подвешены на некотором расстоянии друг от друга многочисленные упругие элементы из водопоглощающего материала. При вращении этих лент и касании ими влажной поверхности автомобиля с последней удаляются остатки воды. Имеется устройство, для отжима мокрых лент, приводной механизм которого обеспечивает согласованную работу подвижного ротора и вращающихся отжимных роликов.

### **Пути совершенствования конструкции моечных установок**

Экономичность и эффективность моечного оборудования достигается, в основном, за счет следующих конструктивных решений:

- создание установок с изменяющимися углами атаки непосредственно в процессе мойки;
- увеличение напора моющей жидкости до 3 - 4 МПа;
- создание подвесных струйных моечных установок (по типу некоторых зарубежных конструкций);
- использование различных моющих препаратов и подогрева моющего раствора устройствами, входящими в комплект установки;
- многократное использование рабочей воды (регенерация, система оборотного водоснабжения);
- уменьшение расхода электроэнергии и особенно воды за счет усовершенствования процесса и исследования возможности применения водовоздушных пульсирующих струй для мойки;
- создание струйно-щеточных установок, так как они являются более универсальными и способствуют экономии воды;
- создание моечных установок по принципу предметной специализации;
- создание уборочно-моечных комплексов по модульному принципу построения;
- применение альтернативных способов очистки (электромагнитные волны, пульсация струй и т.д.);

- обеспечение оптимального расстояния от насадки до поверхности с помощью либо измерительных датчиков, детекторов приближения, фоторелейных устройств и т.п., либо силовых устройств и пневмоцилиндров, что способствует снижению удельных расходов воды и электроэнергии и повышению эффективности мойки;
- применение насадок с переменным диаметром, с чередующимся шагом в зависимости от типа насадки, угла атаки струи и конфигурации автомобиля (степени загрязненности по высоте автомобиля);
- программное регулирование скорости передвижения автомобиля в зависимости от его марки и степени загрязненности;
- внедрение средств автоматики и контроля за работой как всей установки в целом, так и за ее отдельными наиболее ответственными агрегатами и узлами, а также обеспечение оперативного слежения за качеством работ.

### Подъемно-осмотровое оборудование

Одним из эффективных средств, позволяющих повысить производительность труда АТП, является использование подъемно-осмотрового и подъемно-транспортного оборудования, так как известно, что при выполнении полного объема работ по техническому обслуживанию автомобиля средней грузоподъемности получается следующее распределение по видам работ: снизу – 40...45, сверху – 40...45 и 10...20 % – работы, выполняемые сбоку. Следовательно, при выполнении работ по обслуживанию и ремонту автомобиля необходимо иметь оборудование, обеспечивающее его обслуживание со всех сторон и способствующее при этом повышению производительности и качеству труда ремонтных рабочих.

По данным НИИАТа, применение современного высокопроизводительного подъемного оборудования позволяет повысить производительность труда ремонтных рабочих при проведении ТО и ТР примерно на 25 %.

Рассматриваемую группу технологического оборудования подразделяют (рис. 6.2) по функциональному назначению на две группы: подъемно-осмотровое и подъемно-транспортное.



Рисунок 6.2 - Классификация подъемно-осмотрового и подъемно-транспортного оборудования

**К подъемно-осмотровому** относится оборудование, обеспечивающее удобный доступ к агрегатам, механизмам и деталям, расположенным снизу и сбоку автомобиля. При этом работы, выполняемые с использованием данного оборудования снизу, могут производиться с полным или частичным вывешиванием автомобиля. Подъемно-осмотровое оборудование включает осмотровые канавы, эстакады, подъемники, опрокидыватели, домкраты.

**Осмотровые канавы.** В автотранспортных предприятиях страны широкое распространение получили осмотровые канавы в качестве средств обеспечения технического обслуживания и текущего ремонта. В самом начале автомобилизации нашей страны ввиду отсутствия подъемников альтернативы им не существовало. Однако и в последующие годы, когда подъемники нашли широкое применение как за рубежом, так и у нас в стране, в наших автотранспортных предприятиях все еще предпочитали строить осмотровые канавы и до настоящего времени они занимают преимущественное место (рис. 6.3).



Рисунок 6.3 – Осмотровые канавы

Объясняется это, с одной стороны, субъективными причинами: сложившимися традициями и привычками, низкой технической культурой исполнительского персонала и руководства автохозяйств, а с другой стороны - наличием объективных причин: недостаточное количество выпускаемых отечественной промышленностью подъемников, наличием у них конструктивных недостатков, практическим отсутствием необходимой оснастки для постов, оборудованных подъемниками напольного типа, а также ввиду некоторых определенных преимуществ осмотровых канав в сравнении с напольными подъемниками:

- осмотровые канавы универсальны; на них можно обслуживать практически любые марки автомобилей;
- осмотровые канавы обеспечивают более широкий фронт работ при обслуживании одного автомобиля, так как операции можно выполнять одновременно сверху, сбоку и снизу, чего нельзя организовать на обычных подъемниках без балконов;

- канавы не требуют дополнительных расходов на электроэнергию (кроме освещения и подачи сжатого воздуха для силовых установок);
- осмотровые канавы практически не требуют обслуживания и ремонта, или эти затраты не велики, тогда как подъемники нуждаются в постоянном техническом обслуживании и ремонте с соответствующими затратами времени, материалов и средств;
- канавы не требуют высоких потолков зданий, как это необходимо при работе напольных подъемников, поднимающих автомобиль на высоту 1600...1800 мм;
- осмотровые канавы не лимитированы грузоподъемностью; в случае необходимости на них могут обслуживаться автомобили с грузом;
- не требуются затраты времени на поднимание и опускание автомобиля;
- удобство расположения емкостей для централизованной подачи масел и смазок, а также инструмента и запасных частей в специализированных нишах.

По способу заезда автомобиля на канаву различают канавы тупиковые и прямоугольные (проездные) (рис. 6.3).

По ширине канавы бывают узкие и широкие.

По устройству канавы подразделяются на межколейные и боковые, с колейными мостами, с дополнительной эстакадой, траншейные и изолированные.

Длина канавы должна быть не менее длины автомобиля, но не превышать ее больше, чем на 0,5...0,8 м. Глубина должна учитывать дорожный просвет автомобиля и составлять для легковых автомобилей – 1,4 м, а для грузовых автомобилей и автобусов – 1,2...1,3 м. Ширина межколейных канав обычно не более 0,9...1,1 м.

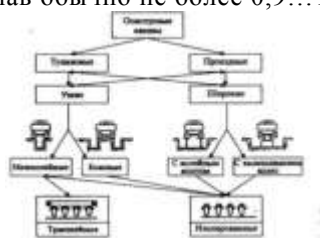


Рисунок 6.4 - Классификация осмотровых канав

Для удаления отработавших газов канавы должны иметь специальные вытяжные устройства.

В зависимости от назначения канавы оборудуются подъемными приспособлениями (канавными подъемниками (рис. 6.5 а)), передвижными воронками для слива отработавшего масла (рис. 6.5 б) и приспособлениями для заправки маслом, смазками, водой и воздухом.



а)



б)

Рисунок 6.5 – Осмотровая канава с расположением технологического оборудования

И все же массовое использование осмотровых канав нельзя считать оправданным, так как это не соответствует современным требованиям по условиям труда обслуживающего персонала и является тормозом для внедрения на АТП современных технологий проведения технического обслуживания и текущего ремонта.

Основные недостатки осмотровых канав заключаются в следующем:

- осмотровые канавы не обеспечивают в полной мере свободный доступ ко всем узлам и агрегатам автомобиля, так как ограничивают свободу действий рабочих;
- рабочие вынуждены многократно за смену спускаться в канаву и подниматься из нее за инструментом, деталями и материалом, что занимает значительное время, отрицательно влияет на работоспособность рабочих и, в конечном итоге, снижает производительность труда;
- фиксированная глубина канавы и ограниченная ее ширина, недостаточная освещенность и вентиляция, скопление пыли, грязи, масел, обтирочных материалов - все это ухудшает условия труда рабочих и также снижает производительность труда, не отвечает санитарно-гигиеническим нормам, является одной из причин травматизма; кроме того, при отсутствии на канаве автомобилей не исключается также падение в нее человека;
- осмотровые канавы могут быть применены только на первых этажах зданий, не имеющих подвалов;
- на канавках усложняется, в случае необходимости, изменение технологического маршрута ТО и ТР;
- поддержание канав в постоянной чистоте затруднительно и требует дополнительного вспомогательного персонала; требуется также поддержание в исправном состоянии лестниц, ограждений траншей и вентиляции канав.

**Эстакады.** Эстакады представляют собой колейный мост, расположенный выше уровня пола на 0,7...1,4 м, с рампами для въезда и съезда автомобиля, имеющими уклон 20...25°. Эстакады могут

быть тупиковые (рис. 6.6 а) и прямоточные (рис. 6.6 б), стационарные (рис. 6.6 а, б) и передвижные (разборные) (рис. 6.6 в), железобетонные и металлические.



Рисунок 6.6 – Типы эстакад

Из-за большой площади, занимаемой эстакадами, их применяют главным образом в полевых условиях, при обустройстве автомобильных дорог на площадках отдыха и придорожных АЗС или на дворовой территории АТП. Эстакады широко используют в гаражах автолюбители.

### Подъемно-транспортное оборудование

К **подъемно-транспортному** относится оборудование для подъема и перемещения автомобиля или его агрегатов и узлов по зонам и участкам АТП, которое применяется в случае, когда движение автомобиля своим ходом исключается или не рационально.

К подъемно-транспортному оборудованию относятся: грузовые тележки, крановые балки, тельферы, ручные тали, передвижные краны, консольные краны, конвейеры, погрузчики.

**Подъемники.** Подъемники служат для вывешивания автомобилей над уровнем пола на высоте, удобной для обслуживания или ремонта узлов и агрегатов снизу и сбоку.

На рисунке 6.7 классификации следует отметить аспекты, характеризующие тип подъемника, а в некоторых случаях и полное название подъемника.

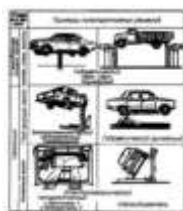


Рисунок 6.7 - Классификация автомобильных подъемников

Например, указывается способ его положения при работе - стационарный или передвижной (подкатной), помимо указания типа привода и количества рабочих плунжеров или стоек, целесообразно указывать тип подъемной рамы или захватов с указанием типа основного подъемного механизма - блочно-тросовый, с рабочей парой «винт-гайка» и т.д. Например, "Стационарный, двухстоечный подъемник мод. П-145, со смещенными стойками, с рабочей парой - винт-гайка, с подъемными боковыми каретками с консольными балками и передвижными подхватами», или «Передвижной, электромеханический подъемник мод. П-238 для грузовых автомобилей, с комплектом передвижных стоек с вильчатыми подхватами под колеса» (рис. 6.8).

Существует большое количество самых разнообразных конструкций подъемников, которые могут быть классифицированы по пяти характерным признакам:



Рисунок 6.8 – Подъемник П -238

1. По принципу действия: с подъемом автомобиля на стоянках, с подъемом автомобиля на платформе (или трапах) параллелограммного типа;
2. По технологическому расположению: напольные, на канавных (на ребрах канавы), канавные (на стенке канавы или на дне канавы);
3. По типу привода рабочих органов: электрогидравлические, электромеханические, электропневматические, пневмогидравлические и ручные, т.е. с приводом за счет мускульной силы рабочего (гидравлические и механические);
4. По степени подвижности: стационарные, передвижные;
5. По количеству стоек (плунжеров): одностоечные, 2-стоечные, 3-стоечные, 4-стоечные и многостоечные.

Наибольшее применение получили электрогидравлические и электромеханические подъемники. Подавляющее большинство выпускаемых подъемников - стационарные. Предназначены они для постоянных постов ТО и ТР на АТП различных типа и мощности. В сравнении с передвижными, стационарные подъемники обладают тем преимуществом, что обеспечивают большую устойчивость поднятого автомобиля и тем самым повышают безопасность и удобство выполнения работ. Тем не менее, передвижные подъемники также находят применение. Они не требуют выполнения монтажно-установочных работ и устройства фундамента, позволяют использовать их на любой ровной площадке, в том числе и вне помещения. После выполнения работ подъемники могут быть удалены с занимаемого ими места, которое потом используется для других работ или оборудования. Маневренность передвижных подъемников позволяет при необходимости изменить технологический маршрут ТО и



ТР автомобилей, что нередко используется на малых АТП и СТО или в случае стесненных производственных помещений зон и участков.

## Оборудование для обкатки и испытания машин, агрегатов и их хранения

### Обкатка и испытание машин и агрегатов

Обкатка машин, агрегатов, узлов - это специальная технологическая операция, задача которой состоит в том, чтобы при определенных, специально установленных, минимальных во времени режимах подготовить машину, агрегат к восприятию эксплуатационных нагрузок, устранить мелкие неисправности, удалить продукты износа, интенсивно выделяющихся во время приработки трущихся пар с целью последующей надежной работы машины.

Особенность обкатки состоит в том, что она связывает ремонт и эксплуатацию, являясь завершающей ремонтной операцией и начальной операцией использования изделия.

В период обкатки происходит приработка деталей, то есть интенсивное разрушение шероховатостей трущихся поверхностей, изменяются величина и направленность микропрофиля, уменьшаются макрогеометрические отклонения формы. Увеличиваются зазоры, ослабляются натяги, изменяются микротвердость, структура поверхностного слоя. Приработка сопряжений завершается при стабилизации указанных и других характеристик.

Никакими видами технологической и химико-термической обработки нельзя создать такое состояние поверхностей трения, какое обеспечивается приработкой.

В процессе приработки происходит два одновременных процесса - макро- и микроприработка, причем продолжительность первой значительно больше, чем второй. По мере приработки происходит увеличение площади прилегания и уменьшение скорости износа поверхностей трения. Исходные макро- и микрогеометрия определяют время приработки и начальный износ.

Приработка сопряжений с низкими исходными значениями шероховатостей деталей является наиболее продолжительной и сопровождается большой интенсивностью изнашивания как за счет механического взаимодействия, так и за счет пластической деформации.

Приработка деталей с высокой исходной чистотой поверхностей менее продолжительна и протекает с меньшей интенсивностью изнашивания.

Отсюда следует вывод: значения исходных шероховатостей сопрягаемых деталей перед обкаткой агрегатов должны быть по возможности близкими к их микронеровностям после приработки.

Например, исходная оптимальная шероховатость рабочей поверхности юбки поршня перед сборкой двигателя должна находиться в пределах  $R_a = 0,35...0,75$  мкм; компрессионных поршневых колец  $R_a = 0,15...0,45$  мкм; цилиндров  $R_a = 0,2...0,3$  мкм.

Общепринятым при назначении режимов обкатки агрегатов считается постепенное наращивание скоростей и удельных нагрузок на детали прирабатываемых сопряжений.

Приработка на одном нагрузочно-скоростном режиме не подготавливает сопряжение к восприятию эксплуатационных нагрузок и скоростей. Получаемая при этом микрогеометрия поверхностей трения будет соответствовать только этому режиму нагружения и при изменении его (режима) будет изменяться и микрогеометрия трущихся поверхностей деталей.

Вот почему приработку сопряжений надо вести при переменном режиме, получаемом изменением нагрузки и скорости передвижения трущихся поверхностей относительно друг друга.

Начинать приработку надо с минимальных значений нагрузок и скоростей на детали агрегата, указанных в технических условиях, и доводить их до максимальных постепенно, ступенями.

Приработка поверхностей трения должна протекать в смазочной среде при наличии масляной пленки между сопрягаемыми деталями. Минимальная толщина  $t$  масляной пленки зависит от высоты микронеровностей обеих трущихся поверхностей  $h_r$ , диаметра абразивных частиц  $d$ , деформаций деталей за счет силовых и тепловых воздействий  $h_d$

$$t = h_r + d + h_d. \quad (6.9)$$

На толщину масляной пленки и на процесс приработки оказывает влияние также качество смазки (вязкость масла, его состав, маслянистость, адсорбционная способность и т.д.), температура и давление подачи масла.

Масло, применяемое для обкатки, должно не только обладать хорошей смазывающей способностью, но и хорошо охлаждать трущиеся поверхности, вымывать загрязнения.

Маловязкие масла в достаточном количестве проникают в зазоры между поверхностями трения, поэтому хорошо охлаждают их и вымывают загрязнения из зон трения. Однако из-за их низкой несущей способности создаются предпосылки для возникновения задиров.

С увеличением вязкости масел толщина масляной пленки становится больше и вероятность задиров уменьшается, но хуже отводятся тепло и загрязнения. Поэтому для каждого конкретного случая необходим подбор обкаточных жидкостей по вязкости. Например, для двигателей внутреннего сгорания рациональная вязкость приработочных масел должна быть 6... 8 сСт.

Для ускорения приработки и повышения качества прирабатываемых поверхностей в обкаточные жидкости вводят специальные присадки и применяют другие технологические приемы.

### Интенсификация процессов приработки

Спецификой ремонтного производства является сборка агрегатов, машин не только из новых деталей (запасных частей), но и из бывших в эксплуатации, прошедших ремонт или восстановление.

Поэтому закономерным является увеличение продолжительности приработки отремонтированных объектов по сравнению с приработкой новых изделий.

Сокращение времени приработки и улучшение качества прирабатываемых поверхностей в процессе обкатки достигается применением специальных металлических или металлоидных покрытий на детали или введением в топлива и масла присадок. Так, на ряде автомобильных и тракторных заводов для ускорения приработки поршни и поршневые кольца покрывают оловом или фосфатируют, на вкладыши подшипников наносят покрытия на основе кадмия, олова, меди, свинца. Толщина слоя покрытия составляет 5... 10 мкм. Дополнительные покрытия имеют в сравнении с основным металлом детали твердость и температуру плавления значительно ниже. В связи с этим в процессе приработки они под действием тепла, выделяемого при трении поверхностей, оплаваются, заполняют впадины микронеровностей, зазоры в сопряжениях.

В результате уменьшается удельное давление на сопрягаемых поверхностях, исключаются задиры, схватывания трущихся деталей при их приработке.

Нанесение приработочных покрытий и химико-термическую обработку деталей широко применяют при производстве деталей на заводах-изготовителях, но эти способы не нашли должного применения в ремонтном производстве из-за их сложности и трудоемкости.

Ускорение процессов приработки и предотвращение задиров, схватываний трущихся поверхностей при обкатке агрегатов в ремонтном производстве достигается за счет ввода в масла и топливо присадок в виде солей серы, хлора, фосфора.

Присадки, вводимые в масла и топлива по разному влияют на качество и продолжительность приработки деталей.

Лучшие результаты дает приработка на осерненном масле.

Время приработки на осерненном масле уменьшается в 2... 3 раз, а износ трущихся поверхностей снижается в 1,2... 1,5 раза по сравнению с приработкой на маслах без присадки серы.

Для ускорения приработки цилиндро-поршневой группы двигателей используют присадки АЛП-2, АЛП-3 и АЛП-4, представляющие собой металлоорганические соединения алюминия. Их вводят в топливо (10 % от массы топлива), при сгорании которого образуется приработочная абразивная паста в виде мельчайших частиц окисла алюминия. Присадки вызывают относительно высокий износ деталей; ухудшают свои качества при хранении; изготавливаются из дефицитного сырья. Ускоряют приработку только деталей цилиндропоршневой группы в 4 раза по сравнению с обычной технологией обкатки.

Хорошее влияние на приработку двигателей оказывает присадка в масло дисульфида молибдена  $\text{MoS}_2$ . Детали, покрытые пленкой дисульфида молибдена, имеют износ в два-три раза меньше деталей, не покрытых  $\text{MoS}_2$ .

Агрегаты, обкатанные с применением противозадирных присадок, лучше адаптированы к условиям эксплуатации, что способствует смещению отказов в сторону больших наработок.

### Оборудование для обкатки и испытания агрегатов

Обкатку машин, узлов, агрегатов проводят на специализированных стендах, создающие условия и режимы обкатки, оговоренные в технической документации.

Двигатели внутреннего сгорания обкатывают на электротормозных (обкаточно-тормозных) стендах: КИ-598Б, КИ-5541, КИ-2118А, КИ-2139А, КИ-13532 и др. (рис. 6.9).



Рисунок 6.9 – Типы обкаточных стендов

Технологическая обкатка двигателя состоит из трех этапов: холодного; горячего без нагрузки (на холостом ходу) и горячего под нагрузкой (режимы устанавливают для каждого типа двигателя и указывают в технологических картах)

Холодная обкатка проводится методом прокручивания коленчатого вала двигателя на соответствующих скоростных режимах электрической машиной обкаточно-тормозного стенда (температура охлаждающей жидкости не более 80 °С, а масла не более 75 °С).

Горячая обкатка без нагрузки выполняется после пуска постепенным повышением частоты вращения коленчатого вала двигателя (температура охлаждающей жидкости и масла 60...95 °С).

Горячая обкатка под нагрузкой проводится методом торможения работающего двигателя на соответствующих нагрузочных режимах (температура охлаждающей жидкости и масла 70...95°С).

После окончания горячей обкатки двигатель испытывают на развиваемую мощность и расход топлива, контролируют осмотром и устраняют неисправности. Длительность испытания двигателя под полной нагрузкой не должна превышать 5 минут.

Мощность двигателя  $N_e$  определяют по формуле

$$N_e = \frac{P \cdot n \cdot 0,736}{100 \cdot \eta}, \quad (6.10)$$

где  $P$ - нагрузка по весовому механизму стенда, кг;  
 $n$  - частота вращения коленчатого вала, мин<sup>-1</sup>;

$\eta$  - КПД радиатора ( $\eta = 0,98$ ).

Часовой расход топлива рассчитывают по выражению

$$Q_v = \frac{3,6 \cdot g}{t}, \quad (6.11)$$

где  $g$  - масса топлива, израсходованного во время испытания, кг;  
 $t$  - время испытаний, с.

Удельный расход топлива  $g_e$  определяют из выражения

$$g_e = \frac{1000 \cdot Q_v}{N_e}, \quad (6.12)$$

где  $Q_v$  - часовой расход топлива, кг/ч;

$N_e$  - развиваемая двигателем мощность, кВт.

Автомобили обкатывают на тормозных барабанах, а испытания проводят пробегом на расстоянии 30 км с грузом, равным 75 % нормальной грузоподъемности, со скоростью не более 30 км/ч. При этом проверяют работу тормозов, рулевого механизма, трансмиссии и двигателя.

Стендовые испытания отремонтированных агрегатов и автомобилей и не позволяют из-за ограниченности времени (1,5...2 часа) выявить все дефекты. Поэтому машины после ремонта должны обкатываться в условиях предприятий в течение 60...80 часов приблизительно по такой методике:

- обкатка двигателя 2...3 часа на холостом ходу с постоянным повышением частоты вращения коленчатого вала до максимальной холостого хода;
- обкатка машины на холостом ходу 8...10 часов;
- обкатка машины под нагрузкой 30...60 часов на всех передачах с постоянным (ступенчатым) повышением нагрузки.

Агрегаты ходовой части, КП, задние мосты, трансмиссии обкатывают на специальных стендах под нагрузкой и без нагружения.

По окончании обкатки проводят контрольный осмотр агрегата, машины и устраняют неисправности. Обкатанную после ремонта машину на предприятиях сдают комиссии по акту, а после ремонта в специализированных предприятиях-ОТК и представителю заказчика.

*Контрольные вопросы:*

1. Какое технологическое оборудование относится к специализированному?
2. Какое технологическое оборудование относится к общего назначения?
3. На какие группы делится технологическое оборудование?
4. Перечислите основные требования к гаражному оборудованию.
5. Классификация уборочно-моечного оборудования.
6. Классификация уборочно-моечного оборудования по специализации.
7. Классификация уборочно-моечного оборудования по степени подвижности.
8. перечислите способы мойки автомобилей.
9. В чем преимущества струнного способа мойки?
10. Укажите пути совершенствования конструкции моечных установок.
11. Альтернативные способы мойки автомобилей.
12. Классификация подъемно-осмотрового оборудования.
13. Какое оборудование относится к подъемно-осмотровому?
14. В чем преимущества осмотровых канав перед подъемниками автомобилей?
15. Как классифицируются осмотровые канавы по способу заезда автомобилей?
16. Типы осмотровых канав.
17. Укажите недостатки осмотровых канав.
18. Типы эстакад для обслуживания автомобилей.
19. Какое оборудование относится к подъемно-транспортному?
20. Классификация автомобильных подъемников.
21. Назначение обкатки машин.
22. Какое технологическое оборудование относится к обкаточному.

## УСТАНОВКИ ДЛЯ МОЙКИ АВТОМОБИЛЕЙ

В процессе эксплуатации автомобили подвергаются загрязнению, которые ухудшают эстетические показатели, препятствуют проведению обслуживания и ремонта, ускоряют износ сопрягаемых пар, коррозию, старение металлов, приводят к порче перевозимых грузов. Поэтому проводят периодическую очистку автомобилей.

Автомобиль как объект мойки характеризуется составом, количеством и свойствами находящихся на его поверхности загрязнений; коэффициентом рельефности и взаимной экранизацией поверхностей; массой и габаритными размерами; составом и свойствами материалов, из которых изготовлен автомобиль.

Все многообразие загрязнений подвижного состава условно принято делить на 12 групп: пылегрязевые, остатки перевозимых грузов, остатки моторных масел, остатки трансмиссионных масел, остатки пластичных смазок, маслогрязевые, асфальтосмолистые отложения, нагар, накипь, продукты коррозии и старые лакокрасочные покрытия, остатки консервационных материалов.

Моечные установки, применяемые для ЕО подвижного состава, в условиях АТП, ориентированы в первую очередь на удаление загрязнений 1, 2 и 6 групп.

Загрязнения в первую очередь характеризуются средним размером частиц, составляющих их, и толщиной слоя загрязнения.

Размер (диаметр) частиц загрязнения определяется гранулометрическим способом и в среднем составляет: для легковых автомобилей - 0,01...0,03 мм, а для грузовых - 0,025...0,3 мм. Толщина слоя загрязнения составляет 0,5...2,0 мм.

Развитый рельеф поверхностей автомобилей характеризуется наличием глубоких ниш, замкнутых и экранированных пространств, выемок, глубоких карманов и др. полостей в которых скапливается грязь. При проектировании это обстоятельство учитывается коэффициентом рельефности, показывающим во сколько раз увеличивается омываемая поверхность по сравнению с плоскостью того же размера.

В связи с этим существует три метода очистки:

- механический метод, основан на удалении загрязнений путем приложения к ним сил воздействия;

- физико-химический метод, предполагает удаление или преобразование загрязнений за счет молекулярных превращений, растворения, создания эмульсий и других физико-химических процессов;

- биологический метод, основан на разрушении загрязнений микроорганизмами, не нашел широкого применения из-за сложности реализации.

Присутствие в составе загрязнений автомобильной техники масел и смазочных материалов, а также продуктов их физико-химических превращений (асфальтосмолистых, нагара, и т.д.) придает загрязнениям сильные полярные свойства, во много раз увеличивая адгезию загрязнений на поверхности. Поэтому применение механических методов очистки поверхностей часто не дает желаемого результата.

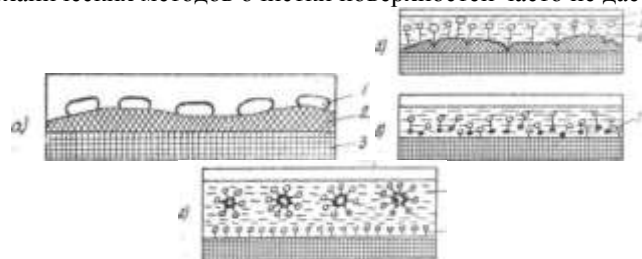


Рисунок 6.10 - Схема моющего процесса: а, б, в, г - этапы процесса; 1 - капля воды; 2 - загрязнение; 3 - очищаемая поверхность; 4 - моющий раствор; 5 - гидрофильная часть молекулы ПАВ; 6 - гидрофобная часть молекулы ПАВ; 7 - перевод частиц загрязнения в раствор; 8 - частицы загрязнения, стабилизированные в растворе; 9 - адсорбированные молекулы ПАВ на очищенной поверхности

Решение этой проблемы заключается в совмещении механических и физико-химических способов очистки. Т.е. мойку автомобилей производят струями воды с добавлением синтетических моющих средств (СМС). Основу СМС составляют поверхностно-активные вещества (ПАВ) и щелочные добавки.

Молекулы ПАВ обладают гидрофобно-гидрофильными свойствами, т.е. в присутствии масел и воды одна часть молекулы ПАВ ориентируется в сторону молекулы воды, а другая - в сторону масла. Благодаря этому ПАВ располагаются вокруг загрязнений, пропитанных маслами, в виде плотных тончайших молекулярных пленок, создают расклинивающее давление, отрывают загрязнения и переводят их в раствор. Значения расклинивающих давлений могут достигать 100 МПа. В итоге моющий процесс можно представить состоящим из ряда последовательных этапов. Поскольку все жирные загрязнения обладают водоотталкивающими свойствами, то вода, обладая большим поверхностным натяжением, не смачивает загрязненные поверхности, а стягивается в отдельные капли. При растворении в воде моющего средства поверхностное натяжение раствора уменьшается, и раствор смачивает загрязнение, проникая в его трещины и поры. При этом снижается сцепляемость частиц загрязнений между собой и поверхностью. При механическом воздействии увлекаемые молекулами моющего средства частицы грязи переходят в раствор. Молекулы моющего раствора адсорбируются на загрязнениях и отмытой поверхности, что препятствует укрупнению частиц и оседанию их на поверхность. В результате частицы загрязнения во взвешенном состоянии стабилизируются в растворе и удаляются вместе с ним.

Поверхностные явления, приводящие к отделению загрязнений от объекта очистки, становятся более эффективными при повышении температуры моющего раствора и тем выше чем ближе температура к температуре плавления асфальтосмолистых соединений (80...85°C и более).

### Типы моечных установок

Применяемые на АТП механизированные моечные установки классифицируются по:

- конструкции рабочего органа - струйные, щеточные, струйно-щеточные (комбинированные);
- относительному перемещению автомобиля и рабочих органов установки - проездные и подвижные (с передвижением рабочих органов вдоль автомобиля);
- условию применения - стационарные и передвижные (на шасси автомобиля);

Механизированная моечная установка состоит из двух систем: гидравлической и механической.

Гидравлическая система включает в себя душевое устройство, трубопроводы, насосное оборудование.

Механическая система состоит из привода для качания или вращения труб с соплами и ротационных щеток с приводом.

Рабочим органом струйной установки являются насадки в виде сопел, вмонтированных в систему подвижных или неподвижных трубопроводов-коллекторов для подачи воды или моющего раствора. Струйные моечные установки предназначены в основном для мойки грузовых автомобилей, самосвалов, прицепного состава (рис. 6.11).

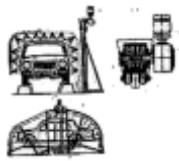


Рисунок 6.11 – Струйно-моечная установка

Щеточные моечные установки предназначены для мойки легковых автомобилей и автобусов. Рабочим органом таких установок являются вращающиеся ротационные щетки, к которым по трубопроводам подается вода или моющий раствор под давлением 0,2...0,4 МПа (рис. 6.12).



Рисунок 6.12 – Щеточная моечная установка

На струйно-щеточных установках очистку загрязненного автомобиля осуществляют как щетки, так и струйные органы, использующие для этого кинжальные струи высокого давления (рис. 6.13).



Рисунок 6.13 – Струйно-щеточная моечная установка

Щетки при этом очищают ровные боковые и торцевые поверхности, а струйные органы - экранированные и рельефные поверхности. Применение этих установок целесообразно для АТП имеющих разнотипный и разномарочный подвижной состав, в том числе автофургоны, автомобили с тентами, автобусы.

В процессе мойки окрашенные части кузова смачиваются струей воды, иногда с моющим раствором. После этого кузов протирается ротационными волосяными щетками с непрерывной подачей воды. Затем кузов ополаскивают и сушат. При использовании струйной установки операции смачивания и мойки совмещают, иногда для смачивания устанавливаются отдельные рамки.

Нижнюю часть шасси моют с помощью струй воды под большим давлением (свыше 0,8 МПа).

Для обеспечения доступа к автомобилю при мойке шасси посты мойки оборудуют боковыми канавами узкого типа, широкими канавами с колежным мостом, эстакадами или подъемниками (рис. 6.14).



*боковая канава узкого типа*

*широкая канава с колежным мостом*

Рисунок 6.14 – Расположение канав

Иногда применяют простые площадки. Площадки и канавы должны иметь водонепроницаемый пол с уклоном 2...3 % в сторону стока воды. Размеры площадки должны быть больше габаритов автомобиля на 1,25... 1,5 м.

Автомобиль перемещается по посту мойки с помощью конвейера или своим ходом. Между двумя рядом расположенными постами устанавливают водонепроницаемую перегородку.

В последнее время для мойки автомобилей применяют стационарные и передвижные пароструйные установки, в них вырабатывается пароводяная смесь с температурой 75...140 °С, которая подается с помощью распылителя на обмываемую поверхность под давлением 0,5...2,0 МПа. Пароструйная мойка эффективна и обеспечивает хорошее качество очистки поверхностей при минимальном расходе рабочей жидкости.

Струйные установки просты, компактны, имеют небольшую металлоемкость, универсальны. Недостатки в большом расходе воды (от 400 до 1200 л на один автомобиль) и низкое качество мойки, так как смывание водой загрязнений с изолированных поверхностей недостаточно эффективно. Всегда остаются мелкие (до 30 мкм) частицы пыли, которые удерживаются в тонкой водяной пленке и при ее высыхании оставляют на поверхности матовый осадок. Такая водная пленка может быть разрушена в результате механического воздействия, поэтому щеточные устройства обеспечивают более качественную мойку, значительно сокращая расход воды. Их производительность в два раза выше, чем струйных. Недостатки - сложность конструкции, возможность повреждения лакокрасочного покрытия нитями щеток, невозможность применения для грузовых автомобилей.

Соответственно струйно-щеточные установки совмещают в себе достоинства и недостатки струйных и щеточных установок.

Общим недостатком механизированных установок является возможность очистки только тех поверхностей которые лежат в зоне прямого воздействия струй или щеток, ниши и карманы недостижимы

для очистки и в лучшем случае омываются произвольно стекающими потоками, поэтому часто проводят ручную доочистку.

### Насадки гидрантов струйных установок

Профилированные отверстия в гидрантах - сопла - создают скоростной напор струи моющей жидкости с определенно направленным потоком. Недопустимо в подводящих трубах вместо сопел делать простые отверстия, так как в этом случае не обеспечивается направленность струи, а сама струя не обладает необходимой кинетической энергией. Это приводит к перерасходу жидкости и снижению качества мойки. Сопла выполняются в насадках, изготовленных из металла или пластмасс: капрона, фторопласта, текстолита и т. д. Форма сопла и особенности конструкции *насадка* обеспечивают разные виды моющей струи: веерообразную, кинжальную, щелевую, *рассеивающую* и др. Иногда используют насадки с регулируемым сечением сопла.

Конструкция насадков должна позволять *изменять* направление продольных осей сопел при регулировке с целью рационального распределения струй по поверхности очищаемых объектов, а также демонтировать их для периодической очистки.

Главным недостатком рассмотренных насадков является то, что от места удара водяной струи о поверхность вода движется в радиальном направлении. При этом между потоком воды и поверхностью кузова образуется тонкий пограничный слой, в котором скорость воды очень мала, а следовательно, и моющая способность струи резко снижена. Для частичного разрушения пограничного слоя и расширения зоны обмыва применяют *качающиеся* сопла.

Одним из приемов увеличения ударной силы струи является использование пульсирующей струи, которая всегда ударяет по поверхности, свободной от жидкости, в то время когда постоянная струя попадает в ранее образованную зону растекания, где ударная сила ее снижается.

Использование пульсирующей струи позволяет повысить производительность процесса очистки в 1,3... 1,5 раза.

### Насосные станции моечных установок

Моющая жидкость или вода подаются к соплам с помощью насоса. В моечных установках предпочитают преимущественно центробежные или вихревые насосы. Центробежные насосы имеют производительность до нескольких м<sup>3</sup> и КПД до 0,80. Напор вихревых насосов в 3...9 раз больше, чем у центробежных, но имеют низкий КПД (не более 0,35...0,38). Вихревые насосы непригодны для подачи жидкостей, содержащих абразивные частицы, так как из-за износа деталей быстро увеличиваются торцевые и радиальные зазоры, что приводит к падению напора и КПД.

В последнее время широкое применение стали получать плунжерные насосы высокого давления. Давление, развиваемое плунжерным насосом достигает несколько десятков МПа, КПД 0,85...0,92, они просты по конструкции, обладают способностью самовсасывания. Недостатком плунжерных насосов является цикличность рабочего процесса и связанная с ней неравномерность подачи и ненадежная работа при наличии в жидкости загрязнений, которые вызывают усиленный износ плунжерной пары и препятствуют нормальному функционированию клапанного механизма.

### Конструкции щеток

Как уже было сказано, применение ротационных щеток позволяет повысить качество мойки автомобилей.

Щетки выполняются с щеткоснимателем из отдельных элементов, изготавливаемых из алюминия или пластмассы с капроновыми нитями, реже - из конского волоса (рис. 6.15, 6.16). Капроновые нити выбираются диаметром 0,5...0,8 мм, так как при меньшем диаметре нити могут перепутываться и сваливаться, а при большей - повреждать лакокрасочное покрытие. Диаметр щеток выбирается в пределах 1,0...1,5 м.



Рисунок 6.15 – Щетки с капроновыми нитями



Рисунок 6.16 – Каркас щетки для мойки внутренних полостей

Иногда щетки выполняются собранными из элементов щетиноносителя разного диаметра, обычно увеличенного у крайних элементов, рассчитанных на охват закруглений кузова автомобиля и автобусов.

### Расчет струйных установок

Основным условием очистки поверхности является превышение динамических давлений над прочностными свойствами загрязнений. В струйных установках динамическое давление создает струя.

Загрязнения будут удаляться, если максимальная сила сцепления между частицами загрязнений  $F_M$  не будет превышать величины гидродинамического давления  $P_x$  при встрече струи с преградой.

Прочностные свойства загрязнения в первом приближении могут быть охарактеризованы максимальной силой сцепления между частицами загрязнений:

$$F_M = \frac{\pi\sigma}{2D} \left( \frac{1}{W} - 1 \right), \quad (6.13)$$

где  $\sigma$  - поверхностное натяжение воды (для чистой воды  $\sigma = 0,073$  Н/м);

$D$  - диаметр частиц загрязнения, м;

$W$  - влажность загрязнения.

Для практических расчетов диаметр частиц загрязнений принимается от 20 до  $80 \cdot 10^{-6}$  м.

Из данного уравнения видно, что силу сцепления можно снизить, во-первых, увеличивая влажность загрязнения, и во-вторых - уменьшив поверхностное натяжение воды.

Исследования процесса мойки показали, что если автомобиль постоянно смачивать водой, то влажность все равно не превышает 0,2 (20 %), что соответствует максимальному количеству влаги, которое может удержать загрязнение.

Коэффициент поверхностного натяжения можно снизить применив для мойки подогретую воду или применив синтетические моющие средства.

Гидродинамическое давление (сила удара) струи:

$$F_M = \frac{\rho\pi d_H^2 \varphi 2qHA}{2D} \sin \alpha, \quad (6.14)$$

где  $\rho$  - плотность моющей жидкости, кг/м<sup>3</sup>;

$d_H$  - диаметр отверстия насадки, м;

$H$  - давление перед насадкой, МПа;

$A$  - коэффициент аэрации, зависящий от расстояния до омываемой поверхности ( $A = 0,70 \dots 0,95$ );

$\varphi$  - коэффициент скорости, зависящий от формы отверстия и типа насадка;

$\alpha$  - угол встречи струи с омываемой поверхностью, град.

Таблица 6.1 - Классификация насадок

Тип насадки	Профиль поперечного сечения насадки 	Коэффициент расхода $\mu$	Коэффициент скорости $\varphi$
Цилиндрический		0,82	0,82
Конический		0,94	0,963
Коноидальный		0,98	0,98
Конический расширяющийся		0,45	0,775

Скорость потока в струе на расстоянии  $X$  от насадка приближенно можно считать равной начальной скорости потока:

$$V_x = V_H = \varphi \sqrt{2qH_H}, \quad (6.15)$$

где  $\varphi$  - коэффициент скорости, зависящий от профиля сопла;

$q$  - ускорение силы тяжести, м/с<sup>2</sup>;

$H_H$  - напор перед насадком, м.

Расход жидкости через насадки (подача насосов):

$$Q = fn\mu \frac{\pi d_H^2}{4} \sqrt{196gP_H}, \quad (6.16)$$

где  $f$  - коэффициент запаса расхода,  $f = 1,2$ ;

$d_H$  - диаметр сопла насадка, м;

$n$  - число насадков;

$\mu$  - коэффициент расхода.

В общем случае расход через насадок:

$$Q_0 = \mu \omega_x V_x, \quad (6.17)$$

где  $\omega_x$  - площадь сечения струи, м<sup>2</sup>.

Как видно из формулы выгоднее иметь насадок малого диаметра, так как если при неизменном расходе площадь сечения насадка уменьшить в  $n$  раз, во столько же раз возрастет скорость жидкости при встрече с поверхностью ( $V_x$ ), а гидродинамическое давление  $P_x$  увеличится в  $n^2$  раз.

Однако на практике выполняют насадки с диаметром в пределах  $3,5 \dots 8 \cdot 10^{-3}$  м, так как при меньшем диаметре насадки быстро засоряются. Кроме того, тонкая струя обладает малой устойчивостью при полете в воздухе и быстро распадается.

Лучшая форма насадков - коноидальная. Но из-за сложности их изготовления чаще используют конические или цилиндрические насадки.

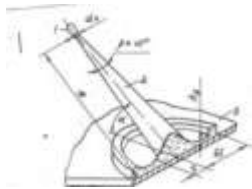


Рисунок 6.17 - Основные характеристики струн: 1 - насадок; 2 - струя; 3 - поверхность; 2 - зона действия нормальных сил;  $R_\delta$  - зона эффективной мойки;  $h_g$  - глубина потока в воне растекания

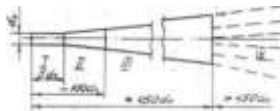


Рисунок 6.18 - Схема свободного истечения струи

Струя в воздушной среде постепенно теряет структуру и ударную силу. Выделяют четыре участка течения струи (рис. 6.18).

1- компактный, длина его примерно равна 5 диаметрам насадка. Скорость жидкости примерно равна скорости в насадке.

2- участок перехода длиной до 100 диаметров насадка.

Здесь начинается торможение струи за счет трения воды о воздух. Скорость воды в центре струи примерно равна скорости в насадке. Диаметр поперечного сечения струи на расстоянии 100 диаметров насадка составляет примерно 4 диаметра насадка.

3- участок установившегося потока. Здесь происходит расширение струи и ее аэрация. Длина участка 100...450 длины диаметра насадка, а угол при вершине расширяющегося конуса струи составляет около 10 градусов.

4- участок разрушения струи. Скорость струи падает до 0,3...0,5 м/с и она распадается.

Третий участок струи является рабочим в струйных и струйно-щеточных установках.

Средняя плотность жидкости на 3 участке на расстоянии  $x$  от насадка:

$$\rho_x = \frac{\rho}{k}, \quad (6.18)$$

где  $\rho = 1000 \text{ кг/м}^3$  - плотность жидкости при выходе из насадки;

$k$  - коэффициент аэрации.

Коэффициент аэрации:

$$k = \frac{F_x}{F_H}, \quad (6.19)$$

где  $F_x$  - площадь сечения струи в момент соприкосновения ее с омываемой поверхностью,  $\text{м}^2$ ;

$F_H = \pi d_H^2 / 4$  - площадь отверстия насадка,  $\text{м}^2$ .

Величина  $F_x$  представляет собой площадь основания усеченного конуса струи на 3 участке.

Диаметр основания конуса:

$$D = 4 d_H + 2 L \operatorname{tg}(\beta/2) \quad \text{или:} \quad D = 0,174 X - 13,4 d_H$$

где  $X$  - расстояние от насадка до омываемой поверхности, м;

$d_H$  - диаметр насадка, м.

Площадь сечения струи в момент соприкосновения с омываемой поверхностью:

$$F_x = \frac{\pi(0,174X - 13,4d_H)^2}{4}. \quad (6.20)$$

Таким образом, зная давление напора перед насадком, определив среднюю плотность жидкости на 3 участке и скорость потока в струе, можно рассчитать гидродинамическое давление  $Px$  и проверить условие удаления загрязнения ( $Px \geq F_M$ ), необходимое для удаления загрязнений.



Рисунок 6.19 - К расчету площади основания мойщей струи

Можно решать и обратную задачу: задавшись условием удаления загрязнений рассчитать необходимое давление  $P_H$ . Однако в этом случае следует иметь в виду, что для определения давления воды, требуемого для качественной мойки, необходимо учитывать особенности растекания струи по поверхности.

В месте удара об омываемую поверхность струя движется по некоторой кривой поверхности, так как перед плоскостью остается определенный, практически неподвижный объем жидкости коноидальной формы. Не принимая участия в общем движении остальной струи, частицы жидкости в коноидальном объеме находятся в сравнительно медленном водоворотном движении. Коноидальный объем является своеобразной прокладкой между движущейся струей и загрязненной поверхностью. В месте удара струя изменяет направление и, следовательно, неизбежно происходит потеря скорости.



При дальнейшем движении по плоскости водяной поток перемещается с меньшей скоростью и не прямо по поверхности а по пограничному слою, который представляет собой тончайший, почти неподвижный слой воды, наличие которого обусловлено вязкостью воды и силами взаимодействия между молекулами воды и поверхности.



Рисунок 6.20 - Схема растекания струи вблизи омываемой поверхности: 1 - струя; 2 - коноидальный объем; 3 пограничный слой; 4 - омываемая поверхность; S - толщина пограничного слоя

Этот пограничный слой, как и коноидальный объем, является «мертвым» пространством и не оказывает моющего воздействия. Поэтому частицы загрязнений, которые имеют размеры меньше толщины пограничного слоя, почти не смываются и остаются на поверхности в виде матового серого налета.

Таким образом, качественная мойка на струйных установках должна обеспечивать минимальную толщину пограничного слоя, по крайней мере не большую, чем средняя величина частиц загрязнений.

Ориентировочно толщина пограничного слоя:

$$S = 0,346 \sqrt{\frac{vx}{\varphi \sqrt{196gP}}}, \quad (6.18)$$

где  $v$  - кинематическая вязкость воды,  $\text{м}^2/\text{с}$   
(при  $20^\circ\text{C}$  вязкость  $v = 1 \cdot 10^{-6} \text{м}^2/\text{с}$ )

Из формулы (6.9) можно найти средний размер частиц, не смываемых струей воды при заданном давлении. Можно наоборот, задавшись размером частиц, которые необходимо смыть, рассчитать требуемое давление воды. Однако следует иметь, что повышение давления эффективно уменьшает толщину пограничного слоя лишь до определенного предела и дальнейшее увеличение давления не приводит к ощутимому повышению качества мойки.

В момент встречи струи с поверхностью образуется зона, в которой возникают нормальные и касательные силы. Наиболее активное разрушение загрязнений производится касательными силами в зоне радиусом:

$$S = d_H 0,56 (\sqrt{196gP} \frac{d_H}{V})^{0,4} (\frac{V_H}{S})^{-0,02} (\frac{x}{d_H})^{-0,03}, \quad (6.19)$$

Зоной действия касательных сил и ограничивается зона очистки гидравлическими струями. Далее жидкость произвольными потоками стекает с поверхности.

Следовательно, необходимо стремиться, чтобы очищаемая поверхность одновременно или последовательно попала в зону, ограниченную радиусом  $R_6$ .

Решение задачи одновременного попадания поверхности в зону действия струй на практике встречает значительные трудности. Например, струя из насадки  $d_H = 4$  мм при напоре  $0,5$  МПа, удален на  $0,6 \dots 0,8$  м создает зону с радиусом  $R_6 = 0,1 \dots 0,15$  м. Следовательно, чтобы охватить такими зонами одновременно всю поверхность автомобиля, потребовалось бы не менее 3000 насадков. Это условие трудно выполнимо. Поэтому насадки закрепляются на раме, которая перемещается вдоль автомобиля. Иногда для уменьшения числа насадков за счет увеличения площади контакта струи, гидранты делают качающимися или вращающимися. Перекрытие площадей соседних зон должно быть в пределах  $0,25 \dots 0,30 R_6$ .

Количество насадков в моеющей рамке:

$$N = \frac{Pa}{2R_6 K_{II}}, \quad (6.20)$$

где  $Pa$  - обмываемый периметр автомобиля, м

$K_{II} = 0,70 \dots 0,75$  - коэффициент взаимного перекрытия зон действия касательных сил струи.

Если автомобиль моется снизу, то:

$$Pa = 2Ha + 2Ba,$$

где  $Ha$  и  $Ba$  - соответственно высота и ширина поперечного сечения автомобиля, м.

Вода к рамкам смачивания и ополаскивания подается от отдельного насоса или от основного насоса через распределительное устройство.

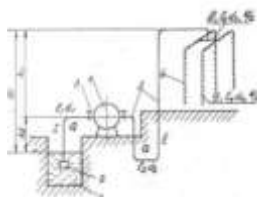


Рисунок 6.21- Расчетная схема насосной установки: 1 - заборный колодец; 2 - сетка; 3 - задвижка; 4 - насос; 5 - трубопроводы; б - моеющая рамка

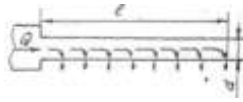


Рисунок 6.22 - Схема путевого расхода

### Гидравлический расчет насосной установки

Исходя из уравнения Бернулли, потери давления на преодоление гидравлических сопротивлений при наличии одного транзитного расхода:

$$\Delta P = \left( \sum \xi + \lambda_m \frac{1}{d} \right) \frac{16Q^2}{2\pi^2 d^4} p_H 10^{-6}, \quad (6.21)$$

где  $\sum \xi$  - сумма коэффициентов местных сопротивлений по длине трубопровода на участке длиной  $l$  с диаметром трубы  $d$ ;

$\lambda_m$  - коэффициент потерь на трение.

Для практических расчетов принимается  $\xi = 9,7$  для фильтровальной сетки,  $\xi = 7,0$  для всасывающего клапана, для задвижки  $\xi = 5,5$ , для колена трубопровода  $\xi = 0,2$ . Коэффициент сопротивления отверстия и насадка:

$$\xi_H = \frac{1}{\varphi} - 1. \quad (6.22)$$

Для стальных водопроводных труб:

$$\lambda_m = 0,0125Q^{-0,125}.$$

При наличии путевого расхода потери расхода жидкости:

$$\Delta P = \left( \sum \xi + 0,33\lambda_m \frac{1}{d} \right) \frac{16Q^2}{2\pi^2 d^4} p_H 10^{-6}. \quad (6.23)$$

Как видно из схемы (рис. 6.23) участки 1, 2, 3, 4 пропускают транзитный расход, а на участках 5 и 6 имеется только путь расхода.

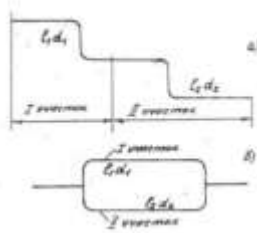


Рисунок 6.23 - Схемы соединений участков трубопроводов а - последовательное соединение; б - параллельное соединение

Суммарные потери давления получают сложением потерь на отдельных участках, если они работают последовательно.

Если участки работают параллельно, то определяют расход в каждом из участков и на основании этого рассчитывают потери давления.

При параллельном соединении одинаковых трубопроводов:

$$Q_i = \frac{Q}{i}, \quad \text{а}$$

где  $Q_i$  - расход через один из параллельных трубопроводов, м<sup>3</sup>/с;

$i$  - количество параллельных участков;

$\Delta P_\Sigma$  - суммарные потери давления в разветвленном трубопроводе, МПа;

$\Delta P_i$  - потери давления в одном из параллельных трубопроводов, МПа.

Выбор насоса производится с учетом его совместной работы с трубопроводом.

Давление насоса проектируемой насосной установки:

$$P = P_H + \Sigma \Delta P + P_\Sigma, \quad (6.24)$$

где  $\Sigma \Delta P$  - суммарные потери давления в трубопроводах установки, МПа;

$P_\Sigma = H_\Sigma p_H g 10^{-6}$  - геометрическое давление, МПа

$H_\Sigma$  - геометрическое давление, МПа.

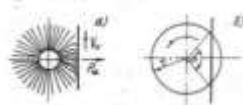


Рисунок 6.24 - К расчету привода щеток: а - схема работы щетки; б - деформации щетки. Зная давление и производительность по каталогу выбирают марку насоса.

Мощность привода насоса:

$$N = \frac{QP10^{-6}}{102\eta_H\eta_g}, \quad (6.25)$$

где  $\eta_H$  - КПД насоса;

$\eta_3 = 0,90 \dots 0,92$  - КПД электродвигателя.

Во избежания кавитации насос устанавливают как можно ниже по отношению к уровню воды в заборном колодце. Если высота установки насоса над уровнем воды более 3 м, необходимо производить дополнительный расчет на возможность кавитации.

### Особенности расчета струйно-щеточных установок

На автотранспортных предприятиях, имеющих смешанный подвижной состав, мойку автомобилей целесообразно производить на одной моечной установке, которая сочетала бы струйную мойку грузовых автомобилей и щеточную для мойки автофургонов и автобусов. В этом случае расчет установки сводится к независимым расчетам двух моечных агрегатов – струйного и щеточного.

Существуют конструкции моечных установок, в которых боковые поверхности автомобилей очищаются щетками, а мойка сверху и снизу осуществляется струями.

При расчете таких установок следует учитывать фактические площади поверхностей, обмываемых струями и очищаемых щетками.

Расчет щеточных установок включает в себя расчет гидрантов рамок предварительного смачивания, ополаскивания и рамок подачи жидкости к щеткам, а также привода щеток.

Так как в щеточных установках основное удаление загрязнений производится с помощью щеток, при расчете гидрантов рамок нет необходимости в проверке условия удаления загрязнений струями воды. Давление воды перед насадками рамок составляет 0,25...0,50 МПа, а количество насадков и расход моеющей жидкости рассчитываются:

Расход жидкости через насадки (подача насосов):

$$Q = f n \mu \frac{\pi d_H^2}{4} \sqrt{196 g P_H}. \quad (6.26)$$

В момент встречи струи с поверхностью образуется зона, в которой возникают нормальные и касательные силы. Наиболее активное разрушение загрязнений производится касательными силами в зоне радиусом:

$$R_6 = d_H 0,56 (\sqrt{196 g P} \frac{d_H}{V})^{0,4} (\frac{V_H}{S})^{-0,02} (\frac{x}{d_H})^{-0,03}. \quad (6.27)$$

Зоной действия касательных сил и ограничивается зона очистки гидравлическими струями. Далее жидкость произвольными потоками стекает с поверхности.

Следовательно, необходимо стремиться к тому, чтобы очищаемая поверхность одновременно или последовательно попала в зону, ограниченную радиусом  $R_6$ .

Решение задачи одновременного попадания поверхности в зону действия струй на практике встречает значительные трудности. Например, струя из насадки  $d_H = 4$  мм при напоре 0,5 МПа, удален на 0,6...0,8 м создает зону с радиусом  $R_6 = 0,1 \dots 0,15$  м. Следовательно, чтобы охватить такими зонами одновременно всю поверхность автомобиля, потребовалось бы не менее 3000 насадков. Это условие трудно выполнимо. Поэтому насадки закрепляются на рамке, которая перемещается вдоль автомобиля. Иногда для уменьшения числа насадков за счет увеличения площади контакта струи, гидранты делают качающимися или вращающимися. Перекрытие площадей соседних зон должно быть в пределах 0,25...0,30  $R_6$ .

Количество насадков в моеющей рамке:

$$N = \frac{Pa}{2R_6 K_{II}}, \quad (6.28)$$

где  $Pa$  - обмываемый периметр автомобиля, м

$K_{II} = 0,70 \dots 0,75$  - коэффициент взаимного перекрытия зон действия касательных сил струи.

Если автомобиль моется снизу, то:

$$Pa = 2Ha + 2Ba,$$

где  $Ha$  и  $Ba$  - соответственно высота и ширина поперечного сечения автомобиля, м.

Цилиндрические ротационные щетки приводятся во вращение от индивидуальных электродвигателей через редуктор, клиноременные или цепные передачи. Для мойки боковых сторон применяют две или четыре вертикальные щетки. При обмывании верха кузова используют одну, реже две горизонтальные щетки.

Диаметр щетки в рабочем состоянии 1,0... 1,5 м, а частота ее вращения 150...200 мин<sup>-1</sup>. Высота щеток берется на 100... 150 мм меньше высоты автомобиля. Нити щетки при ее вращении занимают веерообразное положение за счет действия центробежных сил.

При работе установки ротационные щетки прижимаются к очищаемой поверхности с помощью пружин, пневматических или гидравлических цилиндров, а также посредством противовесов.

Мощность на привод одной щетки:

$$W = K_3 P_H V_H f, \quad (6.29)$$

где  $K_3 = 1,8 \dots 2,2$  - коэффициент запаса по мощности учитывающий потери на деформацию нитей, разбрызгивание капель воды, перемешивание воздуха, потери в подшипниках и механизмах привода;

$P_H$  - центробежная сила, действующая на нити,

$f$  - коэффициент трения скольжения нитей по поверхности кузова ( $f = 0,1$ ).

Линейная скорость:

$$V_s = \frac{2\pi r n}{60}, \quad (6.30)$$

где  $r$  - радиус щетки, м;  
 $n$  - частота вращения щетки, об/мин.

Центробежная сила:

$$P_u = \frac{mV_s^2}{r}, \quad (6.31)$$

где  $m$  - масса нитей, кг.

На кузов действует масса нитей, подверженных деформации, т.е. находящаяся в зоне сегмента:

$$m = S_c h p_{щ} K_H; \quad (6.32)$$

где  $h$  - высота щетки, м;

$$p_{щ} = 1200 \text{ кг/м}^3;$$

$K_H$  - коэффициент наполнения щетки в зоне деформации.

Для капрона  $p_{щ} = 1200 \text{ кг/м}^3$ ;  $K_H = 0,018 \dots 0,020$ .

Площадь сегмента:

$$S_c = \frac{\pi r^2 \alpha}{360} - \frac{r^2 \sin \alpha}{2}, \quad (6.33)$$

где  $\alpha$  - центральный угол работающего сектора щетки, град.

Так как в процессе мойки щетка касается поверхности примерно 1/6 частью окружности, то в расчетах можно принять  $\alpha = 60^\circ$ .

Определив мощность на привод одной щетки, находят мощность электродвигателей:

$$W_{\Sigma} = W n_{щ},$$

где  $n_{щ}$  - число щеток.

Скорость конвейера щеточной установки:

$$V_a = \frac{2\pi r n}{i}, \quad (6.34)$$

где  $i = 110 \dots 130$  - наиболее эффективное соотношение между скоростью вращения щеток и скоростью передвижения автомобиля.

При струйной мойке  $V_a$  скорость конвейера = 6...9 м/с.

Время мойки одного автомобиля:

$$t = \frac{L_a}{V_a}, \quad (6.35)$$

где  $L_a$  - длина автомобиля, м.

*Контрольные вопросы:*

1. Как классифицируются механические моечные установки?
2. Какие используются методы очистки?
3. Что является рабочим органом струйной установки?
4. Какие виды моющей струи образуются насадками?
5. Какие виды насадок используются в струйных установках?
6. Какие виды щеток используются в щеточных установках?
7. В чем заключаются особенности струйно-щеточных установок?
8. Опишите этапы моющего процесса.
9. Для мойки каких машин используются струйно-щеточные моечные установки?
10. Для мойки каких машин используются струйные моечные установки?
11. Каким способом определяется размер загрязняющих частиц?
12. Из каких систем состоит механизированная моечная установка?
13. Какого типа насосы используются в моечных установках для подачи моющей жидкости?
14. Чем характеризуются прочностные свойства загрязнений на поверхности машин?
15. За счет чего можно снизить коэффициент поверхностного натяжения?
16. Какая форма насадка является наилучшей и почему?
17. Какой зоной ограничивается зона очистки гидравлическими струями?
18. Как рассчитывается количество насадков в моющей рамке установки?
19. За счет чего производится поджим щеток к моющей поверхности?
20. Как рассчитывается расход моющей жидкости через насадку?

## ОЧИСТНЫЕ СООРУЖЕНИЯ МОЕЧНЫХ УСТАНОВОК

Сточные воды после мойки грузовых автомобилей содержат взвешенные вещества до 3000 мг/л, после мойки автобусов - 1600 мг/л и легковых автомобилей - 700 мг/л. Содержание нефтепродуктов составляет соответственно 900, 850 и 75 мг/л. В соответствии с требованиями санитарных норм такую воду в канализацию сливать нельзя. Очистка использованной воды происходит в очистных сооружениях. Если воду не предполагается использовать повторно, очистные сооружения проектируются по следующей схеме (рис. 6.25).

В грязеотстойник-песколовку 1 загрязненная вода поступает из зоны мойки автомобилей. В песколовке имеется контейнер 2 для сбора и удаления осадка. Взвешенные твердые частицы теряют скорость и осаждаются на дно контейнера. Очищенная вода через водослив стекает в бензомаслоуловитель

4. Труба 3 предназначена для вентиляции. В бензомаслоулавителе вода поступает под колпак 6 и заполняет колодец 4 до уровня, определенного кромкой водослива. Масло и бензин вследствие меньшей плотности скапливаются в верхней части колпака и далее стекают в емкость 5, которую периодически опорожняют.

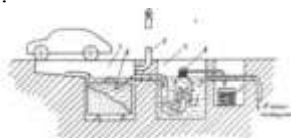


Рисунок 6.25 - Схема простейших очистных сооружений со сливом воды в канализацию: 1 - песколовка; 2 - контейнер; 3 - вентиляционная труба; 4 - бензомаслоуловитель; 5 - емкость для нефтепродуктов; 6 - колпак

Экономически и экологически целесообразно производить углубленную очистку воды с целью ее повторного использования в моечных установках.

Моечная установка с устройствами углубленной очистки (рис. 6.26). Сточные воды от установки для мойки автомобилей поступают самотеком в песколовку 1, где происходит осаждение наиболее крупных взвешенных веществ. Далее воды поступают в приемный резервуар 2, откуда забираются насосом 9 и подаются в многоярусный тонкослойный отстойник или гидроциклон 4.

Гидроциклоны в отличие от отстойников обеспечивают более эффективную очистку жидкости. Причем, чем меньше диаметр гидроциклона, тем более мелкие взвеси могут быть им выделены. Поэтому в перспективных системах водоочистки применяют батареи мелких гидроциклонов диаметром около 0,25 м.

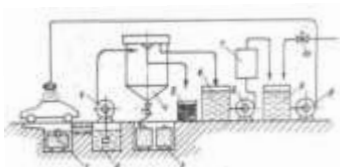


Рисунок 6.26 - Схема очистных сооружений с повторным использованием воды: 1 - песколовка; 2 - приемный резервуар; 3 - контейнер; 4 - гидроциклон; 5 - емкость для нефтепродуктов; 6 - промежуточный резервуар; 7 - фильтр; 8 - резервуар для чистой воды; 9 - насос; 10 - труба подачи воды из сети

Гидроциклон представляет собой цилиндрический резервуар с конусным днищем. За счет центробежных сил, возникающих при закручивании жидкости, подаваемой по касательной, он обеспечивает разделение фракций: песок с плотностью  $3500 \text{ кг/м}^3$  отбрасывается к периферии и затем выводится через песковую насадку в нижней части конусного сектора, а нефтепродукты и вода отводятся через верхний сливной патрубок по трубопроводам в резервуар 6 и резервуар для сбора нефтепродуктов 5. Далее вода подается для доочистки в напорный песчаный фильтр 7 и затем в резервуар чистой воды. Отсюда вода подается к моечной установке. Следует иметь в виду, что автобусы и легковые автомобили после обмыва оборотной водой должны домываться водой из водопроводной сети. Кроме того, мокрые автомобили и влажный осадок уносят до 10% воды, теряемой безвозвратно. Пополнение бака 8 производится из сети водоснабжения через трубу 10.

### Расчет очистных сооружений

Расчет песколовки с контейнерами для сбора осадка предусматривает скорость протекания сточных вод  $V_n = 0,15 \text{ м/с}$ . Площадь сечения потока:

$$F = \frac{Q}{V_n} \quad (6.36)$$

Ширина песколовки (B) принимается обычно равной 1м. При этом ее длина:

$$L = K \frac{H_p V_n}{U_o} \quad (6.37)$$

где  $K=1,3$  - коэффициент запаса по длине;

$H_p = F/B$  - расчетная глубина проточного слоя песколовки, м;

$U_o$  - гидравлическая крупность взвешенных частиц, которая характеризует их размер, форму, плотность и от которых зависит скорость оседания. Для песка  $U_o = 18 \cdot 10^{-3} \text{ м/с}$ .

Общая глубина песколовки:

$$H_{об} = H_n + H_p + H_o,$$

где  $H_n$  - глубина от пола до уровня воды в песколовке, м, (зависит от удаленности песколовки от моечной канавы и отметки лотка подводящего трубопровода).

$$H_{n, мин} = H_k + 0,03l,$$

где  $H_k$  - глубина канавы, м;

$l$  - расстояние от начала стока до стенки песколовки, м;

$H_o$  - глубина осадочной части песколовки, м. В зоне осадочной части устанавливаются контейнеры для осадка с таким расчетом, чтобы над верхней кромкой контейнера был слой воды не менее  $H_p$ .

Объем приемного резервуара рассчитывается исходя из 15- минутного пребывания в нем сточных вод:

$$V_{np} = 15 \times 60 Q = 900 Q.$$

Форма резервуара выбирается произвольно.

Насосная станция первого подъема укомплектовывается насосами, производительность которых определяется притоком сточных вод (Q). Гидроциклоны рассчитываются по гидравлической нагрузке, которая в расчетах принимается постоянной. Расчет гидроциклона производится согласно входным данным: производительности и давления на входе.

Диаметр входного отверстия:

$$d_{BX} = 0,017 \sqrt[3]{\frac{Q}{H}}. \quad (6.38)$$

Диаметр гидроциклона:

$$D = 5 d_{BX}. \quad (6.39)$$

Размер входного отверстия прямоугольной формы с наиболее выгодным соотношением сторон  $a/b = 0,4$ .

$$b = \sqrt{\frac{\pi d_{BX}^2}{1,6}}. \quad (6.40)$$

Угол наклона входного патрубка:

$$\varphi = \arctg b/n D.$$

Диаметр верхнего отводного патрубка:

где  $\kappa$  - коэффициент производительности ( $\kappa=0,060$ );

$D$  - диаметр гидроциклона, м;

$g$  - ускорение силы тяжести, м/с<sup>2</sup>;

$H$  - давление на входе, МПа;

$Q$  - производительность гидроциклона, м<sup>3</sup>/ч.

Диаметр нижнего отводного отверстия (песковой насадки):

$$d_H = d_B / 1,4$$

Высота верхней цилиндрической части:

$$h_B = D$$

Высота рабочей части:

$$h_P = 2 D$$

Высота сливной части:

$$h_C = (1,25 \dots 2) D$$

Насосная станция второго подъема должна укомплектовываться насосами такой же производительности, что и насосы первого подъема. Напор должен определяться с учетом потерь в фильтрах, которые ориентировочно составляют около 0,1 МПа. Средняя скорость фильтрования 10 м/ч.

Требуемая площадь фильтров:

$$F_{cp} = 3600 \frac{Q}{V_{cp}}, \quad (6.41)$$

где  $Q$  - подача сточных вод, м<sup>3</sup>/ч;

$V_{cp}$  - средняя скорость фильтрования, м/ч.

Объем резервуара очищенной воды определяется исходя из расчета обеспечения 30-минутного запаса воды для мойки автомобилей.

Бак для сбора нефтепродуктов выбирается таким, чтобы его наполнение продолжалось не менее суток.

Объем камеры бензомаслоулавителя принимается равным 1/3...1/5 объема песколовки.

Контейнеры для осадка выполняются из металла с устройствами для захвата грузоподъемными машинами и задвижками для сброса осадка. Песколовку можно изготавливать из бетона с днищем в виде перевернутой пирамиды. В данном случае осадок удаляется с помощью инжекторных насосов или грейферных механизмов.

*Контрольные вопросы:*

- 1) Для чего предназначены песколовки?
- 2) Исходя из каких условий рассчитывается объем резервуара для очищенной воды?
- 3) Какие условия необходимы для расчетов насосов подачи воды в очистных установках?
- 4) Какие типы отстойников используются в очистных установках?
- 5) Исходя из каких условий рассчитывается объем резервуара для сточных вод?
- 6) Исходя из каких условий рассчитывается объем резервуара для сбора нефтепродуктов?
- 7) Какой объем воды теряется безвозвратно при мойке автомобилей?

## КОНВЕЙЕРЫ ДЛЯ ТЕХНИЧЕСКОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ МАШИН

Исходя из назначения конвейера и периодичности действия (непрерывного или периодического действия) задаются скоростью перемещения автомобиля.



Рисунок 6.27 – Конвейер обслуживания машин

Исходя из практических данных для линий ЕО применяют конвейеры непрерывного действия со скоростью перемещения 3...9 м/мин, а для ТО-1 и ТО-2 используют конвейеры периодического действия со скоростью 7...25 м/мин.

Частота вращения барабана:

$$n = \frac{V_n}{\pi d_b}, \quad (6.42)$$

где  $V_n$  - скорость конвейера, м/мин.

Затем, задаваясь частотой вращения вала электродвигателя  $n_{дв}$  (750; 1000; 1500; 3000 мин<sup>-1</sup>), определяют передаточное число редуктора приводной станции:

$$i = \frac{n_{дв}}{n}.$$

Исходя из передаточного числа, по каталогу подбирают тип редуктора (червячный или цилиндрический многоступенчатый).

Мощность электродвигателя:

$$N = \frac{(F_T + F_n)V_n k}{60 \cdot 1000 \eta_p}, \quad (6.43)$$

где  $F_n$  - потери тягового усилия на барабанах, Н;

$k=1,5$  - коэффициент запаса по мощности;

$\eta_p$  - КПД редуктора.

Потери тягового усилия:

$$F_n = F(1 - \eta),$$

где  $\eta$  - КПД барабана (блока), для блоков с подшипниками  $\eta=0,990...0,995$ ;

$F$  - суммарная нагрузка на подшипники барабанов и блоков, Н.

То есть потери тягового усилия необходимо считать для каждого барабана или блока, а потом суммировать. Зная мощность, передаваемую через редуктор и его передаточное число, по каталогу выбирают электродвигатель и уточненный (конкретный) редуктор. Так как КПД редуктора колеблется в широких пределах, производим проверку. Если  $k \geq \eta_p / \eta_k$ , то расчет оставляют. В противном случае в формулу определения мощности подставляют значение  $\eta_k$  (КПД редуктора по каталогу) и расчет повторяют. При невозможности увязки между собой скорости конвейера, передаточного числа редуктора и частоты вращения электродвигателя первичный вал редуктора приводят во вращение от электродвигателя через ременную передачу с передаточным отношением:

$$i = \frac{n_{дв}}{n_i}.$$

В качестве тягового органа служат цепи круглозвеньевые и пластинчатые втулочно-роликовые (ГОСТ 588-81), а также тяговые разборные (ГОСТ 589-85) (рис.6.28).

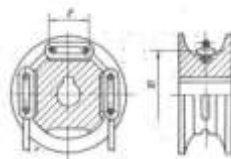


Рисунок 6.28 - Звездочка для круглозвенной цепи

Круглозвенные сварные цепи приводятся в движение от зубчатых блоков или звездочек и режест от гладких барабанов (фрикционный привод). Сварные цепи рассчитываются на растяжение. Они обычно изготавливаются из стали СТЗ с пределом прочности  $[\sigma_p] < 350-400 \cdot 10^6$  Н/м<sup>2</sup> (Па).

Уравнение прочности

$$\sigma_p = \frac{4F_m k_3}{2\pi d^2} = \frac{0,64F_m k_3}{d^2} \leq [\sigma_p].$$

Отсюда

$$d \geq 0,8 \sqrt{\frac{F_m k_3}{[\sigma_p]}},$$

где  $d$  - диаметр проволоки, из которой изготавливают звенья цепи;

$F_m$  - статическое тяговое усилие, Н;

$k_3 = 2...5$ -коэффициент запаса прочности.

Звездочки для сварных цепей изготавливают сварными или литыми из чугуна или стали (рис.6.29). Диаметр начальной окружности тяговой звездочки  $D \geq 30d$ . Для направляющих звездочек ориентировочно  $D = (20, ..., 25)d$ .



Рисунок 6.29 - Звездочки для пластинчатой цепи

Число гнезд для звеньев цепи  $Z \geq \frac{\pi D}{t}$ , где  $t = (4...5) d$  - шаг цепи. Если  $Z$  получается дробным,

его округляют до целого числа в большую сторону и уточняют  $D$ .

Уточненный диаметр начальной окружности при  $Z > 9$  и  $d < 16 \cdot 10^{-3}$  м:

$$D = \frac{t}{2 \sin(90/Z)}. \quad (6.44)$$

Выбор пластинчатой втулочно-роликовой цепи тянущего (толкающего) конвейера ведут по разрывному усилию, исходя из запаса прочности  $k_3 = 2, \dots, 5$ .

Первоначально размер цепи выбирают конструктивно. Цепь движется в направляющих, выполненных из швеллера № 12... 14. Для свободного перемещения цепи, ее ширина принимается меньше ширины направляющих на 5... 10 мм. Параметры цепи выбирают по ГОСТ 588-81 или 588-74. Статическая тяговая нагрузка на цепь

$$P_{cm} = \varphi(F_m + F_u).$$

### Расчет цепных конвейеров

В цепных конвейерах тяговое усилие передается зацеплением о г ведущей звездочки, т.е. осуществляется жесткая кинематическая связь привода и тягового органа.

К достоинствам цепных конвейеров относят надежность передача тягового усилия, малое первоначальное натяжение. Недостатки - большая собственная масса цепей и износ шарниров цепи. Для обеспечения спокойного набегания цепи на звездочку используют натяжное устройство винтового типа.

Группу конвейеров, у которых цепь является только тяговым органом, называют цепными тянущими.

Если автомобиль располагается непосредственно на цепях, конвейеры называют цепными транспортирующими. Конвейеры, у которых на цепь крепят несущее устройство, например пластины, образующие настил, называют пластинчатыми.

В цепных конвейерах в качестве тягового органа служат круглозвеньевые и пластинчатые втулочно-роликовые и тяговые разборные цепи.

Круглозвенные сварные цепи приводятся в движение от зубчатых блоков или звездочек и режут - от гладких барабанов. Сварные цепи рассчитываются на растяжение. Изготавливают их из стали СТ 3 с пределом прочности  $\sigma_p \leq 350 - 400 \cdot 10^6$  Н/м<sup>2</sup> (Па).

Уравнение прочности:

$$\sigma_p = \frac{4F_m k_3}{2\pi d^2} = \frac{0,64F_m k_3}{d^2} \leq [\sigma_p]. \quad (6.45)$$

Отсюда

$$d \geq 0,8 \sqrt{\frac{F_m k_3}{[\sigma_p]}}. \quad (6.46)$$

где  $d$  - диаметр проволоки, из которой изготавливают звенья цепи;

$F_x$  - статическое тяговое усилие, Н;

$k_3 = 2...5$  - коэффициент запаса прочности.

Звездочки для сварных цепей изготавливают сварными или литыми из чугуна или стали. Диаметр начальной окружности тяговой звездочки:

$$D \geq 30 d.$$

Для направляющих звездочек ориентировочно:

$$D = (20...25) d.$$

Число гнезд для звеньев цепи:

$$Z \geq \frac{\pi D}{t},$$

где  $t = (4...5)d$  - шаг цепи.

Если  $Z$  получается дробным его округляют до целого числа в большую сторону и уточняют  $D$ .

Уточненный диаметр начальной окружности при  $Z > 9$  и  $d < 16 \cdot 10^{-3}$  м:

$$D = \frac{t}{2 \sin(90/Z)}. \quad (6.47)$$

Выбор пластинчатой втулочно-роликовой цепи тянущего (толкающего) конвейера ведут по разрывному усилию, исходя из запаса прочности  $k_3 = 2...5$ .

Первоначально размер цепи выбирают конструктивно. Цепь движется в направляющих, выполненных из швеллера № 12... 14. Для свободного перемещения цепи, ее ширина принимается меньше ширины направляющих на 5... 10 мм. Параметры цепи выбирают по ГОСТ.

Статическая тяговая нагрузка на цепь:

$$P_{cm} = \varphi(F_m + F_u), \quad (6.48)$$

где  $F_u$  - тяговое усилие на перемещение цепи, Н;

$\varphi_n$  - коэффициент одновременной передачи тягового усилия (для одноцепного транспортера  $\varphi_n = 1$ , для двухцепного  $\varphi_n = 0,75$ ).

Для определения  $F_u$  тягового усилия на перемещения цепи рассчитывается длина линии обслуживания:



$$N_n = N_n L_a + a(N_n - 1), \quad (6.49)$$

где  $L_a$  - длина автомобиля, м;

$a=1,5$  - расстояние между автомобилями на линии, м.

Длина одной цепи, движущейся по направляющим:

$$N_{\text{ц}} = 2L_n.$$

Вес цепи:

$$G_{\text{ц}} = L_{\text{ц}} q g,$$

где  $q$  - масса погонного метра цепи, кг;

$g=9,8$  м/с<sup>2</sup> - ускорение силы тяжести.

Тяговое усилие, приходящееся на одну цепь,

$$F_{\text{ц}} = G_{\text{ц}} \varphi', \quad (6.50)$$

где  $\varphi'=0,01$  - трение качения роликов цепи по направляющей.

Диаметр начальной окружности звездочки (рис.6.16) для пластинчатой цепи определяют по формуле

$$D_0 = \frac{t}{\sin(180/Z)}, \quad (6.51)$$

где  $t$  - шаг цепи;

$Z \geq 6$  - число зубьев звездочки.

При большом шаге цепей, когда диаметр начальной окружности звездочки получается слишком большим, применяют многогранные блоки с четырьмя-шестью гранями. Звенья цепи ложатся на грани и удерживаются на них силой трения. Чтобы цепь не соскальзывала с граненого блока, на ободке делают наружные ограждающие борта или кулаки, входящие между пластинами. При использовании таких блоков цепь имеет значительную неравномерность хода. Поэтому скорость конвейера принимают не более 12м/мин. Но даже при использовании цепей с достаточно малым шагом скорость их движения не остается постоянной в процессе вращения звездочки, представляющей собой правильный многогранник.



Рисунок 6.30 – Схема расчета звездочки для пластинчатой цепи

Линейная скорость цепи изменяется по закону:

$$V_x = V_0 \cos \psi = \omega R \cos \psi,$$

где  $V_0$  - окружная скорость звездочки, м/с.

Ускорение цепи:

$$a = \frac{dV_x}{dt} = \frac{d(\omega \cos \psi)}{dt} = -\omega R \sin \psi \frac{d\psi}{dt}.$$

Так как  $d\psi / dt = \omega$ . То  $a = -\omega^2 R \sin \psi$ . Наибольшее ускорение будет при  $\psi = \pm a$ . Таким образом,

Если выразить ускорение цепи через шаг цепи,  $\omega$  - через частоту вращения  $n$  и применить второй закон Ньютона, по которому  $F = -ma$ , получим величину динамической нагрузки на цепь:

$$P_{\text{дин}} = \frac{m n^2 t}{60} = \frac{m V_0^2 60}{Z^2 t}, \quad (6.52)$$

где  $m$  - приведенная масса цепи, кг.

Динамические нагрузки действуют и на сварную цепь:

$$P'_{\text{дин}} = 6m \left( \frac{N V_0^2}{Z} \right) \left( \frac{t}{4l^2} \right), \quad (6.53)$$

где  $l = t - d$ .

Однако из-за сравнительно большой величины  $Z$  (число зубьев звездочки) и малого шага цепи  $t$  динамическая нагрузка значительно меньше статической  $P_{\text{ст}}$ , поэтому при расчете сварных тяговых цепей динамическими нагрузками можно пренебречь.

Полная нагрузка на цепь:

$$S_p = P_{\text{ст}} + P_{\text{дин}}. \quad (6.54)$$

Приведенная масса рассчитывается по формуле:

$$S_p = q_1 + c q L, \quad (6.55)$$

где  $q_1$  - масса автомобиля, приходящаяся на одну цепь конвейера, кг;

$q$  - масса погонного метра цепи, кг/м;

$L$  - общая длина цепи, используемой в одной ветви конвейера, м;

$c$  - коэффициент приведения, зависящий от длины линии обслуживания.

При длине линии обслуживания меньше 25 м  $c = 2$ ; при от 25 до 60 м  $c = 1,5$ ; при длине свыше 60 м  $c = 1$ .

Мощность привода цепных конвейеров определяют для установившегося движения и периода пуска.

В период установившегося движения расчетное усилие, действующее на цепь:

$$P_y = S_p + W_{3B},$$

где  $W_{3B}$  - сопротивление тягового органа при огибании звездочек и вследствие трения в подшипниках вала звездочки, Н.

Приближенно  $W_{3B} = S_p(1 - \eta)$ , где  $\eta = 0,96 \dots 0,98$ .

В период пуска:

$$P_{\text{пуск}} = S_p + W_{3B} + P_{\text{ин}} = P_y + P_{\text{ин}}, \quad (6.56)$$

$$P_{\text{ин}} = \frac{dV_0}{dt} \approx m \frac{V_0}{t},$$

где  $t$  - время разгона, за которое будет достигнута скорость  $V_0$ . Для практических расчетов  $t = 0,5 \dots 1,0$  с.

Разрывное усилие цепи  $P_p$ , определяется по справочнику и должно быть больше расчетного усилия в период пуска с учетом запаса прочности:

$$P_p \geq k_3 P_{\text{пуск}},$$

где  $k_3 = 2 \dots 5$  - коэффициент запаса прочности.

Мощность в период установившегося движения:

$$N_y = \frac{NP_y V_0}{1000 \eta_m}, \quad (6.57)$$

В период пуска:

$$N_{\text{пуск}} = \frac{NP_{\text{пуск}} V_0}{1000 \eta_m}, \quad (6.58)$$

где  $N$  - число параллельных ветвей в конвейере;

$\eta_m$  - механический КПД всех звеньев механизма от вала приводной звездочки до вала двигателя.

Для асинхронных двигателей должно соблюдаться условие:

$$\frac{N_{\text{пуск}}}{N_y} < 1,5.$$

В противном случае следует использовать электродвигатели с улучшенными пусковыми характеристиками. В расчетах не учитывается сила натяжения цепи, т.к. для конвейеров, где цепи движутся по направляющим, сила натяжения цепи составляет не более 1 % от полной нагрузки на цепь.

Транспортирующий цепной конвейер рассчитывается аналогично тянущему. Однако, так как сила веса автомобиля приходится на цепи, то в данном случае тяговое усилие равно нулю. Поэтому статическая тяговая нагрузка на цепь определяется следующим образом:

$$P_{cm} = \varphi_{II} F_{II}.$$

А сила веса цепи:

$$G_u = \left( \frac{N_n G_a}{N} + L_u q \right) g, \quad (6.59)$$

где  $N_n$  - число постов на линии;

$N$  - число параллельных ветвей в конвейере;

$G_a$  - сила веса автомобиля, Н;

$L_u$  - длина цепи;

$q$  - масса погонного метра цепи, кг.

Расчет пластинчатого конвейера аналогичен расчетам тросового и транспортирующего цепного конвейеров. Отличие заключается в расчете приведенной массы цепи:

$$m = q_l + c q_{nl} q L,$$

где  $q_l$  - масса автомобилей, приходящаяся на одну цепь конвейера, кг;

$q$  - масса погонного метра цепи, кг/м;

$q_{nl}$  - масса несущих пластин настила на одном погонном метре, кг;

$L$  - общая длина цепи, используемой в одной ветви конвейера, м;

$c$  - коэффициент приведения, зависящий от длины линии обслуживания.

При длине линии обслуживания меньше 25 м  $c = 2$ ; при от 25 до 60 м  $c = 1,5$ ; при длине свыше 60 м  $c = 1$ . Сила веса цепи:

$$G_u = \left( \frac{N_n G_a}{N} + L_u q + G_{nl} \right) g, \quad (6.60)$$

где  $N_n$  - число постов на линии;

$N$  - число параллельных ветвей в конвейере;

$G_a$  - сила веса автомобиля, Н;

$L_u$  - длина цепи, м;

$q$  - масса погонного метра цепи, кг;

$G_{nl}$  - масса несущих пластин настила, кг.

*Контрольные вопросы:*

- 1) От каких условий зависит выбор конвейера?
- 2) Какие типы конвейеров применяются при проведении ЕО?
- 3) Какие типы конвейеров применяются при проведении ТО?
- 4) В чем заключаются особенности расчета цепных конвейеров?
- 5) Какая скорость перемещения автомобиля на конвейере считается оптимальной?
- 6) В чем отличие расчета пластинчатого конвейера от тросового и цепного?
- 8) В чем отличие тянущего конвейера от транспортирующего?

## ГАЙКОВЕРТЫ

### Назначение и устройство гайковертов

Для выполнения крепежных работ с большими усилиями затяжки применяют электромеханические и пневматические гайковерты. Особенно большие моменты требуются при затяжке гаек крепления дисков колес и стремянок рессор.

Гайковерты делают ручными или передвижными (на тележках, перекатываемых по полу или передвижаемых по направляющим в осмотровых канавах).

Для гаек колес автомобилей используют электромеханические реверсивные инерционно-ударные гайковерты, например модели И-318 или И-331 (рис. 6.31).

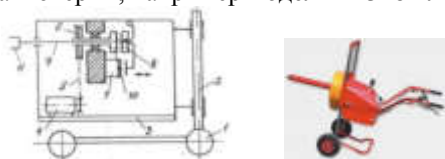


Рисунок 6.31 - Инерционно-ударный гайковерт: 1 - тележка; 2 - стойка; 3 - плита; 4 - электродвигатель; 5 - клиноременная передача; 6 - маховик; 7 - электромагнит; 8 - подвижная полумуфта; 9 - вал; 10 - полумуфта; 11 - ключ

Такой гайковерт монтируется на тележке со стойкой, для перемещения в вертикальном направлении. На платформе закреплен электродвигатель, приводимый им во вращение через клиноременную передачу маховик, а также электромагнит, для включения в работу ударного механизма. При введении подвижной полумуфты, перемещаемой по шлицам вала, в зацепление с полумуфтой ключа, крутящий момент от маховика ударным импульсом передается на вал и торцевой ключ. Одновременно с включением электромагнита электродвигатель отключается. Величина крутящего момента на валу зависит от выбега маховика. Чем меньше выбег, тем больше момент. Поэтому наибольший момент достигается на последнем этапе заворачивания гайки или в начальной стадии ее отворачивания, т.е. когда он и требуется. Применение инерционно-ударного механизма позволяет достигать больших моментов (до 1,5 кНм), при сравнительно небольшой мощности двигателя, простой и легкой трансмиссии. Недостатком таких гайковертов является повышенная шумность при работе и сложность регулировки момента затяжки. Кроме того, вследствие амортизирующего действия трансмиссии гайковерта, момент не может быть увеличен беспределно и в ряде случаев он оказывается недостаточным.

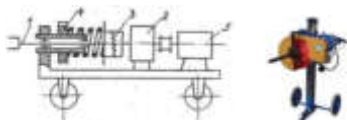


Рисунок 6.32 - Электромеханический гайковерт: 1 - ключ; 2 - редуктор; 3 - муфта предохранительная; 4 - гайка регулировочная; 5 - электродвигатель

Для повышения крутящего момента и уменьшения шумности применяют электромеханические гайковерты непосредственного действия с приводом вала ключа через редуктор с большим передаточным числом. Для предохранения вала от поломок служит кулачковая предохранительная муфта. С помощью гайки под пружиной можно регулировать величину момента на валу.

К числу таких гайковертов относят электромеханические передвижные гайковерты для стремянок рессор грузовых автомобилей (рис. 6.32).

### Расчет инерционно-ударного гайковерта

Расчет начинают с определения момента, необходимого для заворачивания гайки заданного размера (рис.6.19):

$$T_s = T_m + T_p, \quad (6.66)$$

где  $T_m$  - момент сил трения на опорном торце гайки, Н·м;

$T_p$  - момент сил в резьбе, Н·м;

$$T_m = \frac{FfD_{cp}}{2}, \quad (6.67)$$

$$T_p = \frac{(D_1 + d_{омс})}{2}, \quad (6.68)$$

где  $F$  - осевая сила, Н;

$f$  - коэффициент трения на торце гайки. При сухом трении сталь по стали  $f = 0,15$ .  
Момент сил в резьбе

$$T_p = 0,5Fd_2tg(\psi + \varphi), \quad (6.69)$$

где  $\psi = \arctg(p/\pi d_2)$  - угол подъема резьбы, град ;

$d_2 = d - 0,54p$  - средний диаметр резьбы, м,

$d$  - наружный диаметр резьбы, м;

$p$  - шаг резьбы;

$\varphi = \arctg(f_{np})$  - угол трения в резьбе, град;

$f_{np}$  - приведенный коэффициент трения. Для крепежных резьб  $f_{np} = 0,174$ , тогда  $p = 9,9$  град.

После подстановок и преобразований

$$T_p = 0,5Fd_2\left(\frac{D_{cp}}{d_2}\right)f + tg(\psi - \varphi). \quad (6.70)$$

Момент при отворачивании гайки будет несколько меньше:

$$T_p = 0,5Fd_2\left(\frac{D_{cp}}{d_2}\right)f + tg(\psi + \varphi), \quad (6.71)$$

поэтому в расчетах используют формулу (6.56).

Осевую силу  $F$  рассчитывают исходя из условия прочности резьбы по напряжениям среза. Сильнее нагружена резьба винта, так как диаметр впадин винта меньше диаметра впадин гайки,

$$F \leq [\tau]\pi d_1 H K K_M, \quad (6.72)$$

где  $[\tau] = 0,6 [\sigma_m]$  - допускаемые касательные напряжения среза, Н/м<sup>2</sup>;

$H = 0,8d_1$  - высота гайки, м;

$d_1 = d - 1,08p$  - диаметр впадин резьбы винта, м;

$K = 0,87$  - коэффициент полноты треугольной резьбы;

$K_M = 0,6$  - коэффициент неравномерности распределения нагрузки по виткам резьбы.

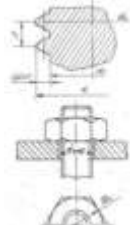


Рисунок 6.33 - К расчету сил и моментов в резьбовом соединении

Для большинства сталей  $[\sigma_m] = (250...400) 10^6$  Н/м<sup>2</sup>.

Следующим этапом является расчет диаметра вала ключа.

В общем случае, с учетом коэффициента запаса

$$T_s = 0,8[\tau_0]W_0, \quad (6.73)$$

где  $W_0$  - момент сопротивления вала;

$[\tau_0] = 50 \cdot 10^6$  Н/м<sup>2</sup> - допускаемые касательные напряжения.

$$d_e = \sqrt[3]{\frac{T_s}{0,16[\tau_0]}}. \quad (6.74)$$

Следующий шаг - расчет кулачковой сцепной полумуфты (рис.3.4). Полностью расчет муфты приводится в специальной литературе. В нашем случае можно воспользоваться рекомендациями по выбору основных размеров муфты в зависимости от диаметра вала:

$$d_{en} = d_e + 10,$$

$$D_H = 2d_e$$

Высота зубьев муфты  $h$  и их ширина  $a$  выбираются из таблицы 6.2.

Таблица 6.2 - Размеры зубьев муфты

$d_e$ , мм	$h$ , мм	$\alpha$ , град.
20...28	4	45
32...45	6	36
50...60	8	30
70...80	10	30
90...100	12	30

Частота вращения маховика определяется наибольшей частотой вращения, при которой допускается включение муфты на ходу:

Частота вращения маховика определяется наибольшей частотой вращения, при которой допускается включение муфты на ходу:

$$n_0 = \frac{1000 \cdot 60V}{\pi D}, \quad (6.75)$$

где  $V = 0,8$  м/с - допускаемая окружная скорость, м/мин;

$D = (D_B + d_B) / 2$  - средний диаметр кулачков, м.

Угловая скорость вращения маховика:

$$\omega = \frac{\pi n_0}{30}. \quad (6.76)$$

Момент инерции маховика:

$$J = \frac{T_3}{\varepsilon}, \quad (6.77)$$

где  $\varepsilon$  - угловое ускорение (замедление) маховика, м/с<sup>2</sup>.

$$\varepsilon = \frac{\omega^2}{2\varphi}, \quad (6.78)$$

где  $\varphi$  - угол поворота маховика в процессе передачи момента на ключ гайковерта, град.

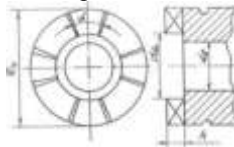


Рисунок 6.34 - К расчету кулачковой муфты

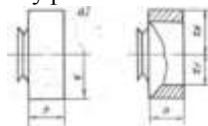


Рисунок 6.35 - Основные размеры маховиков: а - сплошного; б - кольцевого  
Приблизненно  $\varphi$  можно определить из угла закручивания вала ключа:

$$\varphi = \varphi_B K,$$

где  $K = 10 \dots 15$ .

Угол закручивания вала ключа:

$$\varphi_B = \frac{T_3 L}{G J_p}, \quad (6.79)$$

где  $L \approx 20 d$  - длина вала ключа;

$G = 8 \cdot 10^{10}$  Н/м<sup>2</sup> - модуль сдвига стали;

$J_p = 7i d_B^4 / 32$  - полярный момент инерции сечения вала.

Определив угловое ускорение и момент инерции маховика, задаются его конфигурацией, его размерами и исходя из этого находят его массу. Для сплошного маховика в виде диска:

$$m = \frac{2J}{r^2},$$

Для маховика в виде кольца:

$$m = \frac{2J}{r_2^2 - r_1^2}.$$

Зная массу маховика и его радиус, можно найти толщину маховика  $h$ . Для сплошного маховика:

$$m = \frac{m}{\pi r^2 \rho}. \quad (6.80)$$

для маховика в виде кольца:

$$m = \frac{m}{\pi(r_2^2 - r_1^2)\rho}, \quad (6.81)$$

где  $\rho$  - плотность материала маховика, кг/м<sup>3</sup>.

Мощность электродвигателя определяется из условия достаточно интенсивного разгона маховика, ротора электродвигателя и преодоления потерь на трение в ременной передаче и подшипниках.

Энергия вращения маховика:

$$W_{ep} = \frac{J\omega^2}{2}. \quad (6.82)$$

Мощность, необходимая для разгона:

$$N_p = \frac{W_{ep}}{\Delta t}, \text{ Вт}; \quad (6.83)$$

где  $\Delta t = 0,1 \dots 0,2$  с - время разгона.

Так как в справочной литературе момент инерции ротора электродвигателя не приводится, а пренебрегать им нельзя, пользуются коэффициентом запаса мощности  $K_3 = 2 \dots 3$ . Отсюда мощность электродвигателя:

$$N_{os} = \frac{N_p K_3}{\eta_p \eta_n^z}, \quad (6.84)$$

где  $\eta_p = 0,96 \dots 0,98$  - КПД ременной передачи;

$\eta_n = 0,99$  - КПД подшипника;

$z$  - число подшипников.

На этом расчет гайковерта инерционно-ударного действия закончен. При детальном проектировании, кроме того, рассчитывают ременную передачу и подбирают подшипники.

Для откручивания гаек колес автомобилей используются гайковерты модели И-319 и И-322, обеспечивающие регулируемый момент затяжки от 150 до 700 Нм.

Пневматические гайковерты, преимущественно ручные, нашли широкое применение для выполнения однотипных операций, а в процессах ТО и ТР практически не применяются.

*Контрольные вопросы:*

- 1) Назначение гайковертов.
- 2) Классификация гайковертов.
- 3) Как осуществляется регулировка момента затяжки гайковертов?
- 4) В чем отличия электромеханических и пневматических гайковертов?
- 5) Перечислите недостатки и преимущества ударно-инерционных гайковертов.
- 6) Перечислите недостатки и преимущества электромеханических гайковертов.
- 7) Перечислите недостатки и преимущества пневматических гайковертов.
- 8) Перечислите последовательность расчета гайковертов.
- 9) С чего начинают расчет инерционно-ударного гайковерта.

## ДОМКРАТЫ И ПОДЪЕМНИКИ

### Домкраты

К подъемному оборудованию относится оборудование, обеспечивающее удобный доступ к агрегатам, механизмам и деталям, расположенных снизу и сбоку автомобиля. К нему относятся - домкраты, подъемники, опрокидыватели, канавы и эстакады.

Домкраты предназначены для вертикального подъема груза на небольшую высоту.

Домкраты бывают механические (рис. 6.36 а), гидравлические (рис. 6.36 б), и пневматические (рис. 6.36 в).

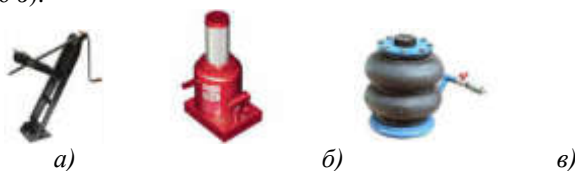


Рисунок 6.36 – Типы домкратов

Механические домкраты могут быть ручные и с электроприводом. Гидравлические - с ручным или приводным насосом. Пневмодомкраты вследствие чрезвычайно высокой упругости рабочего тела широкого распространения не нашли.

Механические ручные домкраты делятся на винтовые (рис. 6.37 а), реечные (рис. 6.37 б) и рычажно-реечные (рис. 6.37 в).

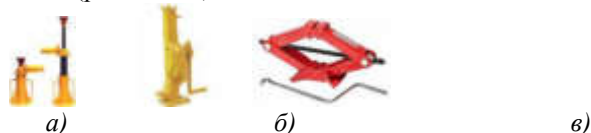


Рисунок 6.37 – Типы механических ручных домкратов

Подъемники классифицируются: по способу установки на стационарные и передвижные; по типу механизма подъемника - на механические и гидравлические; по роду привода - на ручные и электрические; по месту установки - на напольные и канавные. Наиболее распространенными являются электромеханические и гидравлические подъемники.

Простейший винтовой домкрат состоит из корпуса, в который запрессована бронзовая втулка-гайка, винта и пяты (рис. 6.38).

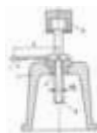


Рисунок 6.38 - Винтовой домкрат: 1 - корпус; 2 - гайка; 3 - винт; 4 - пята; 5-рукоятка

Винт перемещается при вращении рукоятки. Чтобы пята домкрата хорошо прилегала к поверхности груза ее часто делают самоустанавливающейся. При подъеме груза она не вращается. Винтовые домкраты самотормозящиеся, вследствие чего безопасны в эксплуатации. Винт домкрата изготавливают из стали 40 и 45. Головка винта подвергается термообработке. КПД самотормозящихся винтов всегда меньше 0,5. Для самоторможения необходимо, чтобы угол подъема винтовой линии (3 был меньше угла трения  $\rho$ ).

Внутренний диаметр винта:

$$d_B = \sqrt{\frac{4Q}{0,7\pi[\sigma_{см}]}} \quad (6.85)$$

где  $Q$  - сила, действующая на винт, Н;

$$[\sigma_{сж}] = \frac{[\sigma]_B}{[n]},$$

где  $n = 2, 5 \dots 3$  - коэффициент запаса прочности  
 $[\sigma]_B = 180 \dots 200 \text{ Н/м}^2$ .

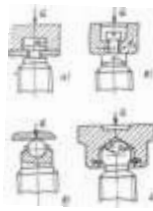


Рисунок 6.39 - Схемы к расчету опорных частей силовых винтов

Рассчитав внутренний диаметр винта  $d_B$ , по ГОСТу выбирают для трапецеидальной, прямоугольной или упорной резьбы шаг  $P$ , средний диаметр резьбы  $d_{cp}$  и наружный диаметр  $d_H$ . Затем проверяют условие самоторможения винта:

$$\beta < \rho,$$

$$\text{где } \beta = \arctg \left( \frac{P}{\pi d_{cp}} \right)$$

Если  $\beta \geq \rho$ , необходимо уменьшить шаг винта.

Крутящий момент, прилагаемый к винту:

$$M_{кр} = Q \frac{d_{cp}}{2} \operatorname{tg}(\beta + \rho) + M_n, \quad (6.86)$$

где  $M_n$  - момент трения на опорной поверхности пяты, зависящий от конструкции опоры.

Когда винт опирается непосредственно плоским торцом, момент рассчитывается по формуле:

$$M_n = \frac{1}{2} Q f_0 d_1. \quad (6.87)$$

Для случая, когда винт опирается через полый стакан:

$$M_n = \frac{1}{2} Q f_0 \frac{d_1^3 - d_2^3}{d_1^2 - d_2^2}, \quad (6.88)$$

где  $f_0 = 0,1 \dots 0,2$  - коэффициент трения в контакте между пятой и винтом;

При конструкции, когда винт опирается через сферу моментом трения на опорной поверхности пяты можно пренебречь.

При сферическом конце, опирающемся на конусную поверхность пяты, касание происходит по окружности диаметром  $d = 2 R_C \cos \varphi$ , где  $R_C$  - радиус сферы, а  $\varphi$  - половина угла при вершине конуса.

Нормальное давление на опорную поверхность:

$$N = \frac{Q}{\sin \varphi}. \quad (6.89)$$

В этом случае момент трения на опорной поверхности пяты определяется по формуле:

$$M_n = \frac{1}{2} Q f_0 d = Q f_0 R_C \operatorname{ctg} \varphi. \quad (6.90)$$

Для создания крутящего момента используют рукоятку длиной  $0,4 \dots 0,6$  м, при этом усилие на рукоятке не должно превышать  $300 \text{ Н}$ .

Задавшись длиной рукоятки, находят усилие на ней:

$$P_p = \frac{M_{кр}}{R} \leq 300 \text{ Н}.$$

Если данное условие не выполняется, необходимо увеличить длину рукоятки. Однако это не всегда бывает удобно при эксплуатации домкрата. Поэтому желательнее уменьшить шаг винта.

Так как винт домкрата является сильно нагруженным винтом, его проверяют на прочность по гипотезе удельной энергии формоизменения:

$$\sigma_e = \sqrt{\left( \frac{4Q}{\pi d_1^2} \right)^2 + \left( \frac{M_k}{0,2 d_1^3} \right)^2} \leq [\sigma],$$

где  $a_e$  - эквивалентное напряжение в опасном сечении винта;

$Q$  - сила, действующая на винт;

$M_k$  - крутящий момент в опасном сечении винта;

$d_1$  - внутренний диаметр резьбы;

$[\sigma]$  - допустимое напряжение (для большинства сталей, применяемых для изготовления винтов  $[\sigma] = 90 \text{ МПа}$ ).

На устойчивость винт проверяют по формуле Эйлера:

$$P_p = \frac{\pi^2 E J_p}{l^2}, \quad (6.91)$$

где  $P_{кр}$  - критическая сила, Н;

$E = 2 \cdot 10^{11} \text{ Н/м}^2$  модуль упругости стали;

$J_p$  - момент инерции поперечного сечения винта;

$l$  - длина винта (высота подъема). Для домкратов  $l = (8 \dots 10) d_H$

$$P_p = \frac{\pi d_B^4}{64} (0,375 + 0,625 \frac{d_H}{d_B}). \quad (6.92)$$

Запас устойчивости:

$$N_y = \frac{P_{KP}}{Q} \geq 4. \quad (6.93)$$

Число витков гайки:

$$z \geq \frac{3Q}{d_H^2 - d_B^2 [q]}, \quad (6.94)$$

где  $[q]$  - допускаемые удельные давления в контакте винта и гайки, Н/м<sup>2</sup>

Значения допускаемых удельных давлений берутся из таблицы в зависимости от материала винт-гайка (сталь-сталь, сталь-чугун и т. д.).

Число витков резьбы гайки не должно быть более 10, так как лишние витки все равно не будут работать.

Если получилось больше 10, то берут другой материал или увеличивают диаметр винта.

Высота гайки:

$$H = zp. \quad (6.95)$$

КПД домкрата:

$$\eta = \frac{A_n}{A},$$

где  $A_n = Qp$  - работа по поднятию груза за 1 оборот винта, Дж;

$A = 2P_p \pi R$  - работа совершаемая рабочим за 1 оборот винта, Дж.

### Реечные домкраты

Существует множество конструкций реечных домкратов. Обычно реечный домкрат состоит из рейки, корпуса, реечной шестерни, передаточных шестерен и рукоятки. В зависимости от грузоподъемности рейка перемещается одной, двумя или тремя зубчатыми парами. Достоинством этих домкратов является высокий КПД. Привод изготавливают с храповым остановом, действующим на подъем и опускание. Для компактности реечную шестерню делают с минимальным числом зубьев (до четырех).

Расчет реечных домкратов начинают с определения контактных напряжений:

$$\sigma_k = 1,18 \sqrt{\frac{E_{np} Q K_H}{2db_m \sin 2\alpha}} \leq [\sigma]_k. \quad (6.96)$$

где  $d$  - диаметр делительной окружности реечной шестерни, м;

$K_H = 1,15$  - коэффициент, учитывающий неравномерность распределения напряжений по поверхности зуба;

$b_m = (0,2 \dots 0,3) d$  - ширина шестерни, м;

$\alpha$  - угол в зацеплении, град.

Отсюда диаметр делительной окружности

$$d \geq \sqrt{\frac{1,4 E_{np} Q K_H}{[\sigma]_k^2 0,5 \sin 2\alpha}}.$$

Число зубьев шестерни берется  $z = 4 \dots 5$  шт. Модуль зацепления:  $m = d/z$ .

После выбора по справочным данным стандартного модуля уточняют диаметр делительной окружности:

$$d' = m_c z,$$

где  $m_c$  - стандартный модуль зацепления.

Момент, создаваемый грузом относительно оси шестерни:

$$M = \frac{Qd'}{2}. \quad (6.97)$$

Момент на рукоятке привода:

$$M_n = P_p R. \quad (6.98)$$

Для удобства пользования в автомобильных реечных домкратах с вращающейся ручкой принимается  $R = 0,12 \dots 0,2$  м.

Усилие на ручке  $P_p \leq 100$  Н. Если ручка качающаяся,  $R = 0,5$  м,  $P_p \leq 300$  Н. Общее передаточное число домкрата:

$$i_0 = \frac{M}{M_n \eta},$$

где  $\eta$  - КПД, зависящий от числа зубчатых пар домкрата.

Обычно  $\eta = 0,8$ . Если передаточное число больше или равно трех - берут две и более зубчатые пары. Желательно для уменьшения габаритов домкрата передаточное число одной пары брать не более 3. Общее передаточное число домкрата:

$$i_0 = i_1 i_2 i_3 \dots i_k,$$



где  $K$  - число зубчатых пар.

Расстояние от низа до центра реечной шестерни:

$$l_2 = 1,2 \frac{d'}{2}. \quad (6.99)$$

Расстояние от верха до центра реечной шестерни:

$$l_1 = 1,2 \frac{d'}{2} (i_1 + i_2 + i_3 + \dots + i_k + 2),$$

где  $i_1 i_2 i_3 \dots i_k$  - передаточные числа зубчатых пар.

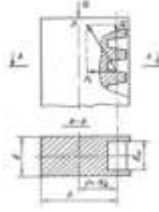


Рисунок 6.40 - К расчету рейки домкрата

Рейку рассчитывают на сжатие от веса поднимаемого груза:

$$\sigma = \frac{Q}{F} + \frac{M_u}{W} \leq [\sigma],$$

где  $F = b h$ ,  $W = b h^2/6$

Момент изгиба:

$$M_u = \frac{Q \cdot \text{tg} \alpha \cdot l_1 \cdot l_2}{l_1 + l_2} + \frac{Qh}{2}. \quad (6.100)$$

Расчет рейки на устойчивость проводят по формуле Эйлера:

$$P_{кр} = \frac{\pi^2 EJ_p}{l^2}, \quad (6.101)$$

где  $P_{кр}$  - критическая сила, Н;

$E = 2 \cdot 10^{11}$  Н/м<sup>2</sup> модуль упругости стали;

$J_p$  - момент инерции поперечного сечения рейки;

$$J_p = \frac{bh^3}{12},$$

$l$  - длина рейки (высота подъема), м.

Запас устойчивости:

$$N_y = \frac{P_{кр}}{Q} \geq 4. \quad (6.102)$$

Если устойчивость рейки неудовлетворительная, сечение рейки необходимо увеличить и повторить расчет.

### Гидравлический домкрат

Гидравлические домкраты просты в изготовлении, надежны при эксплуатации, могут иметь большую грузоподъемность и КПД и при этом довольно компактны. В гидравлических домкратах, так же как и в других, грузоподъемным элементом является шток. Подъем груза производится в процессе нагнетания жидкости (минерального масла) ручным плунжерным насосом в полость под штоком (рис. 6.41).



Рисунок 6.41 - Гидравлический домкрат: 1 - шток; 2 - винт; 3 - корпус; 4 - полость; 5 - пробка; 6 - насос; 7 - полость вод штоком; 8 - клапан; 9 - кран

Максимальная грузоподъемность домкрата определяется по формуле

$$Q = \frac{P_p U D^2 \eta}{d^2}, \quad (6.103)$$

где  $P_p \leq 300$  Н - усилие на рукоятке, Н;

$D$  - диаметр штока, м;

$d$  - диаметр плунжера, м;

$\eta$  - КПД домкрата (в среднем равен 0,7);

$U = R/l$ ;  $R$  - длина рукоятки (меньше или равна 0,5 м);

$l$  - длина рычага плунжера ( $l = 0,02 \dots 0,03$  м).

Диаметр плунжера принимают в пределах 0,008...0,01 м.

Диаметр штока:

$$D = \sqrt{\frac{Qd^2}{P_p U \eta}}. \quad (6.104)$$

Давление рабочей жидкости на выходе из насоса:

$$P_0 = \frac{4P_p U \eta}{\pi d^2}. \quad (6.105)$$

Производительность плунжерного насоса:

$$N_y = \frac{\pi d^2}{4 \cdot 60} S_0 n c_1, \quad (6.106)$$

где  $S_0 = (0,7 \dots 0,9)$  м - ход плунжера,

$c_1 = 0,95 \dots 0,98$  - коэффициент полезного использования насоса;

$n$  - число перемещений плунжера в минуту. (по правилам не менее 30).

Скорость подъема груза:

$$N_y = \frac{4V}{\pi D^2}. \quad (6.107)$$

Для предотвращения утечек рабочей жидкости из полости высокого давления поверхность штока обрабатывается с высокой точностью, подвергается закалке ТВЧ и хромируется. Полная герметичность соединений достигается установкой манжет.

*Контрольные вопросы:*

- 1) Для чего предназначены домкраты?
- 2) Какие бывают виды домкратов?
- 3) Какое оборудование относится к подъемному оборудованию?
- 4) Дайте классификацию подъемников.
- 5) Укажите последовательность расчета домкратов.
- 6) Какое количество витков резьбы гайки домкрата является оптимальным?
- 7) Укажите предельно допустимое усилие на рукоятке домкрата.
- 8) Какая длина рукоятки домкрата является наилучшей.
- 9) Домкраты какого типа получили наибольшее распространение?
- 10) За счет чего производится подъем груза гидравлическими домкратами?
- 11) В чем преимущества реечных домкратов?
- 12) Какое количество зубьев приводной шестерни реечного домкрата является оптимальным?
- 13) Укажите допустимое усилие на ручке реечного автомобильного домкрата.
- 14) Укажите допустимое усилие на качающейся ручке реечного автомобильного домкрата.
- 15) С чего начинается расчет реечного домкрата?
- 16) С чего начинается расчет гидравлического домкрата?
- 17) В чем преимущества и недостатки гидравлических домкратов?

## ВИНТОВЫЕ ЭЛЕКТРОМЕХАНИЧЕСКИЕ ПОДЪЕМНИКИ

Винтовые электромеханические подъемники могут быть 1, 2, 4, 6 и 8-ми стоечными, грузоподъемностью от 1,5 до 14 т. Двухстоечный напольный подъемник (П-133) состоит из двух коробчатых стоек и поперечины. В каждой стойке размещен ходовой винт, по которому перемещается грузоподъемная гайка с раздвижным подхватом. Ходовые винты приводятся во вращение от электродвигателя через редуктор, установленный на одной из стоек. Вращение на другой винт передается с помощью цепной передачи, смонтированной внутри напольной поперечины (рис. 6.42).

Подъемник крепится к полу анкерными болтами. Упорные ролики внутри стоек предохраняют винт от изгибающих усилий. Выпускаются также 4-х стоечные (П-150) и 6-стоечные подъемники, которые используют для вывешивания грузовых автомобилей и автобусов. Используются одностоечные подъемники П-238 и П-252, используемые в комплекте из 4 или 6 стоек. Эти стойки передвижные и могут быть установлены в любом помещении с ровным полом. Управление работой стоек осуществляется с пульта, обеспечивающего их синхронную работу.

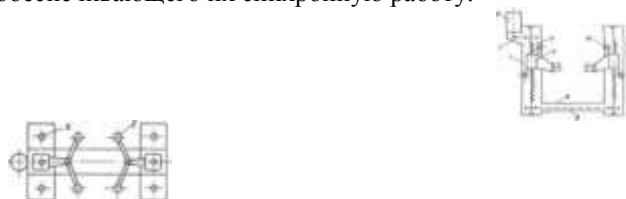


Рисунок 6.42 - Винтовой электромеханический подъемник: 1 - стойка; 2 - поперечина; 3 - винт; 4 - гайка; 5 - подхват; 6 - электродвигатель; 7 - редуктор; 8 - цепная передача; 9 - анкерный болт

В рассмотренных подъемниках вращаются винты, а гайки неподвижны. Есть конструкции подъемников с неподвижными винтами и вращающимися гайками. В этом случае электродвигатель и редуктор устанавливаются на подъемной раме, а вращение гаек осуществляется цепной передачей, смонтированной в пустотелой коробке подъемной рамы. Главным преимуществом электромеханических винтовых подъемников является их надежность и безопасность в работе и простое устройство. К недостаткам мож-

но отнести низкий КПД, необходимость тщательного ухода за грузовыми винтами, их периодическая очистка и смазка.

Расчет электромеханических подъемников во многом аналогичен расчету винтовых домкратов.

Нагрузка на один винт (на одну стойку) подъемника:

$$Q = \frac{G_a K_p}{n}, \quad (6.108)$$

где  $n$  - число стоек;

$G_a$  - сила веса автомобиля, Н;

$K_p = 1,1 \dots 1,3$  - коэффициент неравномерности распределения силы веса автомобиля по стойкам.

Для 4 - стоечных подъемников берется большее значение  $K_p$ , для 2 - стоечных - меньшее значение  $K_p$ .

Длина плеча подхвата:

$$CD = \frac{1}{4}B + L, \quad (6.109)$$

где  $B$  - ширина автомобиля, м;

$L = 0,25 \dots 0,4$  - запас по ширине на сторону, м.

Меньшее значение берется для легковых автомобилей.

Диаметр роликов берут в пределах  $0,05 \dots 0,07$  м. Можно задаться расстоянием АК и определить длину роликов. Можно поступить наоборот. Обычно  $AK = (0,3 \dots 0,5) CD$ ;  $CK = (0,5 \dots 0,7) AK$ .

Контактирующие поверхности (ролик и поверхность стойки) рассчитываются по контактным напряжениям. Определяем распределенную нагрузку:

$$q \leq \frac{[\sigma_k]^2 d}{2 \cdot 0,174ES},$$

где  $S = 1,2 \dots 1,3$  - коэффициент запаса;

$[\sigma_k]$  - допустимое контактное напряжение.

$E$  - модуль упругости.

Длина ролика:

$$l = \frac{R_k}{q}, \quad (6.110)$$

где  $R_k$  - сила действующая на ролик, Н.

Ролики в процессе качения создают дополнительное усилие на винте:

$$Q_g = R_k f z,$$

где  $f = 0,01$  - коэффициент трения качения;

$z$  - число роликов в стойке. Уточненное усилие на винте:

$$Q_y = Q + Q_g, \quad (6.111)$$

где  $Q$  - сила веса автомобиля, Н.

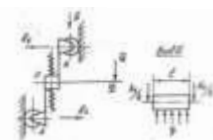


Рисунок 6.43 - Схема действия сил на опорные ролики

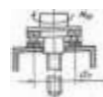


Рисунок 6.44 - Пример конструктивного исполнения верхней опоры грузового винта

Длина винта принимается равной высоте подъема автомобиля. Расчет винта на устойчивость не проводится т.к. обычно винт выполняется висячим, с опорой в верхней его части. В качестве опоры используют упорные или радиально-упорные подшипники. Поэтому расчет крутящего момента, прилагаемого к винту:

$$M_{kp} = Q_y \frac{d_{cp}}{2} \operatorname{tg}(\beta + \rho) + Q_y f \frac{d_n}{2}, \quad (6.112)$$

где  $f = 0,01$

$d_n$  - диаметр дорожки качения тел упорного подшипника, м.

Так как частота вращения вала невелика, подбор подшипника ведется по статической грузоподъемности:

$$Q_c > Q_y.$$

Скорость подъема принимается равной  $1,5 \dots 2$  м/мин.

Частота вращения винта:

$$n = \frac{V}{P}.$$

Задаваясь частотой вращения электродвигателя, определяют передаточное число от электродвигателя к винту:

$$i = \frac{n_{об}}{n}. \quad (6.113)$$

Если передаточное число меньше или равно 4, можно использовать для передачи момента от электродвигателя к винту клиноременную передачу. В противном случае подбирают редуктор.

Мощность электродвигателя одной стойки:

$$N = \frac{M_{кр} \pi n}{30 \eta_m}, \quad (6.114)$$

где  $\eta_m$  - механический КПД трансмиссии.

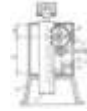


Рисунок 6.45 - Реечный домкрат: 1 - рейка; 2 - корпус; 3 - реечная шестерня; 4 - передаточные шестерня; 5 - рукоятка; 6 - храповой механизм

При использовании клиноременной передачи  $\eta_m = 0,96$ . В случае использования редуктора, принимаем механический КПД по справочным данным. Если на несколько стоек используется один привод, а ходовые винты соединены цепной передачей, то:

$$N_{эл} = \frac{zN}{\eta_ц}, \quad (6.115)$$

где  $z$  - число стоек;

$\eta_ц$  - КПД цепной передачи.

*Контрольные вопросы:*

- 1) Устройством и принцип работы подъемника.
- 2) Приведите классификацию подъемников.
- 3) Укажите преимущества электромеханических винтовых подъемников.
- 4) Укажите недостатки электромеханических винтовых подъемников.
- 5) Укажите последовательность расчета электромеханических винтовых подъемников.
- 6) Как определяется длина винта подъемника?
- 7) С чего начинается расчет электромеханических винтовых подъемников?

## ГИДРАВЛИЧЕСКИЕ ПОДЪЕМНИКИ

Стационарные напольные гидравлические подъемники могут быть одно-, двух- и многоплунжерные, грузоподъемностью от 2 до 12 т и более.

В одноплунжерном подъемнике при подъеме масло берется из бака и насосом подается в нижнюю полость цилиндра. Высота подъема до 1,5 м. Скорость подъема около 2 м/мин. При опускании подъемника насос не работает и плунжер опускается под действием силы веса автомобиля. Скорость опускания можно регулировать клапаном. При достижении максимальной высоты срабатывает перепускной клапан (рис. 6.46).

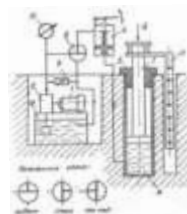


Рисунок 6.46 - Одноплунжерный гидравлический подъемник: 1 - электродвигатель; 2 - насос; 3 - кран; 4 - клапан; 5 - направляющий цилиндр; 6 - стойка; 7 - плунжер; 8 - гидроцилиндр; 9 - перепускной клапан; 10 - бак; 11 - манометр

Для предупреждения самопроизвольного опускания плунжера подъемники оборудуют предохранительной стойкой с отверстиями под фиксирующий стержень.

Недостатком одноплунжерного подъемника является затрудненный доступ к механизмам автомобиля снизу. Однако возможен поворот автомобиля вокруг вертикальной оси в любое удобное положение. За счет этого может экономиться производственная площадь, отводимая для маневрирования автомобиля и его проезда.

Двухплунжерные подъемники применяются для подъема автомобилей массой до 16 т. Они состоят из двух одноплунжерных подъемников, цилиндры которых заглублены в полу. Каждый плунжер имеет короткую раму или вильчатую опору (подхват) для осей автомобиля. Оба плунжера приводятся в действие от одной насосной установки. Для уравнивания скоростей перемещения плунжеров имеется тросоперетягивающее устройство. Несмотря на простоту конструкции, плавность хода и бесшумность,

гидравлические подъемники имеют и недостатки. Вследствие износа или деформации уплотняющего сальника плунжера может происходить самопроизвольное опускание платформы с автомобилем, происходит подтекание масла, необходимость заглубления в полу сильно удорожает перепланировку производственных помещений.

Расчет гидравлического подъемника.

Определяем нагрузку, приходящуюся на один плунжер подъемника:

$$Q = \frac{G_a K_p}{n}, \quad (6.116)$$

где  $G_a$  - сила веса, Н

$K_p = 1,1 \dots 1,3$  - коэффициент неравномерности распределения нагрузки по плунжерам;

$n$  - число плунжеров.

Диаметр плунжера:

$$D = \sqrt{\frac{4Q}{\pi P \eta}}, \quad (6.117)$$

где  $P$  - давление создаваемое насосом, Па;

$\eta$  - КПД подъемника (0,94...0,98).

После нахождения диаметра плунжера по справочным данным подбирают уплотнительную манжету и по ее стандартному размеру корректируют рассчитанный диаметр.

Определяем емкость бака под рабочую жидкость:

$$Q = \frac{\pi n D^2 H K}{4}, \quad (6.118)$$

где  $H$  - высота подъема, м;

$K = 4 \dots 5$  - коэффициент запаса.

Производительность насоса:

$$V = \frac{n \pi D^2 V_n}{4 \eta_0}, \quad (6.119)$$

где  $\eta_0 = 0,7$  - объемный КПД.

Мощность электродвигателя:

$$N = VP.$$

*Контрольные вопросы:*

- 1) В чем заключается преимущества гидравлических подъемников?
- 2) Классификация гидравлических подъемников.
- 3) Для подъема каких автомобилей предназначены одноплунжерные подъемники?
- 4) Для подъема каких автомобилей предназначены двухплунжерные подъемники?
- 5) Укажите недостатки одноплунжерных подъемников.
- 6) Как и за счет чего осуществляется уравнивание скоростей плунжеров?
- 7) Недостатки гидравлических подъемников.

## СЪЕМНИКИ

Съемники относятся к самому распространенному виду технологического оборудования, которое приходится проектировать инженерам автомобильного транспорта. Съемники широко применяются при проведении технического обслуживания и ремонта автомобилей.

### Основные конструкции съемников

Съемники подразделяются на рычажные и винтовые. В рычажных съемниках основным элементом конструкции является рычаг первого или второго рода, позволяющий при соответствующем отношении плеч увеличивать силу тяги в несколько раз.

Съемник состоит из рычага, подвески для крепления болта и упорной стойки (рис. 6.47). Рычаг качается относительно оси валика, который закладывается в канавку стойки. Для увеличения хода подвески в стойке делают несколько одинаковых канавок. Такие съемники просты по конструкции, но создают небольшие усилия, кроме того, так как подвеска движется по траектории окружности, возникают боковые силы, перекашивающие снимающую деталь. В силу указанных недостатков рычажные съемники не нашли широкого распространения.



Рисунок 6.47 - Рычажный съемник: 1 - рычаг; 2 - подвеска; 3 - стойка; 4 – ось

Винтовые съемники разнообразны по конструкции (рис. 6.48, 6.49). Основной деталью такого съемника является силовой винт, ввернутый в траверсу, которая тем или иным способом связана с демонтируемой деталью. При ввертывании винт упирается в торец другой детали и перемещает траверсу съемника, стягивая одну деталь с другой.

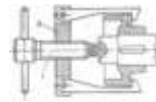


Рисунок 6.48 - Винтовой съемник: 1 - винт силовой; 2 - траверса.

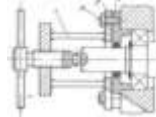


Рисунок 6.49 - Винтовой съемник закрепленный на снимаемое детали: 1 - съемник; 2 - болт; 3 - кольцо съемника; 4 - снимаемая деталь

По способу закрепления на демонтируемой детали съемники могут быть следующих типов:

- закрепляемые на шпильках или болтах снимаемой детали или узла;
- навинчиваемые (или ввинчиваемые) на резьбу снимаемой детали;
- с фрикционным зажимом детали, захватывающие деталь за наружную или внутреннюю цилиндрические поверхности и стягивающие деталь за счет силы трения между съемником и снимаемой деталью;

- захватом детали или с упором в нее.

Навинчиваемые съемники (рис.6.50) Применяют в тех случаях, когда на деталях имеется резьба, иногда специально предусмотренная для снятия детали, как, например, на маховиках, шестернях, крышках и т.п. Принцип действия съемника понятен из рисунка.

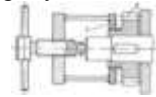


Рисунок 6.50 - Навинчиваемый съемник: 1 - кольцо съемника с резьбой; 2 – снимаемая деталь

Съемники с фрикционным зажимом детали, в свою очередь, могут быть разделены на две группы:

- имеющие в своей нижней части разрезное кольцо (рис.6.51 а), которое с небольшим зазором надевается на снимаемую деталь и сжимается специальным винтом;

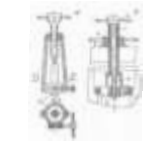


Рисунок 6.51 - Съемник с разрезным кольцом (а) и с цанговым захватом (б): 1 - винт; 2 - вороток; 3 - наконечник; 4 - гайка; 5 - манка; 6 - конус; 7 - цанга; 8 - снимаемая деталь.

- имеющие разрезную упругую деталь (цангу).

Один из цанговых съемников, предназначенный для выпрессовки седла клапана двигателя показан на рис.6.51 б. Он состоит из винта-штанги 1 с воротком 2 и наконечником 3, гайки 4, опорной планки 5, конуса 6 и разрезного стакана (цанги) 7.

Для выпрессовки седла приспособление вводят внутрь цилиндра так, чтобы цанга 7 вошла в отверстие седла, а планка 5 легла на торец гильзы цилиндра или на фланец блока. Вращением винта 1 достигается перемещение конуса 6 вверх, что вызывает разжим цанги и захват седла за его внутреннюю цилиндрическую поверхность. Выпрессовка седла производится вращением гайки 4.

Съемники с захватом детали или с упором в нее - самые распространенные. Захват детали может осуществляться корпусом съемника или лапками (рис.6.52).

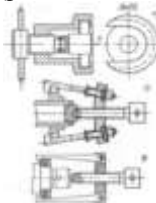


Рисунок 6.52 - Винтовые упорные съемники: а - с захватом детали корпусом съемника; б, в - с захватом детали лапками

В первом случае в корпусе (рис.6.52 а) выполнено соответствующее гнездо для детали. Съемник подводится сбоку и после того, как ось силового винта расположится по оси снимаемой детали, вращением винта производят выпрессовку.

Чаще всего захват детали производится двумя, тремя или большим количеством лапок или тяг. Иногда лапки крепятся на корпусе съемника жестко - с помощью сварки, заклепок или туго насаженных осей. Такие конструкции называются съемниками с постоянным разводом. Чаще лапки соединяются с корпусом шарнирно и могут отклоняться на некоторый угол (рис.6.52 б, в). Это раздвижные съемники.

В некоторых конструкциях съемников лапки после их надевания удерживаются от самопроизвольного расхождения специальным кольцом или хомутиком. Иногда лапки удерживаются в сомкнутом состоянии особыми рычажками, приводимыми в действие от съемного винта или траверсы

На рисунке 6.53 показан такой съемник, лапки 1 которого шарнирно соединены с планкой 2, а тягами 3 с траверсой 4.



Рисунок 6.53 - Универсальный съемник: 1 – лапка; 2 - планка; 3 - тяга; 4 - траверса; 5 - вороток; 6 - втулка; 7 - винт

Планки и траверса имеют, соответственно, правую и левую резьбы, в которые ввернута втулка 6. При вращении этой втулки воротком 5 планка и траверса сближаются или расходятся, вызывая перемещение лапок. Усилие выпрессовки создается винтом 7.

Для условий мелкосерийного производства, а также для работ по ремонту агрегатов и оборудования удобно пользоваться двух - или трехлапчатыми съемниками с раздвигающимися по Т-образной планке сменными лапками (рис.6.54).

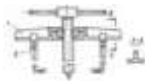


Рисунок 6.54 - Съемник с Т-образной планкой: 1 - планка; 2 – передвижная лапка

В тех случаях, когда демонтируемую деталь не предусматривается использовать повторно, зажимное приспособление съемника снабжают специальными губками с мелкими зубцами, врезающимися в деталь. Вследствие этого сила сцепления между губками и снимаемой деталью значительно возрастает.

Конструкция одного из таких съемников показана на рисунке 6.54.



Рисунок 6.55 - Съемник с зажимом: 1 - рычаг; 2 - хомут; 3 - гайка; 4 - вороток; 5 - винт

При вращении воротка 4 гайка 3, перемещаясь по винту 5 вверх, вначале разводит верхние концы рычагов 1 и зажимает деталь. При дальнейшем вращении винта гайка тянет рычаги с хомутом 2 за собой и снимает деталь.

Для распрессовки деталей при разборке механизмов могут потребоваться съемники других конструкций. Все разнообразие возможных схем и конструкций съемников предусмотреть невозможно. Более того, пользоваться при конструировании общими рекомендациями следует осторожно, так как для каждого конкретного случая, как правило, может быть спроектировано несколько вариантов съемников.

Критически оценить преимущества и недостатки каждого из них и выбрать рациональную схему - серьезная творческая задача. Например, требуется сконструировать приспособление для выпрессовки втулки из глухого отверстия. Для этой цели могут быть использованы схемы некоторых рассмотренных ранее съемников. Для удержания втулки при ее выпрессовке может быть использована разжимная цанга с фрикционным захватом или раздвигаемые кулачки с насечкой. Кроме того, если втулка запрессована так, что между нижним торцом втулки и дном отверстия имеется зазор, захватить втулку можно за ее торец со стороны дна. Силовая часть приспособления во всех этих случаях может быть выполнена в виде винта или рычага .

Если поверхность отверстия втулки достаточно гладкая, для ее выпрессовки можно применить гидростатический принцип. В этом случае внутрь втулки наливается масло, а в отверстие вводится плунжер с манжетным уплотнением. Давлением на этот плунжер или ударом по нему повышают гидростатическое давление жидкости, за счет чего производится выпрессовка втулки.

Для выпрессовки втулок небольшого диаметра может быть применен конический винт с рукояткой. Захват втулки осуществляется в этом случае за счет ввертывания винта во втулку.

### Силы в прессовых соединениях

Исходным параметром при проектировании съемников является усилие запрессовки (выпрессовки) деталей.

Наибольшая сила запрессовки, необходимая для сборки продольно- прессового соединения с гарантированным натягом (рис. 6.56).

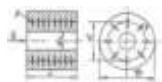


Рисунок 6.56 - Сопряжение деталей с натягом

Съемники с фрикционным зажимом детали делятся на имеющие в нижней части разрезное кольцо (которое с небольшим зазором садится на снимаемую деталь и зажимается специальным винтом) и съемники имеющие разрезную упругую деталь (цангу) (для выпрессовки седла клапана).

Съемники с захватом детали или с упором в нее - самые распространенные. Захват детали может осуществляться корпусом съемника или лапками. В первом случае в корпусе съемника выполнено соответствующее гнездо для детали. Съемник подводится сбоку и после того, как ось силового винта расположится по оси снимаемой детали, вращение винта производят выпрессовку.

Чаще всего захват детали производится двумя, тремя или большим количеством лапок и тяг. Обычно лапки соединяются с корпусом шарнирно и могут отклоняться на некоторый угол.

В некоторых конструкциях лапки удерживаются от самопроизвольного расхождения специальными устройствами.

Для условий мелкосерийного производства, по ремонту агрегатов и оборудования используют двух- и трехлапчатые съемники с раздвигающимися по Т-образной планке сменными лапками.

В тех случаях, когда демонтируемая деталь не будет использована вторично, зажимное устройство снабжают специальными губками с мелкими зубцами, врезающимися в деталь. Вследствие этого сила сцепления между губками и снимаемой деталью возрастает в несколько раз.

Для распрессовки деталей при разборке механизмов могут понадобиться съемники различных конструкций. Все разнообразие возможных схем и конструкций предусмотреть невозможно. Критически оценить преимущества и недостатки каждой из них и выбрать рациональную - довольно сложная задача требующая серьезного творческого подхода.

Исходным параметром при проектировании съемников является усилие запрессовки (выпрессовки) деталей.

Наибольшая сила запрессовки, необходимая для сборки продольно-прессового соединения с гарантированным натягом:

$$P_3 = f_3 \pi d p L, \quad (6.120)$$

где  $f_3$  - коэффициент трения при запрессовке;

$p$  - удельное давление на поверхности контакта, Н/м<sup>2</sup>;

$d$  - диаметр охватываемой детали, м;

$L$  - длина запрессовки, м.

Удельное давление  $p$  на поверхности контакта:

$$p = \frac{\delta \cdot 10^{-3}}{d \left( \frac{C_1}{E_1} + \frac{C_2}{E_2} \right)}, \quad (6.121)$$

где  $\delta$  - расчетный натяг, мкм;

$E_1, E_2$  - модули упругости материалов охватываемой и охватывающей деталей.

$$C_1 = \frac{d^2 + d_0^2}{d^2 - d_0^2} - \mu_1,$$

$$C_2 = \frac{D^2 + d_0^2}{D^2 - d_0^2} + \mu_2,$$

где  $\mu$  - коэффициент Пуассона материалов деталей.

Расчетный натяг соединения:

$$\delta = \Delta d - 1,2(R_{z1} + R_{z2}), \quad (6.122)$$

где  $\Delta d$  - номинальный натяг, мкм;

$R_{z1}, R_{z2}$  - высоты микронеровностей сопрягаемых поверхностей, мкм.

Высота микронеровностей соответствует определенному классу шероховатости.

Значение коэффициента трения на контактной поверхности зависит от способа сборки, удельного давления на поверхности контакта, высоты микронеровностей, рода смазки поверхностей, применяемой при запрессовке деталей. Для сборки прессованием  $f_3 = 0,08 \dots 0,1$ , для сборки с нагревом или охлаждением  $f_3 = 0,12, 0,14$

Величина усилия, требуемого для запрессовки холодного шарикоподшипника:

$$P_n = \frac{f_3 \delta E \pi B \cdot 10^{-6}}{2N}, \quad (6.123)$$

где  $E$  - модуль упругости материала кольца подшипника, Н/м<sup>2</sup>;

$B$  - ширина кольца подшипника, м;

$N$  - коэффициент, определяемый конструктивными размерами подшипника.

$$N = \frac{1}{\left(1 - \frac{d}{d_0}\right)^2}, \quad d_0 = d + \frac{D^2 - d^2}{4}, \quad (6.124)$$

где  $d$  - диаметр отверстия внутреннего кольца, м;

$D$  - наружный диаметр подшипника.

Для определения усилий выпрессовки считают, что оно на 10..15 % больше силы запрессовки.

После определения усилия выпрессовки рассчитывают привод съемника, который часто представляет из себя винтовую передачу. Расчету на прочность подвергаются головки съемника и его лапки или силовые стремянки.

Расчет силового винта аналогичен расчету винта домкрата с единственным отличием - в винтовых приспособлениях допускается применение винтов с метрической резьбой. Внутренний диаметр резьбы при этом не превышает, как правило, 20 мм. Винты диаметром более 20 мм рекомендуется изготавливать с упорной, трапециевидальной или прямоугольной резьбами.

Траверса (планка) съемника рассчитывается на изгиб от силы винта как балка на двух опорах, считая опоры на осях двух тяг. Опасное сечение находится посередине траверсы.



Лапки (тяги) передают усилие при распрессовывании соединения от силового винта снимаемой детали. Их рассчитывают на растяжение от силы при расположении лапок параллельно оси винта:

$$Q_1 = \frac{Q}{n}, \quad (6.125)$$

где  $n$  - число лапок.

Если лапки расположены к оси под некоторым углом, то расчетное усилие определяется:

$$Q_1 = \frac{Q}{n} \cos \gamma. \quad (6.126)$$

Захватывающие концы лапок рассчитывают на изгиб от нагрузок  $Q_1$ . Работают они как консольная балка: наибольшее напряжение изгиба возникает в месте перехода концов к телу лапок.

Проектирование стендов для разборки и сборки агрегатов автомобилей начинают с определения схемы базирования ремонтируемого агрегата на приспособлении и выборе установочных элементов. Далее составляют схему закрепления агрегата и выбирают тип силовых зажимов.

При построении схемы определяют точки приложения и направления сил зажима, а также величину потребных сил при проведении разборочно-сборочных работ на ремонтируемом агрегате. Силы зажима следует обязательно направлять на опоры. Обязательному расчету на прочность подвергают установочные элементы стенда, стойки стенда, а также элементы поворотных и стопорных механизмов.

Для передвижных стендов необходимо рассчитать конструкцию на устойчивость.

*Контрольные вопросы:*

- 1) Типы съемников.
- 2) Назначение, устройство и принцип работы съемников.
- 3) Какой параметр является исходным при проектировании съемников?
- 4) Как классифицируются съемники по типу захвата деталей?
- 5) На какие группы подразделяются съемники с фрикционным зажимом детали?
- 6) Преимущества и недостатки рычажных съемников.
- 7) В чем особенность съемников предназначенных для демонтажа деталей не пригодных к вторичному использованию?
- 8) В каких случаях используются навинчиваемые съемники?
- 9) В каких случаях используются рычажные съемники?
- 10) Какие расчеты на прочность необходимы при проектировании съемников?

## СТЕНДЫ ДЛЯ ДИАГНОСТИРОВАНИЯ АВТОМОБИЛЕЙ

Стенды для диагностирования автомобилей являются базовым оборудованием, на основе которых создаются посты диагностики в АТП. Диагностические стенды подразделяются на стенды тормозных тяговых и ходовых качеств.

По типу опорно-сцепного устройства - барабанные (роликовые), платформенные (площадочные), оптические.

По типу нагрузочно-приводного устройства - силовые, инерционные.



Рисунок 6.57 – Классификация стендов

Основными техническими характеристиками стендов тормозных качеств являются:

- допустимая нагрузка на ось, кН;
- окружная скорость роликов (барабанов), км/ч;
- максимальная реализуемая тормозная сила, кН;
- суммарная приводная мощность, кВт;
- колея барабанов, мм;
- масса, кг;
- габаритные размеры, мм.

Для стендов тяговых качеств основными техническими характеристиками являются:

- допустимая нагрузка на ось, кН;
- максимальная тормозная мощность, кВт;
- максимальное тяговое усилие, кН;
- максимальная лимитируемая скорость, км/ч;
- масса, кг;
- габаритные размеры, мм.

Для барабанных стендов основными техническими характеристиками являются:

- имитируемая скорость, км/ч;

- нагрузка на ось, кН;
- предел измерения боковой силы, Н;
- мощность электродвигателя, кВт;
- габаритные размеры, мм;
- масса, кг.

Конструктивно диагностический стенд включает в себя: опорно-сцепное устройство, нагрузочно-приводное устройство, датчики и пульт управления.

В качестве опорно-сцепного устройства могут быть использованы барабаны (ролики), платформы или ленточные опоры. В настоящее время самое широкое распространение получили барабанные опорно-сцепные устройства. Роликовые стенды позволяют имитировать условия работы автомобилей на любых режимах (рис. 6.58). В основу конструкции таких стендов положен принцип обратимости движения (автомобиль неподвижен, а движутся ролики).

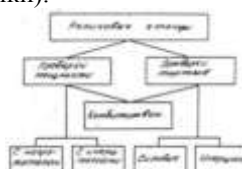


Рисунок 6.58 – Классификация роликовых стендов

Кинематические схемы барабанных опорно-сцепных устройств могут иметь до 56 вариантов для трехосных автомобилей. Для двухосных автомобилей более всего распространены опорно-сцепные устройства со спаренными барабанами под одно колесо. Такая схема применяется как для стендов тормозных, так и для стендов тяговых качеств.

Для стендов тормозных и тяговых качеств трехосных автомобилей получили широкое распространение опорно-сцепные

устройства со спаренными барабанами под одно колесо и поддерживающими барабанами под колеса заднего моста.

Опорно-сцепные устройства со сплошными спаренными барабанами под ось получили распространение только для стендов тяговых качеств, а опорно-сцепные устройства с одинарными барабанами - для стендов ходовых качеств.

Конструкция опорно-сцепного устройства должна обеспечивать:

- реализацию максимальной величины измеряемого параметра (тяговой или тормозной силы);
- устойчивое положение автомобиля на стенде;
- возможность легкого самостоятельного выезда автомобиля со стенда;
- минимальный износ шин автомобиля при диагностировании.

### Проектирование стендов для проверки мощности

Стенды проверки мощности предназначены для оценки тяговых качеств автомобилей при их диагностировании. В процессе испытаний автомобиля на СПМ можно измерять расход топлива, оценивать уровень шумов и вибраций двигателя и трансмиссии. Некоторые СПМ позволяют определять техническое состояние агрегатов трансмиссии путем оценки в них потерь механической энергии. Так как в процессе движения автомобиля по роликам стенда передние колеса неподвижны и отсутствует сопротивление встречного потока воздуха, на ведущих колесах создается избыток мощности, поглощаемый нагрузителем стенда.

Конструкция нагрузителя позволяет измерять поглощаемую мощность, являющуюся основным комплексным параметром технического состояния автомобиля. В качестве нагрузителей могут использоваться гидравлические, электрические или вихревые тормоза, а также инерционные массы. В последнем случае оценка мощности, подводимой к колесам, производится по косвенным параметрам: времени или пути разгона автомобиля (рис. 6.59).

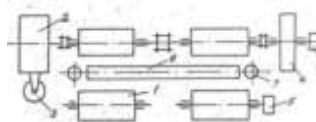
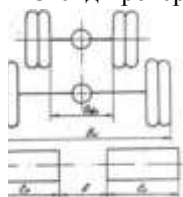


Рисунок 6.59 - Стенд проверки мощности: 1 - беговой ролик; 2 - нагрузитель; 3 - датчик крутя-



щего момента; 4 - инерционная масса; 5 - тахогенератор; 6 - выталкиватель колес; 7 - колесоотбойник

Рисунок 6.60 - К расчету основных размеров роликового стенда

Обычно стенды проверки мощности проектируются по схеме представленной на рисунке.

Для предотвращения проскальзывания колеса относительно роликов их диаметр принимают в пределах 0,35...0,40 от диаметра колеса, но не менее 240 мм, так как при дальнейшем уменьшении диаметра резко возрастает сопротивление качению колеса.

Для удобства обработки сигналов датчиков пути и скорости желательно, чтобы 1 оборот ролика соответствовал пути автомобиля длиной в 1 м. Поэтому стенды для диагностирования большинства моделей грузовых автомобилей и автобусов имеют ролики с диаметром 318 мм. Стенды проверки мощности легковых автомобилей имеют ролики меньшего диаметра.

Длина роликов зависит от конструктивных параметров шин и степени универсальности стенда:

$$l_p = \frac{(B_H - B_{BH})}{2} - a. \quad (6.127)$$

Расстояние между роликами:

$$b = B_{BH} - a, \quad (6.128)$$

где  $B_H$  - наибольшая наружная колея;

$B_{BH}$  - наименьшая внутренняя колея;

$a = 100... 150$  мм-запас по длине.

При испытаниях автомобиля на стенде, если неправильно выбрано расстояние  $L$ , произойдет отрыв колеса от заднего ролика и автомобиль выедет со стенда. Чтобы этого не произошло, должно выполняться условие:

$$G''_{K3} \varphi \leq G'_{K3} + G_{KП} f + G''_{K3} f_p,$$

где  $\varphi$  - коэффициент сцепления колес с роликами;

$f$  и  $f_p$  - коэффициент сопротивления качению колес по поверхности пола и роликам.

$G$  - весовая нагрузка на колесо (переднее и заднее).

Если принять, что:  $G_{K3} \approx G_{KП}$ , то:

$$G_{K3} \cos \alpha \varphi \leq G_{K3} \sin \alpha + G_{K3} f + G_{K3} \cos \alpha f_p.$$

Если ролики стальные, то:

$$f \approx f_p \cos \alpha;$$

Отсюда:  $\varphi \leq \operatorname{tg} \alpha + 2f_p$  или  $\varphi \leq \operatorname{tg} \alpha - 2f_p$ .

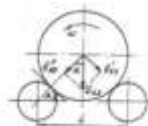


Рисунок 6.61 - Схема взаимодействия колеса и роликов стенда проверки мощности

Расстояние между осями роликов:

$$L = R_K + R_P; \quad (6.129)$$

где  $R_K$  и  $R_P$  - соответственно радиусы колеса и ролика, м.

В том случае если  $\alpha > 27^\circ$  стенд должен быть оборудован выталкивателем колес.

Ход подъемника выталкивателя:

$$H = H' + h, \quad (6.130)$$

где  $H' = (R_K + R_P)(1 - \cos \alpha)$ .

$h = 20...30$  мм - гарантированный зазор.

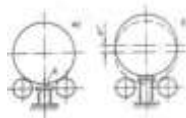


Рисунок 6.62 - К расчету хода подъемника: а - подъемник опущен; б - подъемник поднят

Часто в качестве исполнительных механизмов подъемников используют пневмоподушки подвески автобусов. Подъемная сила выталкивателя должна быть больше силы веса, приходящейся на колесо. Иногда выталкиватели конструктивно объединяют с тормозом, блокирующим ролики в момент выезда автомобиля. В этом случае усилие на штоке исполнительного механизма:

$$P \geq \frac{G_3}{2} + G_3 \cos \alpha \frac{\varphi}{\varphi_1},$$

где  $\varphi_1$  - коэффициент трения между тормозной накладкой и роликом.

Для уменьшения силы  $P$  колодки располагают под некоторым углом к вертикальной оси. Тогда:

$$P \geq \frac{G_3}{2} + G_3 \cos \alpha \frac{\varphi}{\varphi_1} \cos \beta.$$

В расчетах  $\varphi = 0,5$ , а  $\varphi_1 = 0,28...0,62$  в зависимости от материала фрикционных накладок. Накладки от тормозных механизмов автомобилей, в состав которых входит коротковолновой асбест, наполнители в виде оксида цинка, железного сурика и связующие синтетические смолы, обеспечивают  $\varphi = 0,3...0,35$ .

Площадь накладки  $F$  определяется исходя из удельного давления  $P_0$ :

$$F = \frac{G_3 \cos \alpha \frac{\varphi}{\varphi_1}}{2P_0}, \quad (6.131)$$

где  $P_0 = 0,15 \dots 0,25 \text{ Н/мм}^2$ .

Если площадь получается большой, используют тормоза без накладок. В ряде случаев, когда усилие на исполнительном механизме получается слишком большим, используют специальные тормозные устройства в виде зубчатых дисков, сидящих на одном валу с роликом и затормаживаемых отдельным исполнительным механизмом. Часто в качестве исполнительного механизма используют тормозные камеры автомобилей ЗИЛ.

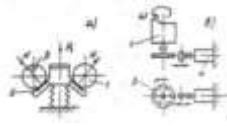


Рисунок 6.63 - Варианты конструкций тормозов роликов: а - тормоз совмещен с подъемником; б - тормоз выполнен в виде стопора; 1 - ролик; 2 - фрикционная накладка; 3 - зубчатый диск; 4 - пневмоцилиндр.

Подшипники роликов и инерционной массы рассчитывают по динамической грузоподъемности:

$$C = P_0 \sqrt{\frac{L}{a_1 a_2}}, \quad (6.132)$$

где  $P$  - эквивалентная нагрузка, Н, ( $P=3$  - для шариковых подшипников

$P=3,33$  - для роликовых подшипников);

$a_1 = 1$  - коэффициент надежности;

$a_2$  - обобщающий коэффициент влияния качества металла и условий эксплуатации;

$L$  - ресурс, млн. об.

В опорах применяют двухрядные сферические самоустанавливающиеся подшипники, исключающие нарушение нормальных условий работы при прогибе длинных валов и перекосах при монтаже. Для них  $a_2 = 0,5 \dots 0,6$ .

Расчет эквивалентной нагрузки:

$$P = \frac{G K_\sigma K_m}{z \cos \alpha}, \quad (6.133)$$

где  $z$  - число опор роликов стэнда;

$K_\sigma$  - коэффициент безопасности;

$K_m$  - температурный коэффициент.

Если нагрузка с умеренными толчками, то  $K_\sigma = 1,3 \dots 1,5$ . Так как температура подшипников стэнда при работе не превышает  $100^\circ \text{C}$ ,  $K_m=1$ .

Ресурс рассчитывается исходя из средней частоты вращения роликов при скорости 60 км/ч для грузовых автомобилей и при 90 км/ч для легковых автомобилей,

$$L = \frac{1000VT n_{cm} D_{pe} K_u A}{120\pi R_p}, \quad (6.134)$$

где  $T$  - продолжительность смены, ч;

$n_{cm} = 1 \dots 1,5$  - число рабочих смен в сутки;

$D_{pe} = 253$  или  $305$  дней работы в году;

$K_u = 0,3 \dots 0,4$  - коэффициент использования стэнда;

$A = 7$  лет - срок службы стэнда.

Если используют для блокировки роликов в момент выезда автомобиля фрикционные тормоза, создающие большие усилия, нормальные к поверхности ролика, подшипники следует проверять на статическую грузоподъемность.

Параметры нагружателя стэнда определяют решением уравнения мощностного баланса относительно мощности, поглощаемой нагружателем:

$$N_x = N_e - N_{Ba} - N_{mp} - N_f - N_{cm}, \quad (6.135)$$

где  $N_e$  - мощность двигателя автомобиля по внешней скоростной характеристике, кВт;

$N_{Ba}$  - мощность, затрачиваемая на привод вспомогательных агрегатов автомобиля, кВт;

$N_{mp}$  - потери мощности в трансмиссии, кВт;

$N_f$  - потери мощности на трение качения колес по роликам стэнда кВт;

$N_{cm}$  - потери мощности в механизмах стэнда, кВт.

На первом этапе расчета формируется массив данных в виде таблицы:

Наименование параметра	Значение параметра при скорости, км/ч			
	50	60	70	80
$n_{дв} \text{ мин}^{-1}$				
$N_e$ , кВт				
$N_{Ba}$ , кВт				
$N_{mp}$ , кВт				
$N_{cm}$ , кВт				

Для расчета нагрузателя стенда проверки мощности грузовых автомобилей и автобусов скорость берется в четырех точках внешней скоростной характеристики: 50, 60, 70, 80 км/ч, а легковых -60, 80, 100, 120 км/ч.

Частота вращения коленчатого вала двигателя:

$$n_{\text{об}} = \frac{2,65Vi_0}{R_k}, \quad (6.136)$$

где  $V$  - скорость автомобиля, км/ч;

$i_0$  - передаточное отношение главной передачи;

$R_k$  - радиус колеса, м.

$$N_e = N_M \left[ a \left( \frac{n_{\text{об}}}{n_N} \right) + b \left( \frac{n_{\text{об}}}{n_N} \right)^2 - c \left( \frac{n_{\text{об}}}{n_N} \right)^3 \right], \quad (6.137)$$

где  $N_M$  - максимальная мощность по паспорту, кВт;

$n_N$  - частота вращения коленчатого вала, соответствующая максимальной мощности, об/мин;

$a$ ,  $b$  и  $c$  - коэффициенты.

Для дизельных двигателей  $a = 0,67$ ;  $b = 1,33$ ;  $c = 1,0$ .

Для бензиновых двигателей  $a = b = c = 1$ .

Мощность, затрачиваемая на привод вспомогательных агрегатов:

$$N_{\text{га}} = (1 - \eta_e) N_e, \quad (6.138)$$

где  $\eta_e = 0,982 - \frac{n_{\text{об}}}{10^5} - \frac{1,67n_{\text{об}}^2}{10^8}$ .

Потери мощности в агрегатах трансмиссии:

$$N_{\text{мп}} = (1 - \eta_m)(N_e - N_{\text{га}}), \quad (6.139)$$

где  $\eta_m$  - КПД трансмиссии.

$$\eta_m = \eta_H - \frac{(2 + 0,025V)G_3V}{2,7 \cdot 10^6(N_e - N_{\text{га}})},$$

где  $\eta_H = 0,98^k \cdot 0,97^m \cdot 0,99^n$ .

$k$ ,  $m$   $n$  - соответственно число пар цилиндрических шестерен, конических шестерен и карданных шарниров в трансмиссии при включенной прямой передаче.

Потери мощности на преодоление сил трения качения:

$$N_f = \frac{f_p G_3 V}{3672}. \quad (6.140)$$

Потери мощности в механизмах стенда:

$$N_{\text{см}} = \frac{1,4 + 2,8 \cdot 10^{-3} n_p}{1,36}, \quad (6.141)$$

где  $n_p$  - частота вращения роликов стенда, мин<sup>-1</sup>.

$$n_p = 2,65 \frac{V}{R_p}. \quad (6.142)$$

Так как в процессе работы нагрузателя происходит нагрев обмоток и металла, его эффективность снижается. Поэтому мощность нагрузателя берется с 20% запасом:

$$N_H = 1,2 N_x. \quad (6.143)$$

Тормозной момент:

$$M_x = \frac{9551,6 N_x}{n_p}. \quad (6.144)$$

Инерционная масса стенда рассчитывается исходя из равенства кинетических энергий, запасаемых при разгоне автомобиля на дороге и на стенде.

При движении на дороге:

$$W_o = \frac{mV^2}{2} + \frac{J_k \omega_k^2}{2}, \quad (6.145)$$

где  $m$  - масса автомобиля, кг;

$J_k$  - момент инерции всех колес автомобиля, кг·м<sup>2</sup>;

$\omega_k$  - угловая скорость колес, с<sup>-1</sup>;

$V$  - скорость автомобиля, м/с.

При движении на стенде:

$$W_o = \frac{J_{k3} \omega_k^2}{2} + \frac{J_p \omega_p^2}{2} + \frac{J_M \omega_M^2}{2}, \quad (6.146)$$

где  $J_{k3}$  - момент инерции задних колес, кг·м<sup>2</sup>;

$J_p$  - момент инерции всех роликов стенда, кг·м<sup>2</sup>;

$J_M$  - момент инерции инерционных масс, кг·м<sup>2</sup>;

$\omega_k$   $\omega_p$   $\omega_M$  - соответственно угловые скорости колес, роликов и масс, с<sup>-1</sup>.

Момент инерции одного сплошного ролика:

$$J_{p1} = \frac{\pi R_p^4 l_p \gamma}{2}, \quad (6.147)$$

где  $l_p$  - длина ролика, м;  
 $\gamma = 7,8 \cdot 10^3$  кг/м<sup>3</sup> - плотность стали.

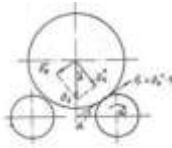


Рисунок 6.64 - Схема взаимодействия колеса и роликов стэнда проверки тормозов

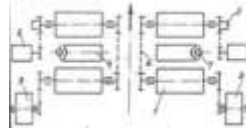


Рисунок 6.65 - Инерционный стэнд проверки тормозов: 1 - ролик; 2 - электродвигатель; 3 - инерционная масса; 4 - подъемник; 5 - датчик пути и скорости; 6 - цепная передача; 7 - колесоотбойный ролик

Инерционные массы изготавливаются из стали в виде набора дисков. Радиус дисков берется не более 0,3 м. Ширина набора дисков:

$$l_M = \frac{2J_M}{\pi R_p^4 \gamma}. \quad (6.148)$$

Мощность необходимая для разгона автомобиля на стэнде в интервале скоростей  $V_1 \dots V_2$

$$N = \frac{J_{\Sigma p} (V_1^2 - V_2^2)}{1000 \cdot 2 \cdot 3,6 \cdot 3,6 R_p^2 \Delta t}. \quad (6.149)$$

Отсюда время разгона автомобиля на стэнде:

$$\Delta t = \frac{J_{\Sigma p} (V_1^2 - V_2^2)}{26 \cdot 10^3 R_p^2}.$$

Максимально допустимое время разгона при снижении мощности двигателя на 15 %:

$$\Delta t_M = 1,15 \Delta t,$$

$$N = \frac{N_{V1} + N_{V2}}{2},$$

где  $N_{V1}$  и  $N_{V2}$  - мощности, подводимые к инерционному нагрузителю при скоростях  $V_1$  и  $V_2$ , кВт.

### Расчет основных параметров стэндов для проверки тормозов

Стэнды для проверки тормозов (СПТ) подразделяются на инерционные и силовые. Геометрические параметры стэнда определяются аналогично с методикой расчета стэнда для проверки мощности с той лишь разницей, что при проектировании СПМ рассматривалось равновесие вращающегося колеса при неподвижном ролике в момент выезда, а при проектировании СПТ рассматривается равновесие системы при вращающемся ролике и неподвижном колесе.

Принцип действия инерционного СПТ заключается в следующем. Колеса автомобиля, помещенные на ролики стэнда, разгоняются с помощью электродвигателей до скорости 42...45 км/ч. Затем электродвигатели отключаются и механическая система стэнд - колеса переходит в режим выбега. При достижении скорости 40 км/ч оператор нажимает педаль тормоза автомобиля, осуществляя экстренное торможение до полной остановки роликов. В качестве оценочных параметров часто используется тормозной путь, реже - время торможения или замедление роликов стэнда. Для приближения стэндовых условий испытаний к дорожным условиям, инерционные СПТ оборудуются инерционными массами.

Для обеспечения равенства величин тормозных путей на стэнде и на дороге при равенстве начальных скоростей и времени нарастания тормозных сил, необходимо соблюдение условия:

$$\frac{m_c}{M_{анп}} = \frac{P}{\Sigma P_m},$$

где  $m_c = J_{\Sigma p} / R_p^2$  - приведенная масса вращающихся деталей стэнда, кг;

$M_{анп}$  - приведенная масса автомобиля при движении по дороге, кг;

$P$  - тормозная сила на колесах, приложенная к роликам стэнда, Н;

$\Sigma P_m$  - сумма тормозных сил при торможении на дороге, Н

$$M_{анп} \approx M_a,$$

$$\Sigma P_m = M_a g f_g + M_a g f_g + P_w,$$

где  $M_a$  - масса автомобиля, кг;

$f_g$  - коэффициент сопротивления качению колеса на дороге;

$P_w$  - сила сопротивления встречного потока воздуха, Н. Пренебрегая сопротивлением качения и сопротивлением встречного потока воздуха, можно считать, что:

$$\sum P_m = G\varphi_g,$$

где  $\varphi_g$  - коэффициент сцепления шин автомобиля с дорогой. Для асфальтобетонного шоссе  $\varphi_g = 0,6$ .

Тогда приведенные массы одной тележки стенда для диагностирования передних и задних колес соответственно:

$$m_{cn} = \frac{M_n\varphi}{2\varphi_g}, \quad m_{cz} = \frac{M_z\varphi}{2\varphi_g},$$

где  $M_n$  и  $M_z$  - массы автомобиля, приходящиеся на переднюю и заднюю оси, кг.

Тогда моменты инерции вращающихся масс одной тележки стенда:

$$J_n = \frac{M_n\varphi R_p^2}{2\varphi_g} - \frac{J_{кз} R_p^2}{R_k^2}, \quad J_z = \frac{M_z\varphi R_p^2}{2\varphi_g} - \frac{J_{кз} R_p^2}{R_k^2}, \quad (6.150)$$

где  $J_n$  и  $J_z$  - моменты инерции передних и задних колес, находящихся на одной тележке стенда в процессе диагностирования автомобиля.

Поскольку стенд с изменяющимся моментом инерции масс изготовить довольно сложно, момент инерции следует выбирать по большему значению. Если стенд предназначен для диагностирования нескольких моделей автомобилей, момент инерции выбирают для наиболее тяжелого автомобиля. Это позволит обеспечить более высокую точность измерения тормозного пути.

После расчета момента инерции задают кинематику стенда и определяют основные размеры инерционных масс. На инерционном стенде проверки тормозов конечная скорость разгона автомобиля составляет 42...45 км/ч. При пуске электродвигателя на его вал действует приведенный момент от сил сопротивления качению колес по роликам, момент сопротивления холостого хода стенда, моменты от сил инерции инерционных масс, роликов стенда колес. Электродвигатель инерционного роликового стенда выбирается по величине пускового момента на его валу. При выборе электродвигателя следует учесть, что на нем может диагностироваться автомобиль с тормозами затянутыми после выполнения ремонтных и регулировочных работ. При незначительной затяжке тормозов водитель может даже не заметить этого, однако электродвигатель будет перегружаться.

Степень нагрузки двигателя можно определить с учетом следующих допущений:

- автомобиль, у которого затяжка тормозов обнаруживается водителем, на стенд не устанавливается;
- минимальная перетяжка обнаруживается при разгоне автомобиля на прямой передаче, когда тяговое усилие уменьшается более чем на 25 %.

Практика эксплуатации автомобилей показала, что субъективно водители снижение мощности двигателя на 15 % не замечают.

С учетом всего вышесказанного пусковой момент электродвигателя рассчитывается по следующей формуле:

$$M_{эн} = \frac{G_k}{\cos \alpha} \cdot \frac{f_p z_k R_p}{i_{pз} \eta_{pз}} + (J_M z_M i_{Mз}^2 + \frac{J_p z_p}{i_{pз}^2 \eta_{pз}} + \frac{J_k z_k R_p^2}{i_{pз}^2 R_k^2 \eta_{pз}}) \frac{i_{pз} V}{R_p t_p} + 0,25 \frac{M_{об} i_0 R_p}{i_{pз} R_k \eta_{pз} \eta_{mp}},$$

где  $G_k$  - сила веса колеса, Н;

$\eta_{pз}$  - КПД передачи, связывающей электродвигатель с роликами;

$i_{pз}$  - передаточное число передачи, связывающей ролики и электродвигатель;

$i_{Mз}$  - передаточное число передачи, связывающей маховик инерционных масс и электродвигатель;

$J_M, J_p, h$  - моменты инерции соответственно маховика, ролика, одинарного колеса автомобиля, кг м<sup>2</sup>;

$z_M, z_p, z_k$  - число маховиков, роликов и колес, раскручиваемых одним электродвигателем;

$t_p$  - время разгона автомобиля, с;

$M_{об}$  - момент, развиваемый двигателем диагностируемого автомобиля, Н м;

$\eta_{mp}$  - КПД трансмиссии автомобиля.

Выбор электродвигателя можно произвести по его мощности:

$$N = \frac{M_{эн} n_c}{9740K}, \quad (6.151)$$

где  $K$  - отношение начального пускового момента к номинальному.

Главным достоинством инерционных СПТ является имитация приближенных к дорожным условиям работы тормозных механизмов автомобиля.

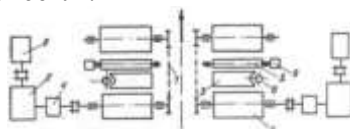


Рисунок 6.66 - Силовой стенд проверки тормозов: 1 - ролик; 2 - анти-блокировочный ролик; 3 - подъемник; 4 - датчик тормозной силы; 5 - редуктор; 6 - электродвигатель; 7 - цепная передача; 8 - колесо-отбойник; 9 - датчик скорости

К недостаткам инерционных СПТ относится громоздкость, большая металлоемкость, большая мощность приводных электродвигателей.

Силовые СПТ более компактны и менее энергоемки. Принцип их действия заключается в принудительном прокручивании затормаживаемого колеса с одновременным измерением тормозной силы. Линейная скорость вращения роликов составляет 2...6 км/ч.

Особенностью проектирования силового СПТ является подбор редуктора и приводного электродвигателя.

Передаточное число редуктора:

$$i_p = \frac{0,377 R_p n_c}{V}, \quad (6.152)$$

где  $V = 4...6$  км/ч - линейная скорость движения автомобиля на стенде;

$R_p$  - радиус роликов стенда, м.

Мощность электродвигателя выбирается исходя из условия обеспечения вращения роликов при максимальной затормаживающей силе:

$$P_m = \frac{G_k}{\cos \alpha} (\varphi + f_p), \quad (6.153)$$

где  $\varphi = 0,56$  - коэффициент сцепления материала шины с роликами стенда;

$f_p = 0,03$  - коэффициент трения качения колеса по роликам стенда.

С учетом КПД редуктора, мощность электродвигателя:

$$N = \frac{G_k}{\cos \alpha} (\varphi + f_p) \frac{n_c R_p}{9740 i_p \eta_p}, \quad (6.154)$$

где  $\eta_p$  - КПД редуктора.

С учетом мощности электродвигателя окончательно подбирают редуктор и уточняют линейную скорость движения автомобиля, которая должна быть в пределах 2...6 км/ч.

*Контрольные вопросы:*

- 1) Классификация стендов для диагностики автомобилей.
- 2) Как подразделяются стенды по типу опорно-цепного устройства?
- 3) Как подразделяются стенды по типу нагрузочно-приводного устройства?
- 4) Как подразделяются тормозные стенды?
- 5) Принцип действия тормозных стендов.
- 6) Какие устройства используются в качестве опорно-цепного устройства в диагностических стендах?
- 7) Для определения каких показателей используются опорно-цепные устройства со сплошными спаренными барабанами под ось?
- 8) Для определения каких показателей используются опорно-цепные устройства с одинарными барабанами под ось?
- 9) Достоинства инерционных стендов проверки тормозов.
- 10) С какими допущениями можно определить степень нагрузки двигателя на стенде?
- 11) Для предотвращения проскальзывания колеса относительно роликов в каких пределах принимают их диаметр в от диаметра колеса автомобиля?
- 12) Для расчета нагрузителя стенда проверки мощности грузовых автомобилей и автобусов в каких четырех точках внешней скоростной характеристики берется скорость?
- 13) Для расчета нагрузителя стенда проверки мощности легковых автомобилей в каких четырех точках внешней скоростной характеристики берется скорость?
- 14) Что является особенностью проектирования силового тормозного стенда автомобилей?
- 15) В чем заключается принцип действия инерционного СПТ?
- 16) Почему мощность нагрузителя стенда берется с 20% запасом?

## **СИСТЕМА ТЕХНИЧЕСКОГО ОБСЛУЖИВАНИЯ И РЕМОНТА ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ**

### **Общие положения по ТО и ТР технологического оборудования**

Высокие требования к механизации работ по ТО и ТР автомобилей, зависящие от совершенствования технологических процессов и эффективности работы производственных зон и участков АТП, основаны на максимальной загрузке и использовании технологического оборудования.

Отказы и неисправности технологического оборудования приводят к повышенным простоям автомобилей в зонах ТО и ТР, снижению качества выполняемых работ, ухудшению технико-экономических показателей работы автомобилей и производительности деятельности АТП. Например, использование диагностического оборудования с повышенной погрешностью показаний может привести к выпуску автомобиля в эксплуатацию в технически неисправном состоянии. В этом случае



происходит снижение безопасности движения автомобиля, перерасход топлива, повышенный износ шин, уменьшение надежности узлов и агрегатов.

Своевременное и систематическое ТО и ТР технологического оборудования в большей степени повышает его эффективность и стабильность использования.

Работоспособность и долговечность технологического оборудования в течение всего срока службы при соблюдении заданных условий и режимов эксплуатации, установленных заводами-изготовителями, обеспечиваются комплексом организационно-технологических мероприятий по ТО, ремонту и хранению оборудования. Эти мероприятия должны обеспечивать поддержание исправного состояния оборудования на достаточно высоком уровне, в наибольшей степени учитывать структуру парка оборудования и производственно-технические возможности АТП, обеспечивать минимальные простои оборудования в ТО и ТР, быть удобными для реализации, обеспечивать наибольший эффект при минимальных трудовых, материальных и энергетических затратах.

Содержание и объем работ определяется видами ТО и ремонта оборудования.

**Видом ТО и ТР** считается комплекс работ по поддержанию оборудования в исправном и работоспособном состоянии, выполняемый с одинаковой периодичностью.

**Ремонтом** называется комплекс работ по устранению неисправностей, возникших в процессе эксплуатации оборудования вследствие износа, деформации, нарушения посадок и других повреждений деталей. Ремонту подлежат отдельные узлы, агрегаты, а также образцы оборудования в целом.

**Система ТО и ремонта** оборудования состоит из нескольких, выполняемых последовательно с кратной периодичностью видов ТО и ТР, и представляет собой совокупность методов и средств для управления техническим состоянием оборудования в процессе его эксплуатации.

Вопрос о системе ТО и ТР технологического оборудования, разработан недостаточно, не имеет общепринятых решений или обоснований. В связи с этим ТО и ТР оборудования, выполняемые силами АТП, носят случайный характер, осуществляются без определенной периодичности и строгого соблюдения технологии.

Существенное улучшение положения с обеспечением технически исправного состояния оборудования на АТП может обеспечить применение системы ТО и ТР, построенной на следующих принципах:

- все виды ТО и ТР, включаемые в систему, являются плановыми и выполняются с заданными периодичностью и объемами работ;
- неплановые работы ТО и ТР по устранению непредвиденных неисправностей и отказов оборудования выполняются по потребности;
- если это технически возможно и не создает опасности исполнителям, неплановые ТО и ТР выполняются без перерыва в работе обслуживаемого оборудования или в обеденный перерыв участка или зоны (ЕО, ТО-1, ТО-2, ТР и др.).

#### **Виды технических воздействий**

Рекомендуемая к внедрению в АТП плано-предупредительная система ТО и ремонта технологического оборудования включает в себя следующие технические воздействия: каждосменное техническое обслуживание, профилактический ремонт, первый ремонт, второй ремонт. При этом все указанные виды технических воздействий являются плановыми и обязательными.

**Каждосменное обслуживание (СО)** включает работы по подготовке и использованию оборудования – обтирка, подключение к источнику питания, установка сборочных единиц, снятых после прошедшей смены, обеспечение необходимыми инструментами, приспособлениями, материалами, дозаправка смазочными материалами и рабочими жидкостями, проверка работоспособности и т. п.

**Профилактический ремонт (ПР)** включает комплекс операций ТО профилактического назначения и ремонтные работы по устранению отдельных неисправностей оборудования: сказочно-очистительные и регулировочные работы; контроль технического состояния агрегатов и образца в целом в статическом состоянии и динамическом режиме; крепежные работы; наладку и тарировку диагностического оборудования.

**Первый ремонт (Р-1)** включает работы, проводимые с разборкой и капитальным ремонтом отдельных узлов и механизмов оборудования, заменой некоторых деталей, углубленной проверкой технического состояния и регулировкой, устранением неисправностей, сборкой и испытанием оборудования.

**Второй ремонт (Р-2)** включает работы по капитальному ремонту всех основных агрегатов и частей оборудования, в том числе демонтажно-монтажные, слесарно-механические, сварочные, кузнечные, электро-технические и другие, и предназначен для полного восстановления надежности и работоспособности оборудования до уровня, установленного нормативно-техническими показателями нового оборудования.

#### **Классификация оборудования для составления системы его ТО и ремонта**

Приведенная выше характеристика системы и видов технических воздействий имеет лишь приближенный характер. Составление же конкретной системы обслуживания и ремонта однотипных групп и образцов оборудования требует индивидуального подхода. Так, например, инструмент или простейшее приспособление вообще не требует системы обслуживания, и иначе дело обстоит с дорогостоящим диагностическим оборудованием или с автоматической установкой для мойки автомобилей с конвейерной линией.

На первом этапе составляют перечень оборудования, подлежащего включению в систему обслуживания и ремонта. Затем устанавливают перечень, характер, частоту повторяемости основных неисправностей и отказов, содержание и трудоемкость работ по их устранению. Далее разрабатывают состав системы ТО и ремонта, т.е. перечень и периодичность каждого вида технического воздействия.

При составлении классификации оборудования, подлежащего включению в систему обслуживания и ремонта, учитывают:

1. значимость образца для производственного процесса АТП;
2. сложность его устройства и работы, с индивидуальной оценкой его механической, гидравлической, пневматической, электрической и др. его частей;
3. трудоемкость и сложность работ по устранению отказов и неисправностей;
4. первоначальная стоимость образца, сложность его монтажа, затраты на эксплуатацию;
5. надежность работы образца;
6. интенсивность использования.

Под значимостью образца, подразумевается прежде всего, его влияние на производительность и качество проведения ТО и ТР автомобилей, а также тяжесть последствий его отказа, трудность замены неисправного образца новым из-за сложности приобретения последнего, его монтажа, подключения к системам энерго-, водоснабжения и т.п.

По значимости и сложности оборудование и инструмент подразделяют на три группы:

1. простейшее, состоящее из одного или нескольких элементов, при повреждении которых образец заменяется новым или восстанавливается на АТП; эти образцы не имеют большого влияния на технологический процесс ТО и ТР автомобилей;

2. средней сложности, состоящие из нескольких специализированных узлов и механизмов, в том числе относительно простых рабочих органов, электро-, пневмо-, гидроприводов; отсутствие их заметно сказывается на условиях, качестве и производительности труда рабочих органов при выполнении комплекса операций ТО и ТР автомобилей;

3. большой сложности, имеющие многокомпонентную конструкцию, в том числе систему специализированного управления, приводы и др.; эти образцы существенно влияют на производительность и условия труда, качество работ, на технологию и организацию ТО ремонта автомобилей.

По степени сложности восстановления (СВ) технологическое оборудование делится на следующие категории:

1. малая СВ, при которой для восстановления работоспособности образца достаточно выполнить по потребности смазочно-регулирующие, крепежные работы, изготовить детали на обычных металлорежущих станках или с помощью слесарных инструментов;

2. средняя СВ, характеризующаяся необходимостью выполнения точной сварки, запрессовки деталей, притирочных и других работ с применением специализированного или точного оборудования;

3. большая СВ, при которой приходится выполнять ряд специальных регулировочных, юстировочных и других работ, изготавливать прецизионные пары деталей или сложные узлы, применять специальную технологию, дефицитные материалы и металлы, производить операции с применением точных приборов, металлорежущих станков и т.п.

С учетом представленных критериев и результатов обобщенной оценки оборудования и работ по его обслуживанию и ремонту разработана классификация всего перечня образцов технологического оборудования, при этом выделены три группы, характеристика которых представлена в табл. 1.

Таблица 6.3 - Классификация технологического оборудования по общему критерию

Группа технологического оборудования	Характеристика оборудования по обобщенному критерию	Перечень оборудования, отнесенного к данной группе
Первая группа	Оборудование, не сложное по устройству, восстановлению работоспособности. Не требуется никакой системы ТО и ремонта. При повреждении образца его заменяют новым или восстанавливают с помощью простейших средств и методов силами АТП. ТО не проводится или ограничивается рядом простейших операций.	Гаечные ключи, все комплекты слесарно-монтажных инструментов (в том числе для регулировщика-карбюраторщика и электрика, для регулировки углов установки управляемых колес автомобилей, наборы инструментов для шиномонтажника и др.), щетка с подводом воды для мойки автомобилей, пистолет для обдува сжатым воздухом, тележки для снятия и установки колес и рессор, приспособление для снятия и установки передач, нагнетатели смазочные, маслораздаточный бак, бак для заправки тормозной жидкостью, накопчик с манометром для воздухоподдаточного шланга, прибор для определения технического состояния ЦПГ двигателей, компрессометры, прибор для проверки бензонасосов на автомобиле, для проверки переднего моста автомобилей, линейка для проверки схождения передних колес, деселерометры, набор для проверки тормозной системы автопоездов, приборы для проверки рулевого управления, свободного и рабочего хода педали тормоза и сцепления, комплект приборов и инструмента для ТО аккумуляторных батарей, нагрузочная вилка, механические стенды для ремонта двигателей, для сборки и разборки коробок передач, передних и задних мостов, дрель для притирки клапанов, приспособление универсальное для высверливания шпилек полуосей автомобилей, электровулканизационные аппараты для ремонта наружных повреждений покрышек и камер, электровулкани-

		затор для ремонта местных повреждений шин, электровулканизатор многостоповой, привод Шереховального инструмента, приборы для проверки якорей генераторов и стартеров, комплекты изделий для очистки и проверки свечей зажигания, для проверки автомобильного электрооборудования.
--	--	---

Продолжение таблицы 6.3.

Вторая группа	Оборудование средней сложности устройства и восстановления работоспособности; система ТО и ремонта для многих образцов; может включать все ранее указанные виды ТО и ремонта. Вследствие принципиально различных конструкций содержание ТО и ремонтов также различное. ТО, кроме ежедневных операций, включает систематическую проверку технического состояния привода, рабочих органов, герметичности трубопроводов и узлов, действия и показаний контрольных приборов, устройств и самописцев, регулировку узлов и механизмов, замену уплотнительных деталей, смазку отдельных частей. Ремонт заключается в замене изношенных деталей новыми, устранении неисправностей и отказов, проведении юстировочных работ и т.д.	Установки для мойки дисков колес легковых автомобилей, для ручной (шланговой) мойки автомобилей, для мойки деталей, электро- и гидropодъемники (одно-, двухпунжерные и др.), стелды-опрокидыватели, подъемники для осмотровых канав, домкраты гидравлические, установки для смазки автомобилей и заправки агрегатов, солидолонагреватели, маслораздаточные и воздухораздаточные колонки, посты для ручной мойки приборов системы питания для проверки топливной аппаратуры, простые и недорогие токарные, сверлильные и другие металлообрабатывающие и деревообрабатывающие станки и машины, станок для шлифовки клапанов автомобильных двигателей, прессы гидравлические, стелды для монтажа шин, станки для балансировки колес, стелды контрольно-испытательные для проверки электрооборудования, прибор для проверки фар, установка для ускоренной зарядки аккумуляторных батарей, стелд для проверки гидроусилителя рулевого управления.
Третья группа	Образцы оборудования большой сложности, состоящие из ряда различных агрегатов и систем, требующие для восстановления работоспособности выполнения специальных и точных работ. Система ТО и ремонта включает приведенные ранее виды технических воздействий. ТО оборудования данной группы включает более расширенный комплекс подготовительных операций, выполняемых ежедневно, чем по второй группе, и ряд дополнительных работ по обслуживанию наиболее сложных механизмов и рабочих органов, передаточных устройств, систем управления и др. Ремонт, кроме перечисленных позиций по второй группе, может включать изготовление деталей с высокой точностью устранение неисправностей и отказов электрон-ных, сигнальных и измерительных систем, работы, связанные со сложными и точными настройками и отладками агрегатов, узлов и т. д.	Установки и линии для мойки автомобилей и автобусов, установка для проверки карбюраторных двигателей безмоторным методом, стелд для испытаний и регулировки топливных насосов высокого давления, сложные и дорогие металлообрабатывающие станки, установки для окраски безвоздушным распылением с нагревом лакокрасочных материалов, камера комбинированная, камера окрасочно-сушильная для легковых автомобилей, молот ковочный, пневматический, комплекс диагностического оборудования, стелд для проверки тягово-экономических качеств автомобиля, стелд для проверки тормозов, углов установки колес, амортизаторов и др.

### Методы организации и планирования работ по ТО и ремонту технологического оборудования АТП

Выбор метода организации проведения ТО и ремонта технологического оборудования определяется многими факторами, среди которых можно выделить следующие:

1. состав и количество разнотипных образцов парка технологического оборудования АТП;
2. степень сложности ТО и ремонта оборудования;
3. качество снабжения АТП запасными частями, агрегатами и узлами сложного оборудования;
4. наличие специалистов по ремонту сложного оборудования;
5. уровень производственно-технической базы АТП.

Предлагается три формы организации ТО и ремонта оборудования:

**Нецентрализованный способ**, при котором все виды технических воздействий, обеспечивающих поддержание технологического оборудования в исправном состоянии, осуществляет АТП своими силами;

**Централизованный способ**, при котором ТО и ремонт технологического оборудования АТП производится на головном предприятии или специализированных пунктах, участках по ТО и ремонту оборудования, находящихся в подчинении автотранспортного управления или принадлежащих объединению «Росавтоспецоборудование»;

**Комбинированный способ**, при котором задействованы одновременно оба указанных выше способа организации проведения ТО и ремонта технологического оборудования.

Нецентрализованный способ имеет следующие преимущества:

1. возможность осуществления всех работ на одном месте под единым руководством;
2. повышенная ответственность исполнителей за своевременность и качество выполнения работ;
3. возможность лучшего контроля за ходом и качеством выполнения работ;
4. независимость от сторонних организаций.

К недостаткам этого способа следует отнести:

1. отсутствие необходимых комплексов технических средств для выполнения сложных и точных работ ТО и Р;
2. большая вероятность отсутствия специалистов высокой квалификации;
3. недостаточно высокий уровень качества работ и высокая их стоимость;
4. повышенная вероятность выхода из строя дорогостоящего и сложного оборудования.

При централизованном способе ТО и ремонта указанные недостатки устраняются, но появляются негативные стороны, которые для первого способа указаны как преимущества. Однако рассматриваемый способ имеет дополнительные преимущества: 1) сокращается время простоя в ТО и ремонте сложного и дорогостоящего оборудования; 2) отпадает необходимость в специальных станках и устройствах, служащих для выполнения некоторых сложных и точных работ по обслуживанию и ремонту оборудования; 3) сокращается потребность АТП в высококвалифицированных специалистах; 4) увеличивается эффективность и время использования образцов оборудования для выполнения сложных и точных работ по ТО и ремонту.

Дополнительные недостатки централизованного способа: 1) потребность в транспортировке оборудования (иногда с его демонтажем - монтажом) до участка обслуживания и ремонта; 2) сложности обеспечения административно-финансовой связи АТП с участком; 3) потребность в оформлении документа по приеме - сдаче оборудования; 4) необходимость четкого определения сроков проведения ТО и ремонта; 5) сложность обеспечения полной и ритмичной загрузки специализированных участков (пунктов); 6) ограниченность радиуса действия специализированных пунктов (участков)

При комбинированном способе проведения ТО и ремонта оборудования возможны различные варианты распределения объемов и видов работ между АТП и специализированными участками, поэтому преимущества и недостатки первого и второго способов будут варьироваться.

Наиболее перспективным следует признать централизованный способ, так как он в большей степени соответствует современным тенденциям развития индустриальных методов проведения работ в отрасли. Независимо от принятого способа на АТП будут производиться ежедневное обслуживание оборудования, смазочно-регулирующие, ремонтные и другие работы. Ответственность за состояние парка оборудования возложена на отдел главного механика АТП. Централизованными могут быть главным образом работы по изготовлению сложных узлов и деталей (цилиндров, пневмогидросистем, шестерен и т.п.), юстировочные, наладочные, электротехнические и т.п. работы.

В настоящее время самой распространенной формой организации ТО и ремонта технологического оборудования АТП остается нецентрализованный способ.

Структура организации проведения обслуживания и ремонта технологического оборудования зависит от мощности АТП и состава парка оборудования. На небольших АТП со списочным составом менее 100 автомобилей, имеющих в основном несложное технологическое оборудование, обслуживание и ремонт его производится силами рабочих, использующих это оборудование, и специалистов по оборудованию. Для ремонта сложных агрегатов и узлов оборудования привлекаются специалисты сторонних предприятий и организаций. Ввиду отсутствия в штате малых АТП должности главного механика ответственность за техническое состояние парка оборудования, контроль за своевременностью выполнения работ по ремонту и обслуживанию возлагается на специалиста по оборудованию, который административно подчинен главному инженеру АТП.

На средних и больших АТП (более 100 автомобилей) с парком простого и относительно сложного оборудования в структуре организации его обслуживания предусматривается выделение нескольких человек или бригад по оборудованию, работающих на специально отведенных для них местах или участках. В зависимости от состава парка оборудования оснащение этих мест и участков различно но, как минимум, они должны иметь комплект слесарно-механических инструментов, токарный станок, фрезерный, сверлильный, шлифовальные станки, контрольно-измерительное и другое оборудование и приспособления. Участок (бригады) подчиняется отделу главного механика АТП.

Специализация и состав бригад определяются в зависимости от объемов и трудоемкости выполняемых работ. Для изготовления запасных частей по указанию главного механика привлекаются рабочие участков основного производства (слесарно-механического, электромеханического, сварочного, кузнечного и др.).

В случае централизованной организации возможны три варианта ТО и ремонта оборудования:

- на специализированных пунктах автокомбинатов, автотранспортных объединений, автотранспортных управлений;
- на специализированных пунктах объединения «Росавтоспецоборудование»
- комплексный вариант, при котором одна часть оборудования обслуживается на пунктах АТО (АТУ), а другая - в объединении «Росавтоспецоборудование».

При всех вариантах на обслуживание и ремонт в сторонние организации следует направлять только наиболее сложные и дорогие стелды и устройства, то есть относительно небольшой перечень оборудования.

Пункты АТО (АТУ) централизованного обслуживания и ремонта являются подразделениями большого АТП, либо транспортного объединения (управления), подчиненного руководству этого объединения. Их деятельность строго сбалансирована с работой служб главного механика объединения и его АТП.

Пункты же объединения «Росавтоспецоборудования» являются самостоятельно действующими предприятиями, административно и материально независимыми от АТП, АТО, АТУ. Деятельность этих пунктов осуществляется по своей программе и главным образом направлена на ремонт оборудования, замену негодных деталей, узлов агрегатов новыми наладками и настройками.

Пункты связаны непосредственно с заводами-изготовителями и получают от них необходимые сборочные единицы образцов.

На АТП, независимо от способа организации ТО и ремонта оборудования, должны быть составлены графики выполнения технических воздействий образцов оборудования, определены примерные суммарные трудоемкости работ, необходимое количество рабочих дней для их выполнения, назначены по каждому образцу оборудования ответственные за его состояние, выделены участки и штат специалистов (бригады)

по ТО и ремонту оборудования, разработана учетно-отчетная документация по ТО и ремонту парка оборудования.

Выполнение работ ТО и ремонта оборудования осуществляется по годовым планам, разрабатываемым службой главного механика. Для этого предварительно на каждую единицу технологического оборудования составляется карта, содержащая перечень обязательных работ, периодичность и трудоемкость их выполнения. Затем составляется годовой план, в котором отдельной строкой для каждой единицы оборудования вносят данные о работах, подлежащих выполнению.

*Контрольные вопросы:*

1. Классификация технологического оборудования по общему критерию.
2. Перечислите преимущества и недостатки централизованного метода ТО и ремонта автомобилей.
3. Система ТО и ремонта технологического оборудования.
4. Перечислите принципы построения системы ТО и ремонта технологического оборудования.
5. Виды технических воздействий по поддержанию технологического оборудования в работоспособном состоянии.
6. Какие работы проводятся при ежедневном обслуживании?
7. Какие работы проводятся при профилактическом обслуживании?
8. Укажите формы организации ТО и ремонта оборудования.
9. Факторы, влияющие на выбор метода ТО технологического оборудования.
10. Категории технологического оборудования.
11. Охарактеризуйте комбинированный способ организации ТО и ремонта технологического оборудования.

## **Обеспечение технической и экологической безопасности технологического оборудования**

### **Опасные зоны оборудования и средства защиты**

*Опасная зона* – это пространство, в котором действуют постоянно или возникают периодически факторы, опасные для жизни и здоровья человека. При проектировании технологического оборудования и при его эксплуатации необходимо предусматривать применение устройств, либо исключающих возможность контакта человека с опасной зоной, либо снижающих опасность контакта. Такого рода устройствами являются средства защиты работающих, используемые для предотвращения или уменьшения воздействия на работающих опасных и вредных производственных факторов.

Все применяемые в производстве защитные устройства можно разделить на следующие основные группы: оградительные; предохранительные; блокирующие; сигнализирующие; системы дистанционного управления; специальные устройства (вентиляция, освещение, глушители шума, заземление); индивидуальные защитные средства (СИЗ). Общие требования к средствам защиты: максимальное снижение опасностей и вредностей на рабочих местах; учет индивидуальных особенностей оборудования, инструмента, приспособлений или технологических процессов; надежность, прочность, удобство обслуживания машин и механизмов в целом, включая средства защиты.

*Оградительные устройства* – средства защиты, препятствующие попаданию человека в опасную зону. Оградительные устройства: стационарные (несъемные); подвижные (съемные), переносные.

Стационарные ограждения демонтируются лишь периодически (смена рабочего инструмента, смазка, проверка контрольных измерений и т.д.). Они выполняются так, что пропускают обрабатываемую деталь, но не пропускают руки рабочего.

Подвижное ограждение закрывает доступ в рабочую зону при наступлении опасного момента (особенно распространено в станкостроении).

Переносные ограждения используются при ремонтных и наладочных работах для защиты от случайных прикосновений к токоведущим частям, а также от механических травм и ожогов. Кроме того, их применяют на постоянных рабочих местах сварщиков.

Ограждения выполняются в виде сварных и литых кожухов, решеток, сеток, щитков, экранов, веревок с флажками и т.д.

*Предохранительные защитные средства* применяются для автоматического отключения агрегатов и машин при отклонении какого-либо параметра за пределы допустимых значений. На установках, работающих под давлением больше атмосферного, используются предохранительные клапаны рычажного, пружинного и мембранного типа. В случае образования взрыва, пожароопасной смеси, при концентрациях 5 – 50 % от взрывоопасной, срабатывает аварийная вентиляция. При повышенном давлении в ресиверах применяют тепловые реле, отключающие двигатель при увеличении температуры сжижаемого воздуха сверх допустимого значения.

В электромагнитных плитах для закрепления обрабатываемого материала, подъема и переноски различных изделий следует предусмотреть запасную проводку от запасного источника питания, ограничители движения, конечные выключатели, тормозные и удерживающие устройства и т.д. Введение слабого звена заключается во внесении в конструкцию технологического оборудования деталей и узлов, рассчитанных на разрушение (или несрабатывание) при перегрузках (срезные штифты, шпонки, фрикционные муфты, плавкие предохранители в электроустановках, разрывные мембраны и т.д.).

*Блокирующие устройства* исключают возможность проникновения человека в опасную зону либо устраняют опасный фактор на время пребывания человека в этой зоне (механические, электрические, фотоэлектрические, радиационные, гидравлические, пневматические, комбинированные).

*Сигнализирующие устройства* – это средства информации о работе технологического оборудования, а также об опасных и вредных факторах, которые при этом возникают.

По назначению системы сигнализации делятся на оперативные; предупредительные; опознавательные. По способу информации: звуковые; визуальные; комбинированные; одоризационные (по запаху, в газовом хозяйстве).

К сигнализирующим устройствам визуальной информации можно отнести опознавательную окраску трубопроводов, электропроводов и знаки безопасности.

Трубопроводы красят в следующие цвета: вода - зеленый; пар - красный; воздух - синий; горючие и негорючие газы - желтый; кислоты - оранжевый; щелочи – фиолетовый, горючие жидкости - коричневый; прочие вещества - серый.

Согласно ПУЭ электрические провода по принадлежности выполняют с изоляцией следующих цветов: черный - для проводников в силовых цепях; красный - для проводников в цепях управления, измерения и сигнализации переменного тока; синий - для проводников в цепях управления, измерения и сигнализации постоянного тока; зелено-желтый (двухцветный) - для проводников в цепях заземления; голубой - для проводников, соединенных с нулевым проводом и не предназначенных для заземления.

Знаки безопасности широко применяются практически во всех сферах производственной деятельности, на транспорте, например:

*запрещающие* (не включать – работают люди; сквозной проезд запрещен);

*предупреждающие* (стой – напряжение; не влезай – убьет; опасный поворот);

*разрешающие* (работать здесь);

*указательные* (заземлено).

К средствам индивидуальной защиты (СИЗ) относятся: изолирующие костюмы; средства защиты органов дыхания (респираторы, марлевые повязки, противогазы и др.); спецодежда (костюмы, фуфайки, халаты и др.); спецобувь (ботинки, сапоги и др.); средства защиты головы (каска, шапки и др.); средства защиты лица, глаз, органов слуха; защитные дерматические средства.

### **Основные требования безопасности к конструкциям подъемно-транспортных машин и механизмов**

Все части, детали и вспомогательные приспособления подъемных механизмов должны удовлетворять с точки зрения ТБ соответствующим техническим условиям, общесоюзным стандартам, правилам и нормам. По правилам Госгортехнадзора грузоподъемные устройства проходят ряд регламентированных испытаний. Все краны подвергаются администрацией предприятия частичному или полному техническому освидетельствованию.

Полное техническое освидетельствование (осмотр, статические и динамические испытания) проводится с вновь установленными кранами, после монтажа на новом месте, реконструкции, смены крюка, ремонта металлической конструкции и т.д., а также не реже одного раза в три года. Частичное техническое освидетельствование (осмотр) проводится не реже одного раза в год.

При осмотре проверяется работа механизмов и электрооборудования, тормозов и аппаратуры управления, освещения и сигнализации, приборов безопасности и габаритов.

*Статические испытания* проводятся при нагрузке, на 25 % превышающей его грузоподъемность. Груз поднимается на высоту 200...300 мм на 10 минут, затем проверяется деформация ферм крана. Остаточная деформация не допускается.

*Динамические испытания* проводятся при нагрузке, на 10 % превышающей его грузоподъемность (допускается при номинальной нагрузке). Проверяется работа крана в движении, особо обращается внимание на действие тормозов, конечных выключателей, грузоподъемных канатов.

Допускается обрыв проволок не более 10 % на один шаг свивки каната. Все канаты и цепи, применяемые на подъемно-транспортных машинах, проверяются расчетом.

Грузозахватные приспособления и тару до пуска в работу подвергают осмотру и испытанию нагрузкой, превышающей на 25 % их номинальную грузоподъемность. Испытанные чалочные канаты, цепи и другие вспомогательные грузозахватные приспособления снабжаются бирками и клеймами, без которых они не допускаются к использованию.

Для безопасности работы подъемно-транспортные машины снабжаются: концевыми выключателями; устройствами, предотвращающими соскальзывание каната с крюка; звуковой и световой сигнализацией; блокировочной аппаратурой.

### **Требования к персоналу экологической службы**

В зависимости от величины предприятий автосервиса на нем может быть создан отдел охраны окружающей среды, либо введена должность эколога (инженера по охране окружающей среды). Эффективность работы предприятия по обеспечению собственной экологической безопасности в значительной степени зависит от работы персонала экологической службы, основными задачами которой являются следующие:

- контроль за соблюдением в подразделениях предприятия действующего экологического законодательства, инструкций, стандартов и нормативов по охране окружающей среды;
  - контроль за соблюдением технологических режимов природоохранных объектов, анализ их работы;
  - контроль правильности эксплуатации очистных и защитных сооружений;
  - контроль за соблюдением экологических стандартов и нормативов, за состоянием окружающей среды в районе расположения предприятия;
  - проверка соответствия технического состояния технологического оборудования требованиям природоохранного законодательства;
  - составление технологических регламентов, графиков аналитического контроля, инструкций и другой технической документации;
  - разработка и внедрение мероприятий, направленных на выполнение требований экологического законодательства по соблюдению стандартов и нормативов в области охраны окружающей среды, рационального использования природных ресурсов, создание экономики замкнутого цикла при проектировании, строительстве и эксплуатации новых объектов предприятия, а также расширении и реконструкции действующих производств;
  - составление перспективных и текущих планов по охране окружающей среды, контроль за их выполнением;
  - разработка планов внедрения новой техники, проведения научно-исследовательских и опытных работ по созданию на предприятии технологических процессов замкнутого цикла, основанной на экологически рациональной циркуляции материалов, сбережении и замещении невозобновляемых ресурсов, минимизации, повторном использовании, переработке и утилизации отходов, внедрении малоотходной, безотходной и экологически чистой технологии производства, рационального использования природных ресурсов, а также разработке планов капитального строительства по природоохранным объектам;
  - разработка мер по улучшению охраны окружающей среды на основе изучения и обобщения передового опыта отечественных и зарубежных предприятий;
  - обеспечение проведения экологической экспертизы технико-экономических обоснований, проектов, а также создаваемых новых технологий и оборудования;
  - расчет рисков для состояния окружающей среды при реализации предприятием программ по очистке и другим природоохранным мероприятиям;
  - разработка экологических стандартов и нормативов предприятия в соответствии с действующими государственными, международными (региональными) и отраслевыми стандартами, контроль за их выполнением и своевременный пересмотр;
  - разработка мер по предотвращению загрязнения окружающей среды, соблюдение экологических норм, обеспечивающих благоприятные условия труда, а также по предупреждению возможности аварий и катастроф;
  - расследование причин и последствий выбросов вредных веществ в окружающую среду, подготовкой предложения по их предупреждению;
  - участие в работе комиссий по проведению экологической экспертизы деятельности предприятия;
  - организация и проведение работ по созданию на предприятии эффективной системы экологической информации, распространяемой на всех уровнях управления, ознакомление работников предприятия с требованиями экологического законодательства;
  - ведение учета показателей, характеризующих состояние окружающей среды, создание системы хранения сведений о несчастных случаях, данных экологического мониторинга, документации по ликвидации отходов и прочей информации экологического характера, предоставляемой в распоряжение координатора природоохранной деятельности (эколога);
  - составление установленной отчетности;
  - участие в разработке учебных программ и организация экологического обучения.
- Решение поставленных задач предъявляет высокие требования к уровню профессиональной подготовки персонала экологической службы предприятия, который должен знать:
- экологическое законодательство; нормативные и методические материалы по охране окружающей среды и рациональному использованию природных ресурсов; системы экологических стандартов и нормативов;
  - технологические процессы технического обслуживания и ремонта автомобилей, гаражного и другого оборудования, имеющегося на предприятии;
  - устройство, принципы работы, эксплуатационные условия и требования к очистным сооружениям и оборудованию;
  - производственную и организационную структуру предприятия и перспективы его развития;
  - основы экономики, организации производства, труда и управления;
  - средства контроля соответствия технического состояния оборудования предприятия требованиям охраны окружающей среды и рационального природопользования, действующие экологические стандарты и нормативы;
  - методы и устройство технических средств экологического мониторинга;
  - порядок проведения экологической экспертизы предплановых, предпроектных и проектных материалов;
  - порядок учета и составления отчетности по охране окружающей среды;

- передовой отечественный и зарубежный опыт в области охраны окружающей среды и рационального использования природных ресурсов;
- средства вычислительной техники, коммуникаций и связи;
- правила и нормы охраны труда.

Действующими нормативными документами установлены следующие квалификационные требования к персоналу экологической службы предприятия:

*Начальник отдела охраны окружающей среды:*

Высшее профессиональное образование и стаж работы по специальности на инженерно-технических и руководящих должностях по охране окружающей среды не менее 5 лет.

*Инженер по охране окружающей среды (эколог) 1 категории:*

Высшее профессиональное образование и стаж работы в должности инженера по охране окружающей среды (эколога) 2 категории не менее 3 лет.

*Инженер по охране окружающей среды (эколог) 2 категории:*

Высшее профессиональное образование и стаж работы в должности инженера по охране окружающей среды (эколога) не менее 3 лет.

*Инженер по охране окружающей среды (эколог):*

Высшее профессиональное образование без предъявления требований к стажу работы.

### **Обеспечение экологических требований по обращению с отходами производства и потребления**

Накопление отходов и порядок обращения с ними на предприятиях автосервиса должен осуществляться в соответствии с нормативными документами «Предельные количества накопления промышленных отходов на территории предприятия, М., 1985 г.», «Предельное содержание токсичных соединений в промышленных отходах в накопителях, расположенных вне территории предприятий. М., 1985 г.», «Порядок накопления, транспортировки, обезвреживания и захоронения токсичных промышленных отходов. Минздрав СССР, М., 1985 г.».

Предприятия должны иметь разрешение на хранение и вывоз промышленных отходов, для получения которого ему необходимо провести инвентаризацию образования отходов и разработать проект лимитов размещения отходов на территории предприятия.

В процессе своей деятельности предприятия должны осуществлять учет, сбор, хранение и вывоз отходов с соблюдением нормативов, правил и иных требований по обращению с промышленными отходами.

Количество отходов, обнаруженных размещенными в несанкционированных местах, определяется госинспекторами расчетным методом или инструментальным замером. При выявлении фактов самовольного размещения отходов в несанкционированных местах госинспектор имеет право приостановить размещение отходов и применять к виновным соответствующие санкции.

Вывоз промышленных отходов, бытового мусора должен осуществляться организацией, имеющей соответствующую лицензию, в места, определенные для их утилизации или переработки.

*Контрольные вопросы:*

- 1) На какие группы делятся применяемые в производстве защитные устройства?
- 2) Что должен знать персонал экологической службы предприятия?
- 3) Какие документы нормируют обращение с опасными отходами?
- 4) На какие группы делятся оградительные устройства?
- 5) Какого типа блокирующие устройства могут быть использованы на производстве?
- 6) Функции сигнализирующих устройств.
- 7) Основные задачи экологической службы предприятия.
- 8) Каким испытаниям подвергаются грузоподъемные механизмы?



Антон Алексеевич Хохлов  
Андрей Анатольевич Глущенко  
Алексей Леонидович Хохлов  
Ильмас Рифкатович Салахутдинов

**Основы проектирования и эксплуатации технологического  
оборудования:**

краткий курс лекций

для подготовки бакалавров очной и заочной форм обучения по направлению подготовки 23.03.03 «Эксплуатация транспортно-технологических машин и комплексов» - Дмитровград: Технологический институт – филиал УлГАУ, 2019.- 65 с.