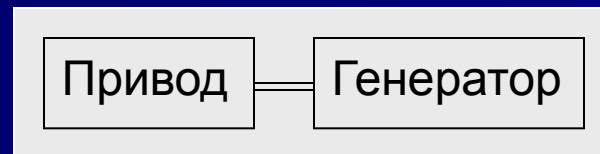


Тема №3. Регулирование частоты тока авиационных генераторов

Генераторы являются преобразователями механической энергии в электрическую. Для их работы нужен источник механической энергии - так называемый механический привод, или просто привод (устройство, приводящее во вращение ротор генератора).



Выбор того или иного типа привода определяется требованиями к СЭС, ее назначением (СЭС основные и вспомогательные, постоянного и переменного тока, последние - постоянной или переменной частоты).

3.1. Требования к точности стабилизации частоты

Точность стабилизации частоты тока синхронных генераторов СЭС диктуется характеристиками приемников электрической энергии ЛА. В зависимости от требуемой точности поддержания частоты приемники можно разделить на следующие группы:

- приемники, работа которых не зависит от частоты тока их источников питания (электрообогревательное и противообледенительное оборудование);
- приемники, допускающие отклонения частоты питающего тока в пределах $\pm 5\%$ (асинхронные двигатели, трансформаторно-выпрямительные устройства);
- приемники, требующие прецизионной точности стабилизации частоты питания, погрешность которой не превышает $\pm 0,05\%$ (счетно-решающие устройства, навигационные системы и т.п.).

Большинство приемников переменного тока удовлетворительно работает при отклонении частоты в пределах $\pm 5\%$ от номинального уровня 400 Гц. Поэтому данный диапазон принят за стандартный для установившегося значения частоты при номинальной или частичной работе СЭС.

Основным документом, регламентирующим параметры качества электроэнергии, является ГОСТ 19705-89 «Основные требования и нормы качества систем электроснабжения». Действующие нормы к отклонению частоты тока в СЭС ЛА кроме требований к допускаемым отклонениям частоты в установившемся режиме работы предусматривают и ограничения в отклонении частоты во время переходных процессов.

На диаграмме приведены допустимые пределы отклонений частоты в установившихся и переходных режимах для нормального, частичного (пределы 2 и 3) и ненормального (пределы 1 и 4) режимов. Эти допустимые значения отклонения частоты приняты при условии внезапных изменений нагрузки от 10 до 160% номинальной мощности системы электроснабжения.

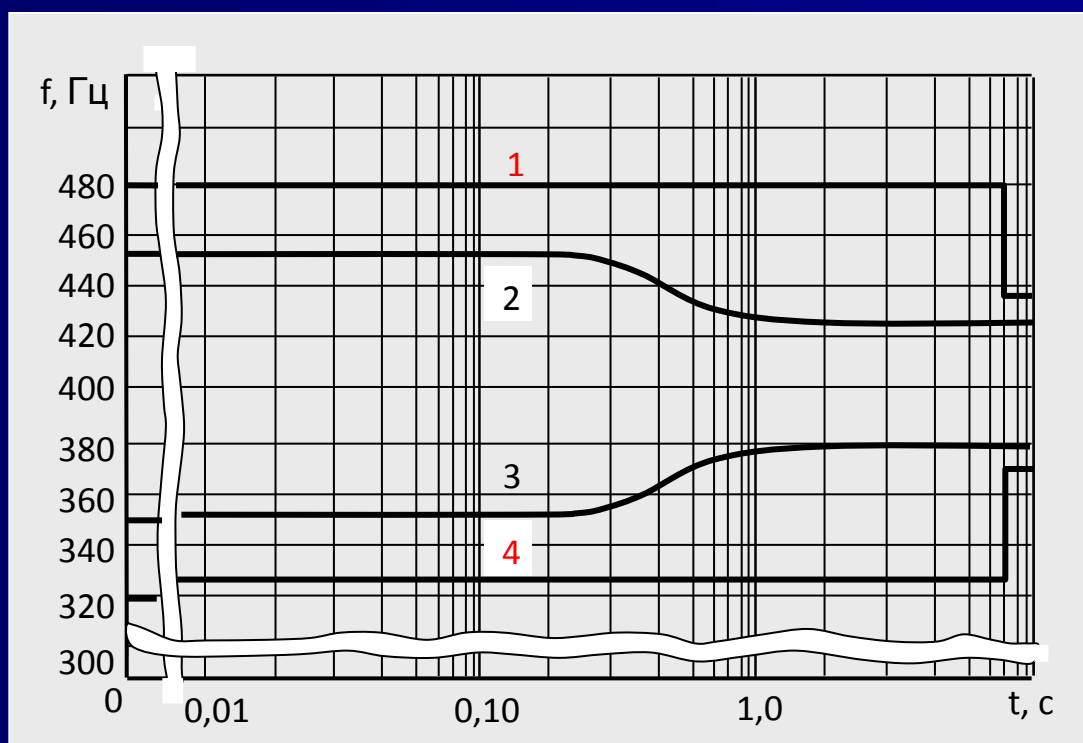
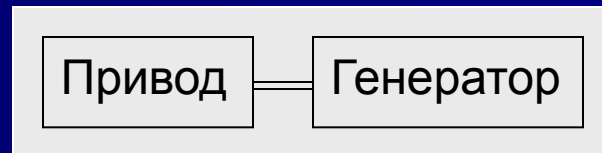


Рис.3.1. Пределы отклонений частоты (по ГОСТ 19705-89)

3.2 Привод авиационных генераторов постоянного и переменного тока

3.2.1 Непосредственный привод авиационных генераторов постоянного и переменного тока

Непосредственный привод генераторов является наиболее надежным и экономичным и широко используется на отечественных и зарубежных ЛА.



Однако, непосредственный привод имеет и ряд существенных недостатков:

- по условиям механической прочности авиационные генераторы должны приводиться во вращение через понижающий редуктор с передаточным отношением 0,65-1;

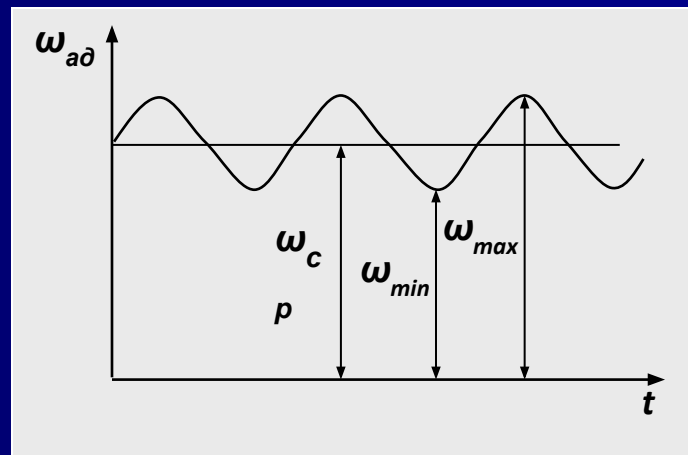
- широкий диапазон изменения частоты вращения редуктора авиационного двигателя приводит к изменению в больших пределах частоты тока f генератора, так как:

$$f = \frac{pn}{60},$$

где p - число пар полюсов генератора;

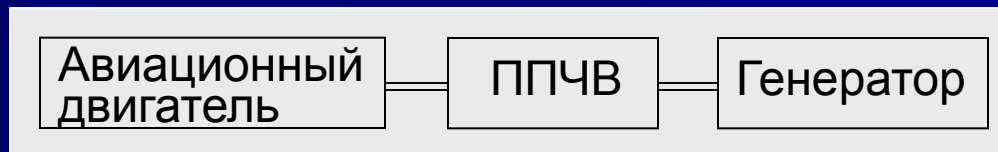
n - частота вращения генератора, об/мин.

- при вращении генератора непосредственно от авиационного двигателя имеет место пульсация его частоты вращения относительно некоторого среднего значения n_{cp} в течение одного оборота вала редуктора:

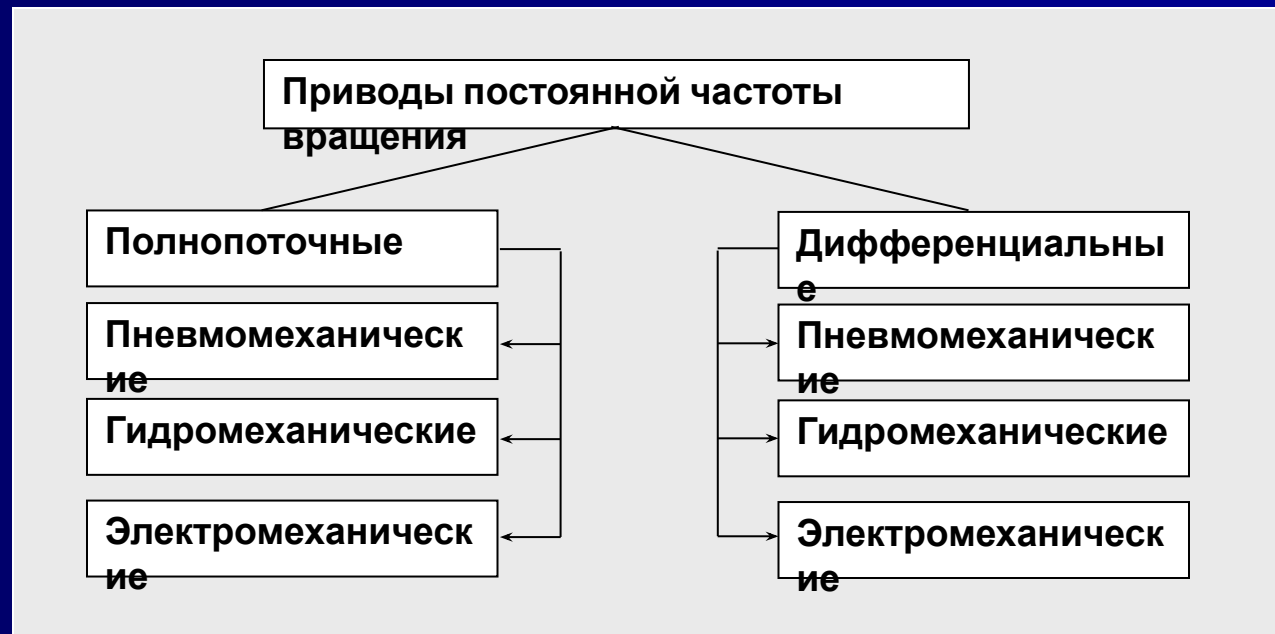


3.2.2 Назначение и классификация приводов постоянной частоты вращения синхронных генераторов

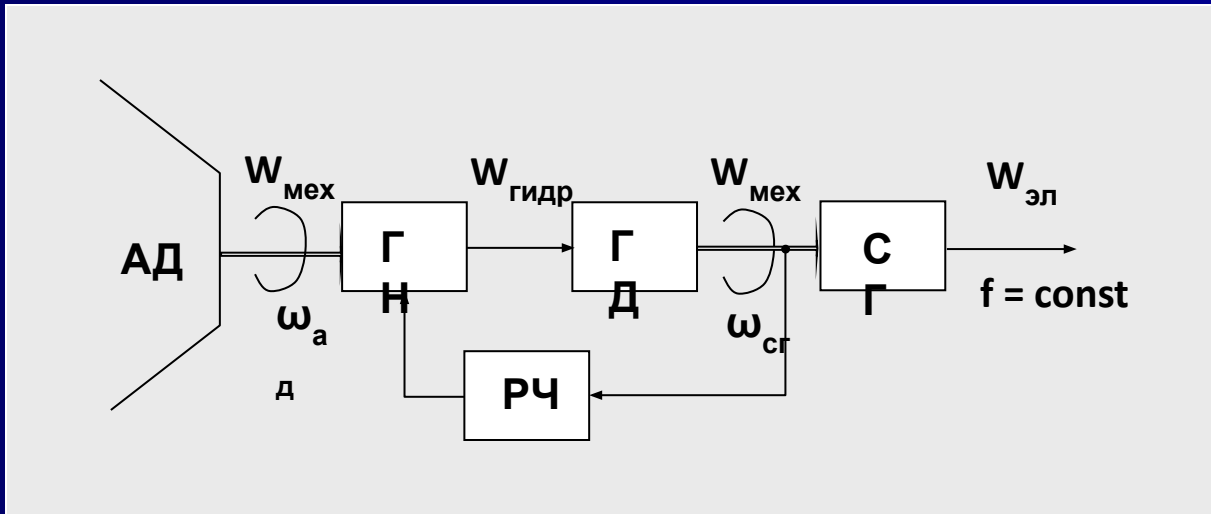
Большинство приемников ЭЭ ЛА требует для своей работы переменного тока постоянной частоты. При непосредственном приводе генераторов переменного тока от АД их угловая скорость, а, значит, и частота генерируемого тока не остаются постоянными, а зависят от режима работы АД. Поэтому для стабилизации частоты тока генераторы приводятся во вращение от авиационных двигателей через промежуточное устройство, выходной вал которого независимо от изменения частоты вращения входного вала вращается с постоянной угловой скоростью. Такие устройства получили название привода постоянной скорости (ППС) или привода постоянной частоты вращения (ППЧВ):



В настоящее время предложено большое число различных типов ППС. Они обычно классифицируются по виду промежуточной энергии, используемой в процессе преобразования, и по доле энергии, подвергаемой преобразованию:

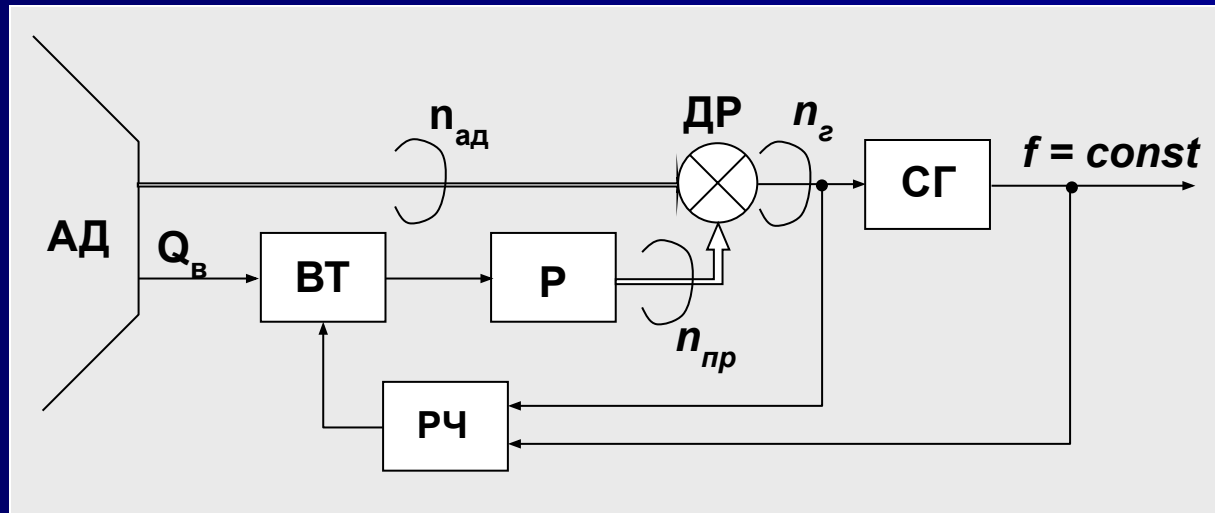


В приводах с полным преобразованием энергии вся отбираемая от авиационного двигателя механическая энергия вначале полностью преобразуется в другой вид энергии. Затем эта промежуточная энергия преобразуется в механическую. Примером такого типа привода может служить гидравлический привод:



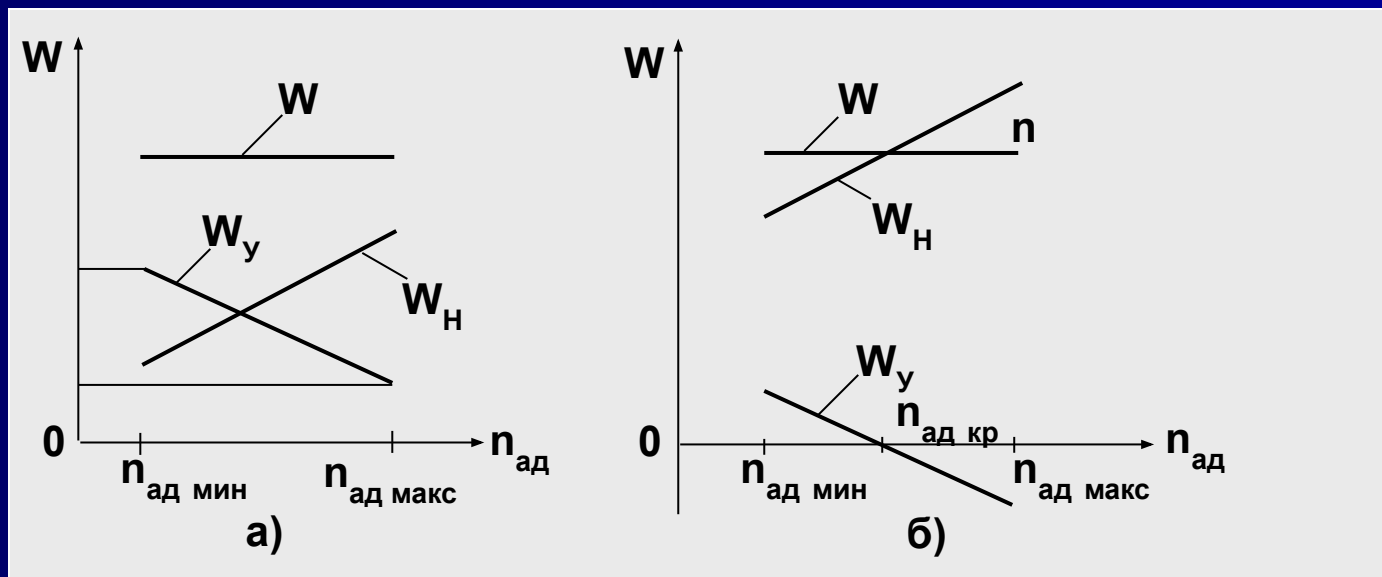
Здесь вся механическая энергия $W_{\text{мех}}$, отбираемая от АД, при помощи гидронасоса ГН преобразуется в гидравлическую энергию $W_{\text{гидр}}$. Гидравлическая энергия посредством гидродвигателя ГД, приводящего во вращение генератор СГ, снова трансформируется в механическую $W_{\text{мех}}$. Постоянство частоты вращения генератора осуществляется путем регулирования производительности гидронасоса ГН по сигналам регулятора частоты РЧ.

В приводах дифференциального типа основная доля механической энергии, отбираемой от авиационного двигателя, передается непосредственно на вал генератора и только ее часть подвергается трансформации в промежуточный вид:



Регулирование угловой скорости турбины **ВТ** осуществляется путем изменения расхода воздуха Q_v , отбираемого от компрессора **АД** так, чтобы частота вращения n_r синхронного генератора **СГ** оставалась постоянной. Сигнал управления дроссельной заслонкой воздушной турбины, обеспечивающей регулирование ее частоты вращения $n_{пр}$, формируется регулятором частоты **РЧ**.

Энергетическая диаграмма для нереверсивного привода, характеризующая распределение управляемого и неуправляемого потоков энергии, отбираемой от АД, в зависимости от его частоты вращения приведена на рисунке а:



Здесь с ростом частоты вращения АД от $n_{ад\ мин}$ до $n_{ад\ макс}$ доля неуправляемого потока энергии W_n , передаваемая к генератору непосредственно через дифференциальный редуктор, от общей отбираемой от АД энергии W пропорционально возрастает, а доля управляемого потока энергии W_y - снижается.

Из энергетической диаграммы для привода с реверсом, (рис. б) следует, что при $n_{ад} < n_{ад\text{ крейс}}$ привод работает в режиме двигателя и управляемый поток энергии W_y суммируется с неуправляемым W_H , а при $n_{ад} > n_{ад\text{ крейс}}$ - работает в режиме генератора (тормоза) и управляемый поток энергии W_y вычитается из неуправляемого W_H .

В случае, если, $n_{ад} = n_{ад\text{ крейс}}$ что соответствует крейсерской скорости полета ЛА, привод не работает (режим холостого хода):

