**Автовышки** предназначены для подъема и опускания людей и материалов при работе на высоте - строительных, ремонтных и эксплутационных работах.

Автовышки монтируются на шасси грузовых автомобилей, что обеспечивает им высокую маневренность и мобильность, и используются для обслуживания и устранения аварий осветительной сети, контактных линий городского электротранспорта.

Рассмотрим расчет опорных и раздвижных гидроцилиндров автовышки, разрабатываемой студентами КФ МГТУ им. Н.Э. Баумана по заданию Людиновского завода.

Устойчивость автовышек обеспечивается увеличением опорного контура путем установки дополнительных (выносных) опор **(см. слайд)**.

В качестве опорных и раздвижных гидроцилиндров выбраны возвратно-поступательные поршневые гидроцилиндры двухстороннего действия с односторонним штоком. У опорных гидроцилиндров шток заканчивается шарниром, соединенным с башмаком выносной опоры.

Рассчитывается вариант машины с 4 опорными и 2 раздвижными гидроцилиндрами.

Также возможен вариант машины с пятиопорным контуром вывешивания - четыре основных и пятая дополнительная гидроопора, расположенная в передней части базового автомобиля - это увеличивает устойчивость машины и расширяет рабочую зону. Но пятиопорный вариант обычно используется для автокранов, которые поднимают тяжелые грузы, и для которых требуется большая устойчивость.

Основными параметрами гидроцилиндров являются номинальное давление , внутренний диаметр гильзы *D*, диаметр штока *d*, ход поршня *h*. По этим параметрам определяют усилие на штоке *Т*, скорость перемещения поршня (штока) , требуемый поток рабочей жидкости *Q*.

Расчет гидроцилиндров ведется на три величины номинального рабочего давления в зависимости от величины нагрузки с тем, чтобы выбрать оптимальный вариант.

Согласно результатам расчетов, даже приняв значительную величину рабочего давления (в ), мы получим незначительное уменьшение диаметра поршня гидроцилиндров (примерно на треть) по сравнению с расчетом на поэтому принимать большое рабочее давление нерационально.

Кроме того, с точки зрения прочности, в качестве опорных гидроцилиндров обычно применяют гидроцилиндры с диаметром поршня 100 и более мм.

Полученные в результате расчета по нагрузке диаметры поршня раздвижных гидроцилиндров слишком малы, не удовлетворяют требуемым условиям прочности и промышленностью не выпускаются, поэтому их подбор будем производить из расчета

*D* = 60÷70 *мм .*

**(Следующий слайд)** Степень устойчивости автовышек определяется соотношением между восстанавливающим Мв и опрокидывающим Мо моментами, выражаемым через коэффициент устойчивости К: К=Мв:Мо>[К], где [К]=1,5 – допустимый коэффициент устойчивости. Коэффициент устойчивости изменяется при изменении положения рабочего оборудования и люльки с грузом.

Если автовышка стоит на уклоне в сторону поднимаемой люльки, восстанавливающий момент Мв уменьшается, а опрокидывающий Мо – увеличивается. При определенном уклоне основания, на котором стоит машина, восстанавливающий и опрокидывающий моменты уравниваются, а при дальнейшем наклоне машина может опрокинуться. Коэффициент грузовой устойчивости с учетом действия силы тяжести, инерционных сил и ветрового давления для стоящей на уклоне вышки должен быть не менее 1,15. Отношение момента, создаваемого силой тяжести всех частей машины с учетом уклона площадки в сторону опрокидывания (относительно ребра опрокидывания), к моменту, создаваемому ветровой нагрузкой, направленному в ту же сторону, характеризует коэффициент собственной устойчивости. Наибольший уклон, на котором допускается работа вышки, равен 3°. Все вышки имеют необходимый запас устойчивости, и потеря устойчивости может произойти только при нарушении правил эксплуатации - машины каждый раз перед началом работы вышки нужно правильно устанавливать на рабочей площадке, чтобы они сохраняли устойчивость.

**Выносные опоры бывают раскладывающиеся, выдвижные и поворотные:**

|  |  |
| --- | --- |
|  | **(Следующий слайд)** Такой подъемник снабжен четырьмя выносными опорами, каждая из которых представляет собой сварные трубы квадратного сечения, вставленные одно в другую, причем наружные наклонные трубы вместе с поперечиной образуют основание выносных опор. Внутренние выдвижные трубы снабжены на концах башмаками, присоединенными с помощью шарниров. Выносные опоры выдвигаются и втягиваются гидравлическими цилиндрами, размещенными внутри выдвижной трубы. Гидроцилиндры шарнирно прикреплены к кронштейнам основания выносных опор. Шток гидроцилиндра соединен с внутренней трубой. При упоре башмака в грунт наружная и внутренняя трубы заклиниваются, в результате чего опора фиксируется в рабочем положении. |
|  | **(Следующий слайд)** Такая опорная рама состоит из опоры с башмаком, тяги и рычага, которые образуют четырехзвенник. Рычаг связан со штоком гидроцилиндра, установленного шарнирно на раме. Башмак может шарнирно поворачиваться относительно шарового пальца опоры. Опора может занимать транспортное положение I или рабочее положение II. |
|  | **(Следующий слайд)** В опорной раме с раскладывающимися опорами действием гидроцилиндра рычаг, закрепленный одним концом на балке, поворачивает опору в рабочее положение II из транспортного I до тех пор, пока упором башмака в основание (землю) не будет вывешен автомобиль. |
|  | **(Следующий слайд)** В опорной раме с выдвижными и поворотными опорами гидроцилиндр поочередно через рычаги поворачивает опоры в рабочее положение, затем гидроцилиндрами подъемник вывешивается над основанием. В транспортном положении опоры складываются. |

**Системы управления гидроопорами**

Для управления выносными опорами в приводах автовышек используют, как правило, гидравлическую систему управления с ручным управлением, реже электрогидравлическую.

Пульт управления выносными опорами, расположенный на ходовой части; чаще всего представляет собой многосекционный гидравлический распределитель с ручным управлением либо набор односекционных распределителей по числу гидроопор. Одна секция служит для переключения потока жидкости. Обычно они устанавливаются в средней части ходового устройства (реже — сзади), справа или слева по ходу движения.

В некоторых конструкциях подъемников имеются дублирующие ручки управления с механической связью гидравлических распределителей. Это позволяет более точно и безопасно устанавливать подъемник на опоры, находясь со стороны выдвигаемых опор. Как правило, рядом с распределителем имеется креномер (уровень), показывающий горизонтальность рамы ходовой части относительно уровня стоянки. Распределитель обычно установлен в специальной нише ходовой части, закрываемой крышкой или дверцей. Уровень имеет подсветку для работы при недостаточном освещении. Часто рядом с распределителем расположен манометр для контроля давления в гидросистеме при установке подъемника на опоры.

**Безопасность**

Так как вышки предназначены для работы людей на больших высотах, то современные автовышки имеют комплект приборов и систем безопасности, среди которых - блокировка, исключающая включение гидроцилиндров стрелы в положении, когда подъемник не опирается на опоры. Движение колен стрелы (давление на верхней части) возможно лишь тогда, когда выдвинуты гидроопоры и машина вывешена. При этом переключается золотник блокировки выносных опор и разъединяет напорную магистраль верхней части со сливом. Так же выполнена блокировка подъема гидроопор: до тех пор, пока рабочее оборудование (нижнее колено стрелы) не будет уложено на опорную стойку и не сработает золотник блокировки, опоры нельзя убрать в транспортное положение.

Для предотвращения самопроизвольного втягивания штока гидроопор в рабочем положении и выдвижения штока опор в транспортном положении применяются гидрозамки, которые обеспечивают свободный поток рабочей жидкости только в одном направлении.

Гидрозамки установливаются непосредственно на всех гидроопорах.

При выдвижении штока гидроопоры рабочая жидкость от гидрораспределителя поступает в отверстие, окрывая обратный клапан и поступает в поршневую полость гидроопоры. При отсутствии давления рабочей жидкости в полостях гидрозамка клапан запирает поршневую полость гидроопоры. При втягивании штока гидроопоры рабочая жидкость от гидрораспределителя поступает в отверстие гидрозамка и направляется в штоковую полость гидроопоры. Под давлением рабочей жидкости плунжер перемещается, нажимает на клапан, открывая проход рабочей жидкости из поршневой полости гидроопоры в отверстие гидрозамка и далее на слив.

К эксплуатации автовышек предъявляются следующие жесткие требования для обеспечения безопасности:

Для обеспечения устойчивости гидроподъемника необходимо устанавливать его на ровной горизонтальной площадке. При необходимости для снижения удельного давления на грунт под башмаки гидроопор должны быть положены деревянные подкладки из досок толщиной 40-50 мм.

Запрещается применять в качестве подкладок случайные предметы а также устанавливать гидроподъемник у края траншеи, котлована, откоса, обрыва и т. д ., где возможно сползание грунта, если расстояние от ближайшей опоры до основания откоса траншеи менее указанного в специальной таблице. При несоблюдении этого расстояния откос должен быть укреплен.

При работе на слабых грунтах под подпятники обязательно надо положить деревянные инвентарные подкладки. Случайные предметы для этой цели применять запрещается.

При невыдвинутых гидроопорах работа на автовышке запрещается.

**Особенности эксплуатации машины в зависимости от времени года**

Автовышка обычного исполнения могут эксплуатироваться при температуре до -40°С; для районов, где температура опускается ниже -40°С, создаются машины в северном исполнении.

Зимний период – наиболее трудный для эксплуатации машин. В это время затрудняется запуск силовой установки, снижаются смазывающие свойства масел, повышается вязкость рабочей жидкости, снижаются прочностные свойства металлоконструкций и увеличиваются нагрузки на них, повышается хрупкость резинотехнических изделий, возрастают число отказов сборочных единиц, расход топлива и рабочей жидкости, усложняются условия труда машинистов.

Зимой, во избежание объединения штоки гидроцилиндров не должны находиться длительное время открытыми, так как образовавшийся на них лед может повредить грязесъемники и резиновые кольца уплотнений. Недопустимо также объединение выступающих частей золотников гидрораспределителей. Если на них образуется хотя бы незначительная ледяная корка, могут быстро стать неисправными уплотнения выходной части золотников. Перед пуском машины в работу гидросистему прогревают. Для этого пуск насосов начинают на минимальных оборотах двигателя, затем их постепенно увеличивают до номинальных. До начала работы необходимо дать гидронасосу поработать вхолостую 5-6 минут , а затем несколько раз выполнить все движения коленами стрелы и дополнительными опорами до крайних положений штоков в цилиндрах без нагрузки в течение 10-15 мин, последовательно включая гидромоторы., чтобы очистить цилиндры от загустевшего и охлажденного масла .

На выносные опоры машину устанавливают так, чтобы исключалось проскальзывание их подкладок и башмаков по мерзлой земле и обледеневшему снегу.

Эксплуатация подъемно-транспортных и строительных машин в период жаркой погоды сопровождается своими особенностями. В условиях жаркой сухой погоды повышается количество пыли в воздухе. Проникая в сборочные единицы, пыль способствует повышенному износу трущихся деталей силовой установки, рабочих механизмов, гидрооборудования, электросистемы.

В летних условиях необходимо следить за состоянием гидрооборудования: тщательно промывать фильтр бака рабочей жидкости и сетку заливной воронки, рабочую жидкость заливать из чистой промытой бензином и протертой насухо мягкой тканью емкости, наблюдать за состоянием штоков гидроцилиндров и золотников распределителей и по мере необходимости протирать их мягкой тканью, применять только летние сорта рабочей жидкости.

#### Рабочие жидкости для гидросистем

В гидроприводе рабочая жидкость является энергоносителем, благодаря которому устанавливается связь между насосом и гидродвигателем. Кроме того, рабочая жидкость обеспечивает смазку подвижных частей элементов гидропривода.

В качестве рабочих жидкостей в гидравлическом приводе применяют минеральные масла, водомасляные эмульсии, смеси и синтетические жидкости. Выбор типа и марки рабочей жидкости определяется назначением, степенью надежности и условиями эксплуатации гидроприводов машин.

***Минеральные масла*** получают в результате переработки высококачественных сортов нефти с введением в них присадок, улучшающих их физические свойства. Присадки добавляют в количестве 0,05…10%. Присадки могут быть многофункциональными, т.е. влиять на несколько физических свойств сразу. Различают присадки антиокислительные, вязкостные, противоизносные, снижающие температуру застывания жидкости, антипенные и т.д.

***Водомасляные эмульсии*** представляют собой смеси воды и минерального масла в соотношениях 100:1, 50:1 и т.д. Минеральные масла в эмульсиях служат для уменьшения коррозионного воздействия рабочей жидкости и увеличения смазывающей способности. Эмульсии применяют в гидросистемах машин, работающих в пожароопасных условиях и в машинах, где требуется большое количество рабочей жидкости (например, в гидравлических прессах). Применение ограничено отрицательными и высокими (до 60 С) температурами.

***Смеси*** различных сортов минеральных масел между собой, с керосином, глицерином и т.д. применяют в гидросистемах высокой точности, а также в гидросистемах, работающих в условиях низких температур.

***Синтетические жидкости.***

Рабочие жидкости на нефтяной основе не могут обеспечить весь диапазон требований, которые предъявляет к гидроприводам практика. Для гидроприводов, работающих в условиях, отличающихся от нормальных (tраб > 1000° С, повышенные требования к пожаробезопасности, чрезмерно низкие температуры окружающей среды и т.п.), или от которых требуется повышенная стабильность характеристик, применяются синтетические рабочие жидкости.

***Синтетические жидкости*** на основе силиконов, хлор- и фторуглеродистых соединениях, полифеноловых эфиров и т.д. негорючи, стойки к воздействию химических элементов, обладают стабильностью вязкостных характеристик в широком диапазоне температур.

Обладая повышенными отдельными свойствами, синтетические рабочие жидкости имеют некоторые недостатки, препятствующие их широкому применению. Это в первую очередь высокая стоимость и ограниченность сырьевых ресурсов, используемых для изготовления синтетических жидкостей. Но последнее время, несмотря на высокую стоимость синтетических жидкостей, они находят все большее применение в гидроприводах машин общего назначения.

Кроме того, ряд таких жидкостей плохо совместимы с основными материалами гидроприводов, токсичны и имеют худшие, по сравнению с минеральными маслами, показатели по отдельным свойствам.

Существует множество типов синтетических жидкостей, из которых в гидроприводах нашли применение следующие: ***диэфиры, силоксаны, фосфаты, водосодержащие жидкости, фтор-*** и ***хлорорганические рабочие жидкости***. Все типы органических жидкостей обладают по сравнению с минеральными маслами повышенными противопожарными свойствами. Наиболее лучшими в этом отношении являются фторорганические жидкости, которые отличаются полной негорючестью. Кроме того, они исключительно химически инертны и термически стабильны. Водосодержащие жидкости не воспламеняются при распылении на пламя или на поверхность, нагретую до температуры 7000° С. Остальные жидкости имеют повышенную огнестойкость по сравнению с нефтяными маслами, но являются горючими и могут воспламенятся при попадании на огонь или раскаленные предметы.

***Диэфиры*** - жидкости на основе сложных эфиров, являющихся продуктами реакции двухосновных кислот (адипиновой, себациновой и др.) с первичными или многоатомными спиртами (например, с пентаэритритом). Диэфиры представляют собой маслянистые жидкости с хорошей смазывающей способностью, удовлетворительной вязкостно-температурной характеристикой, малой испаряемостью и высокой температурой вспышки. Диэфиры недостаточно устойчивы к окислению, поэтому в них вводят антиокислительную и противоизносную присадку.

В среде диэфиров плохо работают рукава и уплотнения из нитритных каучуков, электроизоляционные материалы, металлы, содержащие свинец, кадмиевые и цинковые покрытия. Диэфиры совместимы с силоксанами, поэтому в последние вводят диэфиры для улучшения смазочных свойств.

Рабочая температура диэфиров ограничена 2000° С, так как при температуре 230 - 2600° С они начинают разлагаться.

Диэфиры используются в гидроприводах турбовинтовых двигателей.

***Силоксаны*** и ***полисилоксаны*** - жидкости на основе кремний - органических полимеров. Они имеют наиболее пологую из всех рабочих жидкостей вязкостно-температурную характеристику, т.е. ее вязкость мало зависит от температуры. Вязкость полисилоксанов увеличивается с увеличением молекулярной массы полимера, что позволило создать широкий ряд базовых силоксановых жидкостей с последовательно увеличивающейся вязкостью. Диапазон вязкостей силоксанов от 10 до 3000 сСт при 250° С. Силоксаны характеризуются большой сжимаемостью и стойкостью к окислению. Они обладают наименьшим поверхностным натяжением из всех известных рабочих жидкостей. Силоксаны выдерживают температуру до 1900° С, однако уже при 2000° С начинают разлагаться с образованием окиси кремния (кремнезема), который является хорошим абразивом, поэтому рабочая температура не превышает 1750° С. Смазывающая способность силоксанов неудовлетворительная (особенно для стали), поэтому их применяют для рабочих жидкостей гидроприводов только в смеси диэфирами или минеральными маслами. Температура застывания чистых силоксанов –80 – 900° С, но в смеси с другими компонентами в рабочих жидкостях она повышается и не бывает ниже -700° С.

***Фосфаты*** - жидкости на основе сложных эфиров фосфорной кислоты - отличаются повышенной огнестойкостью и хорошей смазывающей способностью. Наиболее термостабильны триарилфосфаты, однако они плохо работают при низких температурах. По вязкостно-температурным свойствам фосфаты уступают минеральным маслам, их вязкость возрастает при низких температурах. Фосфаты склонны к гидролизу, поэтому их нельзя применять в системах, где возможно попадание воды. Многие фосфаты токсичны.

Применяют фосфаты в гидроприводах тепловых электростанций (в том числе и атомных) и металлургического оборудования, а также на летательных аппаратах.

Наибольший практический интерес представляют жидкости на основе сложных эфиров кремниевой кислоты и кремнийорганические жидкости, которые сочетают в себе высокотемпературные и низкотемпературные свойства.

Практика показала, что из существующих жидкостей этого типа наилучшей являются кремнийорганические полисилоксановые (силиконовые) жидкости, которые имеют высокие температурно - вязкостные характеристики в широком температурном диапазоне и отличаются, от прочих жидкостей этого назначения механической прочностью, а также устойчивостью против окисления. Кроме того, эти жидкости являются огнестойкими и локализуют распространение огня.

В зависимости от степени полимеризации мономеров представляется возможным получить силиконы практически любой вязкости (от 1 до 10 000 сСтпри 20° С).

Полисилоксановые жидкости обладают высокой термической стабильностью, сохраняя ее даже при нагреве в присутствии кислорода воздуха. В контакте с воздухом они выдерживают длительное нагревание при температурах до 250° С. В закрытых же системах эти жидкости можно длительно использовать при температурах до 370° С. Нижний предел температур составляет –54° С.

Полисилоксановые жидкости отличаются стабильностью вязкостных характеристик. Испытания показали, что вязкость такой жидкости после 500 чработы при давлении 15 МПаи температуре 60° С уменьшилась всего на 2 %, тогда как вязкость масляной гидросмеси при работе в этих же условиях понизилась на 50 %. Полисилоксановые жидкости практически не корродируют сталь, чугун, медь, латунь, бронзу, алюминий и другие цветные металлы даже при нагревании до 150° С.

Ценными свойствами полисилоксанов являются их очень низкая температура застывания и чрезвычайно пологая вязкостно-температурная кривая. Температура застывания даже очень вязких полисилоксанов ниже –65° С, у низкомолекулярных маловязких полимеров она достигает –90 и –100° С. Так, например, отношение кинематической вязкости масла турбинного 22 (Л) при 0° С к вязкости при температуре 50° С равно 27, а для равновязкой с ним при 50° С этилполисилоксановой жидкости это отношение равно 4,4.

Полисилоксаны обладают также высокими диэлектрическими свойствами и низкой упругостью паров.

Кремнийорганические жидкости имеют более низкий модуль объемной упругости, чем жидкости минерального происхождения. Кроме того, этот модуль в большой степени зависит от температуры. Так, например, модуль объемной упругости большинства минеральных жидкостей гидросистем равен в нормальных условиях приблизительно 0, 167 и уменьшается при температуре 315° С до 0,103 ,тогда как для кремнийорганических жидкостей он равен в нормальных условиях 0, 137и при 315° С уменьшается до 0,034 .

Однако полисилоксановые жидкости обладают высокой текучестью, усложняющей герметизацию гидроагрегатов. При использовании этих жидкостей практически невозможно герметизировать без мягких уплотнений стык двух металлических поверхностей. Кроме того, полисилоксановые жидкости растворяют все применяемые в настоящее время пластификаторы синтетических каучуков. Поэтому уплотнительные кольца, изготовленные из этих каучуков, становятся хрупкими и растрескиваются, в результате чего гидроагрегаты неизбежно теряют герметичность. Большое влияние на этот процесс оказывает температура, повышение которой с 60 до 90° С может ускорить потерю эластичности материала в десятки раз. Так, например, испытания показали, что при температуре 60° С резиновые кольца потеряли эластичность после 500 чработы, а при 82° С - после 24 чработы.

К недостаткам полисилоксановых, как и большинства синтетических жидкостей, относится то, что они обладают более высокой способностью растворять воздух и газы, чем минеральные жидкости. Большинство из этих жидкостей при комнатной температуре растворяет воздух при повышении давления на одну атмосферу в количестве до 22% объема жидкости (коэффициент растворимости *k =* 0,22). Возможность присутствия в жидкости столь большого количества воздуха может привести к ухудшению условий работы гидросистемы, так как воздух, выделяясь из жидкости в зонах пониженного давления, образует пену.

В связи с этим следует указать, что синтетические жидкости, в и частности, жидкости на кремнийорганической основе, склонны, как и все жидкости с низким поверхностным натяжением, к пенообразованию, образуя к тому же, как правило, стойкую пену. Недостатком их является также склонность к гидролизу, т. е. к образованию нерастворимых соединений с водой или влагой воздуха. Некоторые из них не допускают также контакта с воздухом и несовместимы с жидкостями, содержащими керосин.

Недостатком полисилоксанов (и прочих синтетических жидкостей) является то, что они значительно уступают минеральным маслам по противоизносным и смазывающим свойствам, ввиду чего многие материалы, из которых изготовляются в настоящее время скользящие пары гидроагрегатов, практически непригодны для работы с указанной жидкостью. Кроме того, износ трущихся деталей со смазкой полисилоксановыми жидкостями при работе в атмосфере азота увеличивается в сравнении с работой при атмосферном воздухе. Например, плохо работают сталь по стали и сталь по чугуну. Вследствие этого опыт, накопленный по скользящим парам, работающим на минеральных маслах, нельзя распространять на рассматриваемые жидкости.

Противоизносные свойства полисилоксанов могут быть улучшены добавлением к ним минерального масла, с которым они смешиваются, или специальных полярных присадок. Полисилоксаны смешивают с минеральными маслами также для улучшения вязкостно-температурных характеристик. Такие смеси отличаются хорошими смазывающими свойствами и в то же время приобретают удовлетворительную вязкостно-температурную характеристику. Применение подобных смесей иногда целесообразно также по экономическим соображениям, поскольку стоимость нефтяных масел значительно ниже стоимости полисилоксанов.

Вязкость смеси полисилоксановой жидкости и минерального масла значительно ниже вязкости смеси двух нефтяных масел с такими же значениями исходной вязкости. При низких температурах вязкость смеси значительно ниже вязкости каждого из исходных компонентов, в то время как при положительных температурах понижение вязкости смеси сравнительно невелико. Так, например, вязкость смеси из 80 % полисилоксановой жидкости ()и 20 % минерального масла () равна при - 30° С лишь 85 сСт,смеси из 60 % полисилоксановой жидкости ()и 40 % нефтяной фракции () при температуре -50° С равна 480 сСт.

