**Реферат не тему:**

**"ТАУ (Теория автоматического управления) судовой аппаратуры"**

Основной задачей АСР является поддержание заданных значений регулируемых параметров ОР в статических и динамических режимах работы с отклонениями, не превышающими норм, предписанных правилами технической эксплуатации и Регистра СССР.

Из структурных схем видно, что АСР – это замкнутые системы, состоящие из ряда последовательно соединенных элементов, выходной сигнал каждого из которых является входным сигналом последующего. Так, выходной сигнал ОР – значение регулируемого параметра *х* – является входным сигналом измерителя и т. д. В конечном счете выходной сигнал ИО является входным сигналом ОР, определяющим количество рабочего тела, подводимого к объекту в единицу времени. А как следует из условия установившегося режима, при равенстве подвода и отвода объекта

Рис. 1. Статические характеристики АСР:

а – с положительной неравномерностью; б – с нулевой неравномерностью;

в-с отрицательной неравномерностью

регулируемый параметр имеет определенное неизменное значение, т. е. если *W01 = W02,* то x0 = idem. Однако установившихся режимов для каждой системы в диапазоне нагрузок от нулевого значения *W01 = W02 = 0* до максимального *W01= W02 = Womax* существует бесконечное множество и каждому значению нагрузки может соответствовать свое значение регулируемого параметра *xo* при неизменной настройке регулятора (задании *R).*

Таким образом, для любой АСР при установившихся режимах входными величинами являются значения нагрузки *Wo* и задание *R,* определяемое настройкой регулятора, а выходными – значения регулируемого параметра *xо*. Зависимость установившихся значений регулируемого параметра от нагрузки при неизменной настройке регулятора описывается **статической характеристикой АСР**. Статические характеристики АСР (рис. 1) строятся расчетным путем по уравнениям статики, а в условиях эксплуатации – по значениям параметров, определяемых с помощью КИП. Различные АСР поддерживают заданные значения регулируемых параметров в зависимости от нагрузки с различной статической точностью. Неточность поддержания установившихся значений регулируемых параметров оценивается *статической неравномерностью и нечувствительностью АСР*.

Для примера по опытным данным построим статическую характеристику АСР уровня воды в барабане котла. Регулируемым параметром рассматриваемой АСР является уровень воды *h* в барабане котла, а нагрузкой – расход пара *Dn.* He меняя настройки регулятора, определим установившиеся значения уровня при различных значениях нагрузки. Нагрузку будем изменять плавно от нулевого значения до номинального и обратно, фиксируя значения уровня через каждые 25% от *Dон.*

При нулевой нагрузке (*Dоп = Dопв = 0*) клапаны *l* и *т* закрыты, а в барабане устанавливается уровень, значение которого на графике (рис. 1, *а)* соответствует ординате точки /. Приоткрытие клапана *1* на величину, соответствующую 25% от *Dон* приведет к нарушению равновесия и снижению уровня. Поплавковый регулятор будет увеличивать открытие клапана *m* до тех пор, пока не наступит массовое равенство между новым расходом пара и питательной воды при установившемся значении уровня. Эти новый значения параметров определят координаты точки *2.* С дальнейшим увеличением нагрузки до номинального значения *Doн* по аналогии определятся координаты точек *3, 4 и 5.*

При уменьшении нагрузки движение клапана *m* в обратном направлении начнется после того, как будут выбраны зазоры в звеньях системы и преодолены силы сухого трения штока клапана в сальнике. Эти силы преодолеваются за счет выталкивающей силы поплавка при повышении уровня до значения, определяющего ординату точки *6.* С дальнейшим уменьшением нагрузки определяются координаты точек *7, 8, 9* и *10.*

Соединив полученные точки, построим статическую характеристику АСР в виде зоны нечувствительности. Нечувствительность ±*x*неч определяется половиной ширины зоны, взятой по оси регулируемого параметра.

Нечувствительность АСР – это изменение регулируемого параметра ±*x*неч на которое система не реагирует из-за зазоров и сил сухого трения в ее звеньях.

Для идеальной АСР, в звеньях которой отсутствуют силы сухого трения и зазоры, статическая характеристика примет вид линии I, проходящей посредине зоны нечувствительности. Тогда, как следует из графика (рис. 1, *а),* идеальная АСР будет поддерживать заданный уровень *hoo* при нулевой нагрузке, а при номинальной уровень снизится до величины *hoн.* Разность этих значений уровня определяет величину статической неравномерности АСР, т. е. *x*нер = *hoo* – *hoн* Чем больше неравномерность, тем больше наклон статической характеристики.

В дальнейшем под неравномерностью АСР будем понимать разность установившихся значений регулируемого параметра, взятых при нулевой и номинальной нагрузках при условии неизменной настройки регулятора. В зависимости от свойств регулятора и места установки ИО на ОР неравномерность АСР может быть различной *по значению и знаку.*

На рис. 1 представлены статические характеристики АСР, для первой из которых неравномерность положительная, для второй – нулевая, а для третьей – отрицательная. Неравномерность измеряется в тех же единицах, что и регулируемый параметр. *Если значение неравномерности равно нулю, система считается астатической, а если отличается от нуля* – *статической.*

Статическая характеристика АСР может быть линейной (рис. 1, *а* и *б)* либо иметь кривизну (рис. 1, *в).* Вид характеристики зависит от свойств самого регулятора, характеристик ИО и ОР.

Вопросы устойчивости, характеризующейся динамическими свойствами АСР, являются основными при изучении теории и эксплуатации средств автоматического регулирования.

Определение температуры является одним из сложных и трудоемких процессов измерения, основанным на теплообмене между телами. Приборы, входящие в тепловой контакт с контролируемой средой, по показаниям которых определяется ее температура, называются термометрами, а устройства, предназначенные для регулирования температуры, – терморегуляторами. Неотъемлемой составной частью термометров и измерителей терморегуляторов являются **ЧЭ**, физические свойства которых изменяются при нагреве. Измерители разделяют на механические и электрические.

К механическим относятся измерители, действие которых основано на тепловом расширении жидких или твердых тел либо на изменении давления газов или паров жидкости в замкнутых системах. Выходными сигналами таких измерителей являются перемещения либо усилия, однозначно определяемые изменением температуры.

Работа жидкостных измерителей температуры основана на неодинаковом расширении при нагреве оболочки и находящейся в ней жидкости. Примером таких измерителей являются стеклянные термометры, состоящие из баллончика с припаянной к нему прозрачной капиллярной трубкой (капилляром) и шкалы. Для заполнения баллончика выбирается жидкость, коэффициент расширения которой в 15–30 раз больше, чем у оболочки. Поэтому приращение температуры вызывает увеличение объема жидкости и ее вытеснение из оболочки в капилляр, в котором положение кромки жидкости по шкале определяет значение температуры. Оболочку и капиллярные трубки изготавливают из стекла или кварца. Наполнителями могут быть жидкости (спирт, толуол или пентан) либо текучие металлы (ртуть или галлий).

Жидкостный измеритель температуры (рис. 2, а) состоит из металлического термопатрона *1* и сильфонной камеры *3,* связанных между собой металлическим гибким капилляром *2.* Внутренняя полость их герметична и в зависимости от диапазона измеряемых температур полностью заполняется глицерином, ксилолом или ртутью. Термопатрон помещается в зону контролируемой среды, при увеличении температуры которой происходит увеличение объема наполнителя и перетекание его по капилляру в камеру сильфона, вызывающее перемещение Донышка последнего. Выходным сигналом измерителя является перемещение *уД* штока *5,* жестко соединенного с донышком сильфона.

Рис. 2. Измерители температуры:

*а* – манометрический; б – объемный; *в*–дилатометрический; *г –* биметаллический; *д – с* термосопротивлением; *е* – термоэлектрический

Перемещение пропорционально изменению температуры , т. е. статическая характеристика измерителя линейна. При понижении температуры объем наполнителя уменьшается, и донышко сильфона движется в обратном направлении под действием возвратной пружины *4.* Жидкостные измерители обладают большими перестановочными усилиями. Однако они подвержены 'влиянию температуры окружающей среды, которое сказывается тем больше, чем меньше разность температур окружающей и контролируемой сред.

Аналогичные принцип действия и свойства имеет измеритель с твердым наполнителем термометрической системы. Измеритель выполняется в виде жестко закрепленного сильфона (рис. 2, *б),* внутренняя полость которого герметична и заполнена аморфным телом (обычно воском). При изменении температуры среды, омывающей сильфон, объем наполнителя увеличивается, вызывая перемещение донышка сильфона. Для уменьшения тепловой инерционности датчика воск перемешивают с медными опилками.

Дилатометрический измеритель состоит из трубки *2* (рис. 2, *в),* закрытой снизу донышком с впаянным в него стержнем *1*, свободно проходящим через трубку. Верхний конец трубки *2* впаян в резьбовой штуцер, на фланце которого крепится поворотный рычаг *5,* прижимаемый к стержню *1* пружиной *4.* Датчик крепится на трубопроводе или теплообменнике *3,* а трубка *2* погружается в контролируемую среду. Для трубки выбирают материал с высокой теплопроводностью и значительно большим коэффициентом линейного расширения, чем у материала стержня. Трубки изготавливают из меди, латуни или стали, а стержни из инвара (сплав из 34% кобальта, 37% железа и 9% хрома), имеющего коэффициент линейного расширения в пять раз меньший, чем у меди и в два раза меньший, чем у стали. Изменение температуры среды , омывающей трубку *2,* приводит к перемещению верхнего конца стержня *1*на величину *l*:

Перемещение стержня *1* приводит к развороту рычага *5* относительно опоры *О* и пропорциональному перемещению его свободного конца *В* на величину *уД*, являющуюся выходным сигналом измерителя. Дилатометры обладают большим перестановочным усилием. Однако значение выходного сигнала таких измерителей мало, а тепловая инерция значительна.

Биметаллические измерители имеют аналогичный принцип действия. Чувствительный элемент их состоит из плоской (рис. 2, *г)* или спиральной пружины, спаянной из двух пластин разнородных металлов. При изменении температуры обе пластины удлиняются неодинаково, вызывая изгиб плоской или скручивание спиральной пружины. Один конец пружины закреплен неподвижно, а перемещение свободного конца *уД* является выходным сигналом датчика. Общим недостатком дилатометрических и биметаллических датчиков является невысокая точность измерений.

Термоманометрические измерители по конструктивному исполнению схожи с жидкостными. Принцип действия термоманометрических датчиков основан на изменении давления наполнителя в системе при изменении измеряемой температуры. Выходными звеньями таких измерителей температуры являются сильфонные (рис. 2, *а)* либо трубчатые измерители давления. По роду наполнителя термоманометрические измерители разделяются на парожидкостные и газовые.

В парожидкостных измерителях термопатроны заполняют примерно на 2/3 объема жидкостью с температурой кипения ниже измеряемой, а остальной объем занимают ее пары. В зависимости от диапазона измеряемых температур выбирается вид жидкости: хлорметид (+ 20 – : – + 100°С), хлорэтил (0 – :-+ 125°С), этиловый эфир (0 – : – + 150°C), ацетон (0– : – + 170° С), бензол (0– : – + 200°С). Давление паров по капиллярной трубке с внутренним диаметром около 0,3 мм дистанционно передается к измерителю давления. Переносчиком давления является спирт или смесь глицерина с водой, которыми заполняется внутренняя полость капилляра и датчика давления. На работу парожидкостных датчиков не оказывает влияния изменение температуры окружающей среды, однако они обладают нелинейной статической характеристикой.

Газовые датчики, полностью заполняемые азотом или гелием под давлением до 49–105 Па (50 кгс/см2), служат для измерений в широком диапазоне температур (от -130до +550°С) и имеют линейную статическую характеристику, однако подвержены влиянию внешних температурных условий.

Общими недостатками измерителей с жидкими, твердыми и газовыми наполнителями являются их большая тепловая инерционность, трудность (часто невозможность в судовых условиях) ремонта при нарушении герметичности измерительной системы и ограниченность расстояний передачи выходного сигнала.

Из электрических наибольшее распространение получили измерители с термосопротивлениями и термоэлектрическими датчиками температуры.

Принцип действия термосопротивлений основан на изменении активного сопротивления терморезисторов (проводников и полупроводников) при изменении их температуры. Термометр сопротивления (рис. 2, *д)* состоит из моста Уитсона, к одной диагонали которого подведено постоянное напряжение, а в другую-включен прибор для измерения тока (миллиамперметр). В три плеча моста включены резисторы *Rl, R2, R3,* сопротивления которых не меняются при изменении температуры, а в четвертое – терморезистор *R,* размещаемый в.зоне измеряемых температур. Значения сопротивлений выбираются таким образом, чтобы при температуре 0°С ток I в цепи прибора отсутствовал, т. е. мост был уравновешен. При изменении температуры меняется значение сопротивления *R,* нарушается равновесие моста, и в его диагонали течет ток Iд, являющийся выходным сигналом датчика. Визуальный контроль температуры производится по показаниям прибора, измеряющего значение тока Iд, шкала которого отградуирована в oС. Диапазон температур, измеряемых терморезисторами, лежит в пределах –50– : – + 600° С.

Датчики монтируются в защитных герметичных корпусах, предохраняющих их от механических повреждений и агрессивного действия среды. Терморезистор представляет собой проволоку, намотанную на изоляционный каркас. В зависимости от диапазона измеряемой температуры и чувствительности измерителя применяют платиновую, медную или никелевую проволоку. Полупроводниковые терморезисторы представляют собой смесь из порошкообразных окислов МnО2, CuO3, Fе2О3, NiO и др., спрессованную и спеченную при высокой температуре, и по сравнению с проводниками обладают значительно большим температурным коэффициентом электрического сопротивления. Однако зависимость значения их передаточного коэффициента от температуры характеризуется резко выраженной нелинейностью и недостаточной стабильностью, что ограничивает их применение.

На корпусах датчиков, серийно выпускаемых отечественной промышленностью, указываются условные обозначения термосопротивлений.

Статические АСР прямого действия просты по устройству и в сравнении с астатическими могут обладать большей динамической устойчивостью. Рассмотрим работу статической АСР давления воздуха в баллоне *5* (рис. 3, *а).* Ее регулятор отличается от регулятора астатической АСР тем, что в измерителе действие массы груза заменено действием цилиндрической пружины. Пружина *4* нижним концом упирается в жесткий центр мембраны, а верхним – в регулировочную гайку *3.* При установившемся режиме сила от давления воздуха на мембрану уравновешивается силой действия пружины, поэтому мембрана и связанный с ней клапан *1* неподвижны. При максимальной нагрузке (W02max) для удержания клапана *1*/ в крайнем открытом положении (mmax) давление должно быть равно *pоmin*.

Рис. 3. Статическая AСР прямого действия:

*а* – принципиальная схема; б – статические характеристики; *в*–графики переходных процессов

При уменьшении нагрузки *W2* давление повышается (происходит приращение *р)* и клапан *1* перемещается в сторону уменьшения подвода воздуха *W1.* Если пренебречь инерционностью подвижных масс, то согласно уравнению измерителя (5) с учетом уд= ур = – m/aсввоздействие на клапан *1* и ОР от регулятора в динамике определится зависимостью:

В рассмотренной АСР при увеличении давления выше заданного регулятор в начале переходного процесса прикрывает клапан *1* и уменьшает подвод воздуха *W1* на заведомо большую величину, обеспечивая более быстрое восстановление равновесия, а затем, по мере уменьшения отклонения *р*, вновь приоткрывает его. Движение клапана будет происходить до тех пор, пока не установится соответствие подвода воздуха *W01* новому расходу *W02* и статическое равновесие сил, действующих на мембрану измерителя.

Переходной процесс АСР может быть затухающим (рис. 3, в) даже в том случае, если ОР неустойчив и обладает запаздыванием. Значения качественных показателей определяются совокупностью свойств ОР, регулятора и ИО. *Устойчивость АСР будет тем выше, чем больше устойчивость ОР и меньше отношение*.

Настройка АСР может производиться изменением значения коэффициента *kр*. *С уменьшением kp динамическая устойчивость регулятора и АСР возрастает.*

Включенный в АСР П-регулятор будет поддерживать заданное значение регулируемого параметра со статической ошибкой, т. е. статические характеристики АСР будут иметь наклон (Рис. 3, *б).* Так, при нулевой нагрузке *W0=0* рассмотренная АСР поддерживает установившееся давление *ро* при закрытом клапане. С ростом нагрузки до номинального значения *Woн* клапан откроется на номинальную величину mн= (0,4– : – 0,6) mmax. Однако в этом положении он может удерживаться только при снижении давления до значения рои, что соответствует работе АСР по статической характеристике *1*. Значение неравномерности АСР определяется разностью *рнер=pо–pон* и при правильном включении регулятора должно быть меньше его собственной неравномерности ррнер

Регуляторы прямого действия просты по устройству, обслуживанию в эксплуатации и дешевы в изготовлении, однако при больших усилиях, необходимых для воздействия на ИО, обеспечивают низкое качество процесса регулирования из-за малой работоспособности.

Работоспособность характеризует максимально возможную работу, которую способен совершить регулятор при движении его выходного звена из одного крайнего положения в другое, т. е. максимальное значение произведения силы на путь выходного звена регулятора, измеряемого в Н\*м (кгс-см).

В регуляторах прямого действия работоспособность определяется значением движущей силы измерителя и зависит от конструктивных соотношений его подвижных звеньев. Повысить работоспособность можно, например, увеличением массы, активной площади либо объема чувствительного элемента с соответствующим увеличением жесткости пружин измерителя. Однако в этом случае возрастает инерционность регулятора и снижается качество работы АСР в динамике. Поэтому АСР прямого действия получили ограниченное распространение.

Электрические тахометры предназначены для измерения частоты вращения гребных валов, главных двигателей, турбонагнетателей, дизель-генераторов, вспомогательных механизмов и др.

В состав установки тахометров независимо от принципа работы входят датчик, с помощью которого непосредственно измеряется частота вращения (обычно генераторного типа), указатели частоты вращения и проводная линия связи.

Наибольшее применение находят вольтметровые тахометры, в основу работы которых положен принцип измерения напряжения генератора постоянного тока. В этих тахометрах используют практически прямую зависимость напряжения постоянного возбуждения (магнитоэлектрической системы) от частоты вращения его якоря.

Как известно из электротехники, напряжение на зажимах генератора определяется по формуле

*U = E – IяRя = сФn – ІяRя*

где *E* – э.д.с. генератора;

*Iя –* ток якоря;

*Rя –* сопротивление якоря;

*с* – постоянная генератора;

*Ф* – магнитный поток;

n – частота вращения.

Значение *IяRя* характеризующее падение напряжения в обмотке якоря и в переходном сопротивлении между коллектором и щетками, мало по сравнению со значением *Е = сФп.* Поэтому можно считать, что *U=сФп* или при Ф = const *U=c1n,* где *c1* – коэффициент пропорциональности. Из этого следует, что напряжение на зажимах генератора, измеряемое вольтметром, прямо пропорционально частоте вращения якоря генератора, а следовательно, и частоте вращения контролируемого вала. Поэтому шкалу вольтметра можно отградуировать непосредственно в оборотах в минуту или в радианах в секунду.

Схема включения вольтметровых тахометров показана на рис. 4.

Гребной вал *1* через механическую передачу *2* (зубчатые колеса и цепную передачу) передает вращение якорю генератора *3.* Последний в зависимости от передаваемой ему частоты вращения подводит электрическое напряжение по проводам *4* к указателям *5,* представляющим собой магнитоэлектрические вольтметры. Каждому значению напряжения генератора, зависящему от частоты вращения контролируемых валов, соответствует определенное число оборотов в минуту гребных валов, отмечаемое на шкалах указателей-вольтметров.

Установка судовых тахогенераторов этого типа включает датчик или генератор постоянного тока, указатели или вольтметры, элементы механической передачи от вала к датчику и линию связи или кабели. Датчики представляют собой генераторы постоянного тока с постоянными магнитами. Исходя из принципа работы вольтметровых тахометров требуется, чтобы генератор имел линейную зависимость между значением э. д. с. и частотой вращения, т. е. чтобы *Е = сФп = c1nг,* для чего магнитный поток *Ф* генератора должен быть постоянным. Статором генератора служит кольцеобразный постоянный магнит с явновыраженными полюсами. В создаваемом этим магнитом поле вращается якорь с обмоткой. Для регулирования напряжения, развиваемого генератором, между его полюсами устанавливается магнитный шунт *3,* принцип, работы которого поясняется на рис. 5.

Рис. 4. Схема включения вольтметровых тахометров

Рис. 5. Схема работы магнитного шунта:

/ – полюсы постоянных магнитов; 2 – якорь генератора; 3 – магнитный шунт

Отечественной промышленностью изготовляются датчики вольтметровых тахометров типа МЭТ 8/30 – это морские электрические тахометры, имеющие восемь указателей. Датчики типа МЭТ 8/30 развивают номинальное напряжение 30 В при 1500 об/мин. Указатели тахометров типов М‑150, М‑160, М‑170, М‑180, М‑185 и М‑186 являются магнитоэлектрическими приборами (вольтметрами) особой конструкции, имеющими поворот стрелки на 240°. Шкала вольтметра, отградуированная в оборотах в минуту с нулевой отметкой посередине, обеспечивает измерение скорости судна при ходе «Вперед» и «Назад». Стрелка указателя устанавливается на нулевую отметку шкалы корректором, винт которого расположен на цоколе прибора. Общее сопротивление каждого указателя должно иметь одинаковое значение. Для этого в каждом указателе имеется регулируемый резистор. Ось резистора выведена наружу позади цоколя и закрыта винтом, который препятствует проникновению воды в прибор. При помощи этого резистора производится точное согласование показаний всех указателей от одного датчика. Указатели некоторых типов имеют светящуюся стрелку и шкалу, указатели других типов имеют внутреннее электрическое освещение и светящуюся шкалу. Основная погрешность при измерении в пределах от 10 до 100% номинального значения частоты вращения вала не превышает ±1% от номинального значения шкалы.

Ввиду того что предельное число оборотов вала у всех датчиков одинаковое, для измерения различной частоты вращения валов применяются зубчатые передачи с разными передаточными отношениями. Ведущее зубчатое колесо делается разъемным и насаживается на ось датчика.

К положительным качествам вольтметровых тахометров относятся: быстрота измерения, равномерность градуировки шкалы указателя, простота и надежность действия, возможность подключения к датчику большого числа указателей (до восьми приборов) и небольшая погрешность измерений. Недостаток этой системы: изменение постоянства магнитного потока полюсов генераторов вследствие ударных сотрясений, вибрации и температурных колебаний, а также наличие коллектора, за которым требуется значительный уход.

**Литература**

1. В.С. Онасенко «Автоматизация судовых энергетических установок» Москва, «Транспорт», 1981
2. О.Г. Колесников «Судовые вспомогательные механизмы и системы» Москва, «Транспорт», 1977
3. И.В. Возницкий, Н.Г. Чернявская, Е.Г. Михеев «Судовые двигатели внутреннего сгорания» Москва, «Транспорт», 1979
4. В.С. Архангельский «Автоматика и аппаратура контроля судовых энергетических установок», Л., «Судостроение», 1991