



Синхронные машины

Принцип действия, конструкции, эксплуатация

Режимы работы синхронных машин

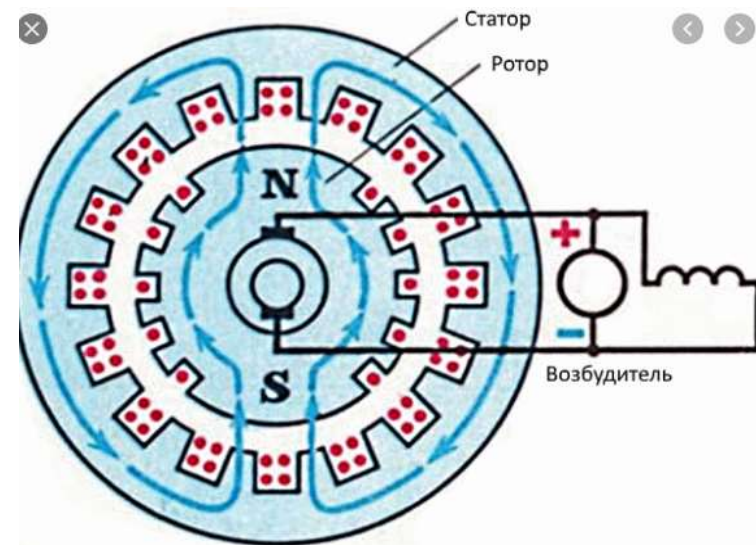
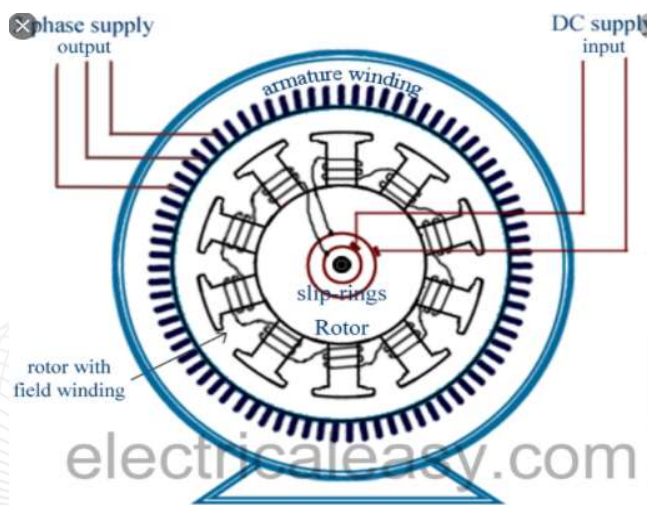
■ Режим генератора: двигатель (турбина) вращает ротор, на обмотку которого подается постоянное напряжение, возникает ток, который создает постоянное магнитное поле. Магнитное поле вращается вместе с ротором, пересекает статорные обмотки и наводит в них одинаковые по модулю и частоте ЭДС, сдвинутые на 120 градусов (симметричная трехфазная система).

■ Режим двигателя: обмотку статора подключают к трёхфазной сети, а обмотку ротора к источнику постоянного тока. В результате взаимодействия вращающегося магнитного поля машины с постоянным током обмотки возбуждения, возникает вращающий момент $M_{вр}$, который приводит ротор во вращение со скоростью магнитного поля.

Принцип действия синхронного генератора

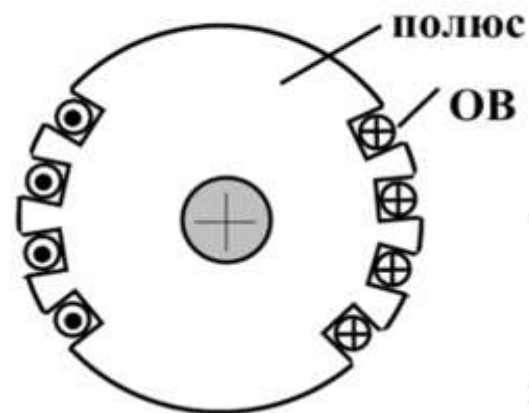
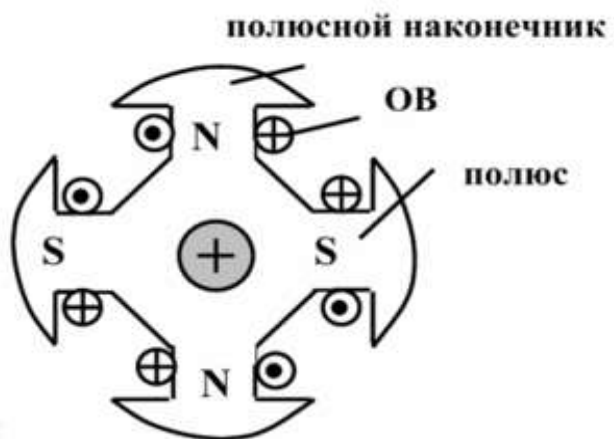
Ротор синхронного генератора (СГ) приводится во вращение приводным двигателем. Постоянное напряжение подается на роторную обмотку возбуждения.

Вращающееся магнитное поле ротора (индуктора), воздействует через зазор на проводники статорной обмотки (якоря), наводя в них ЭДС. Если замкнуть выводные клеммы на нагрузку (сеть), то в нее от СГ поступит переменный ток и напряжение.

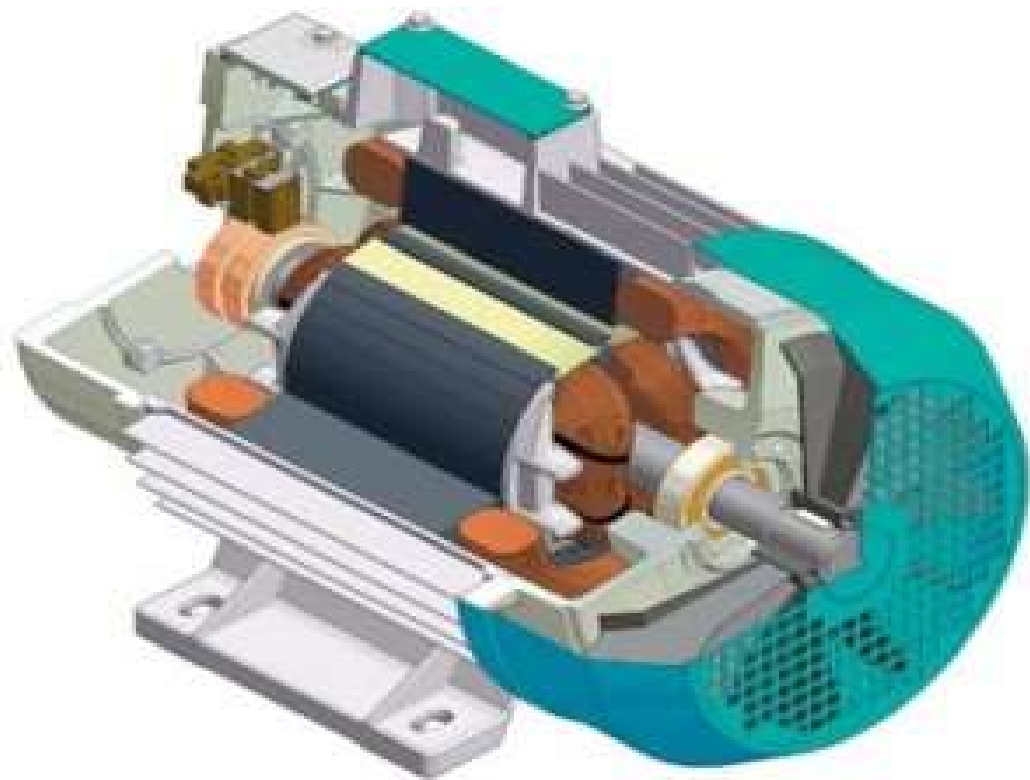


Конструкция ротора

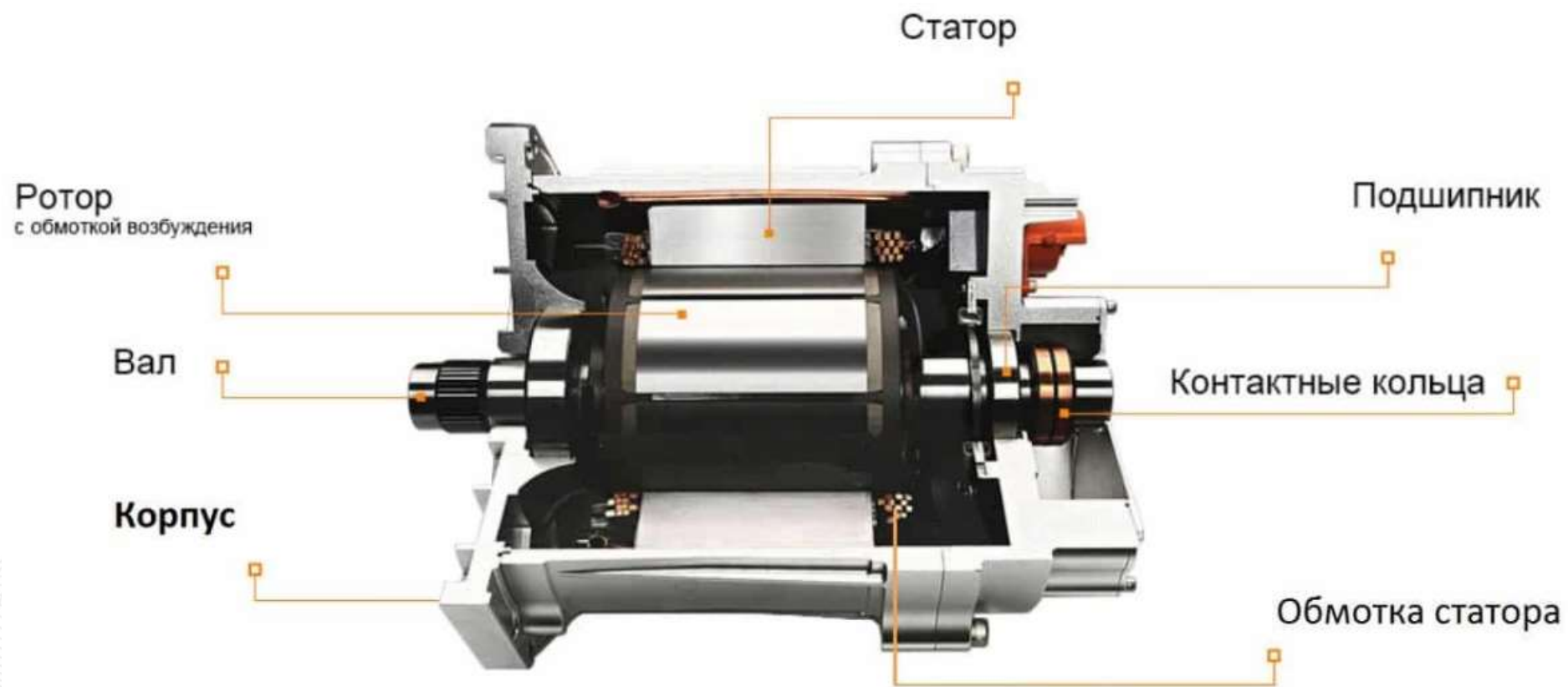
Неявнополюсный и явнополюсный ротор



Конструкция синхронной машины



Конструкция синхронной машины



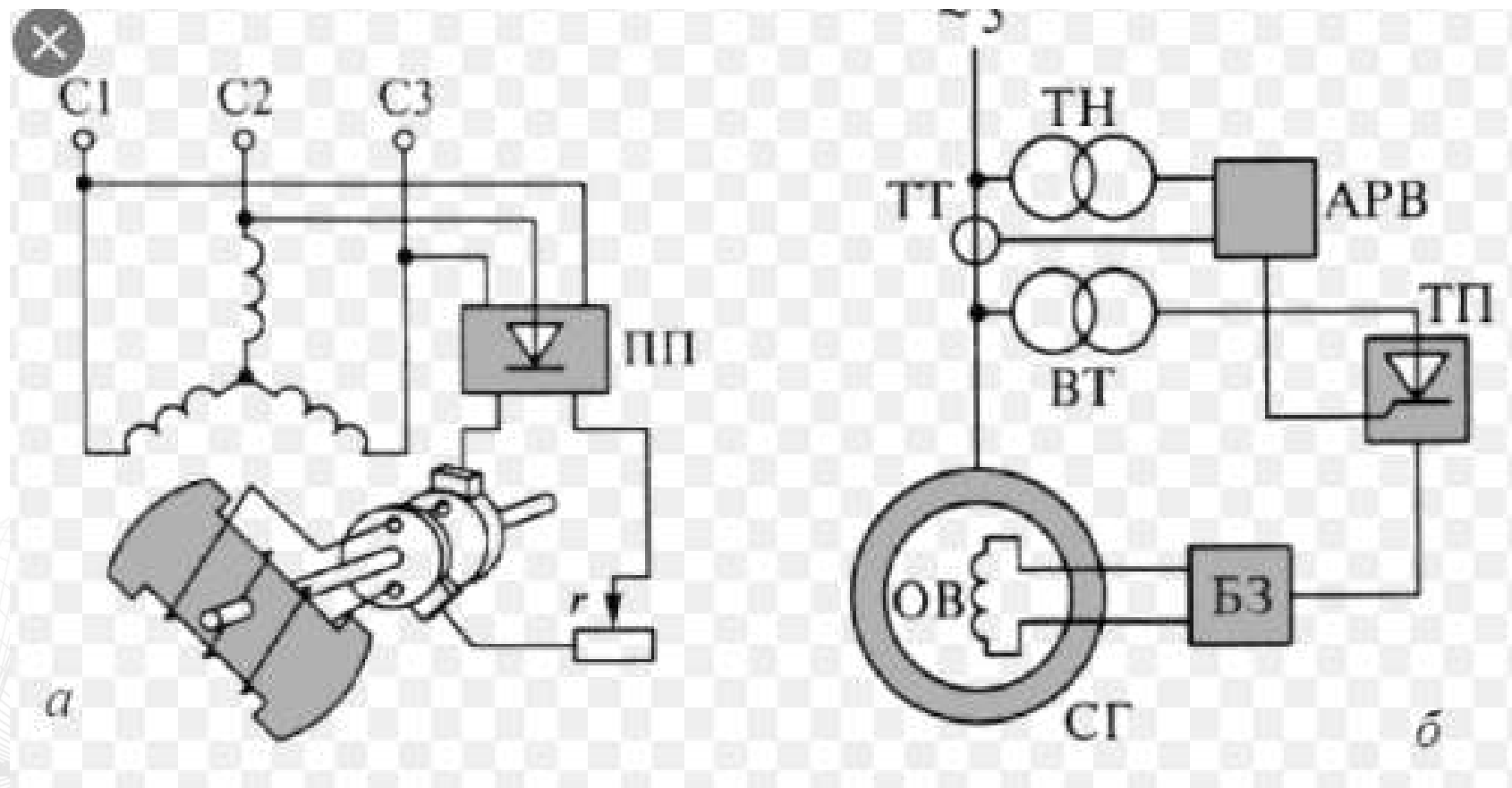
Ротор синхронной машины



Конструкция синхронных машин

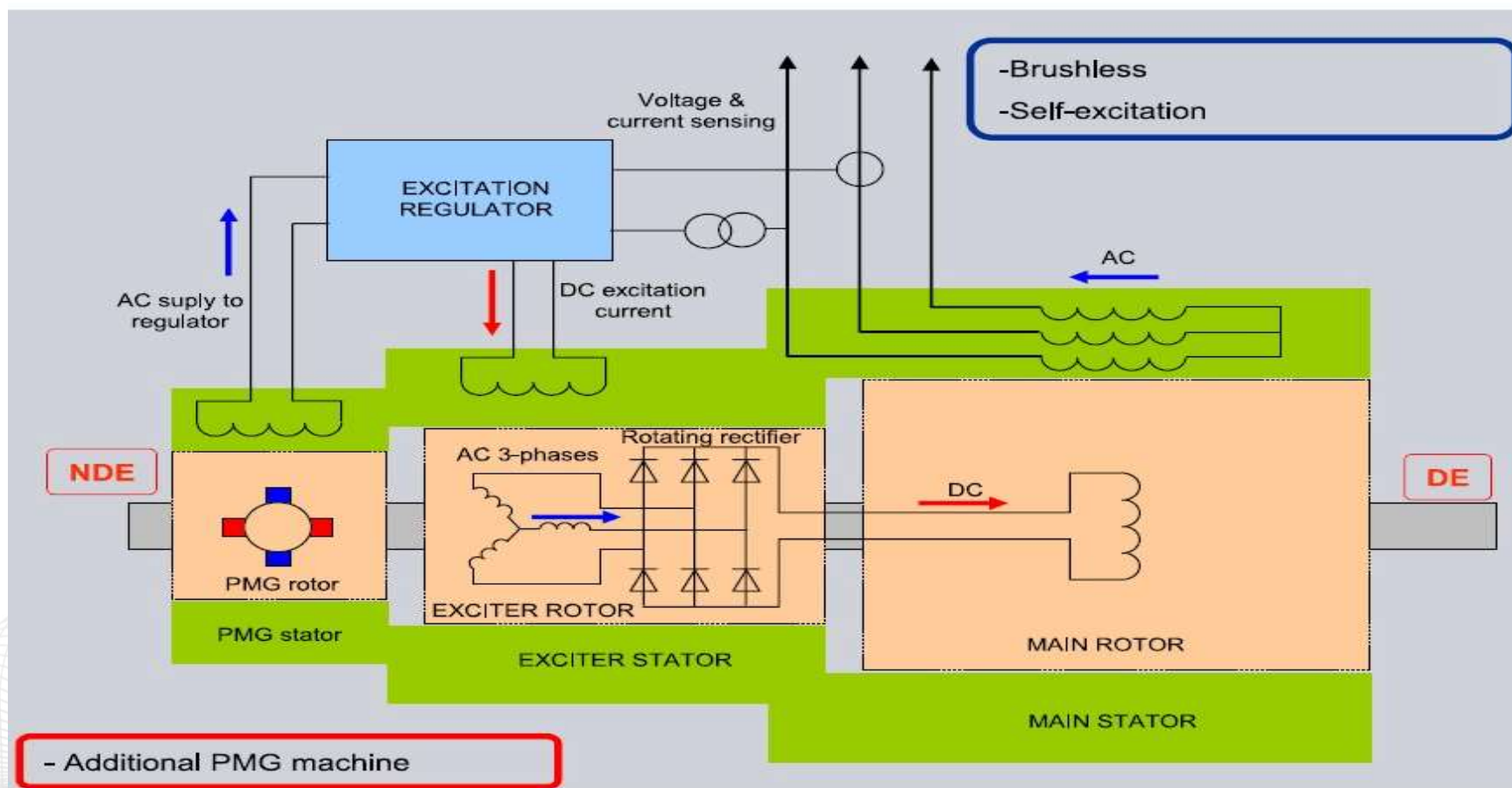


Самовозбуждение СГ



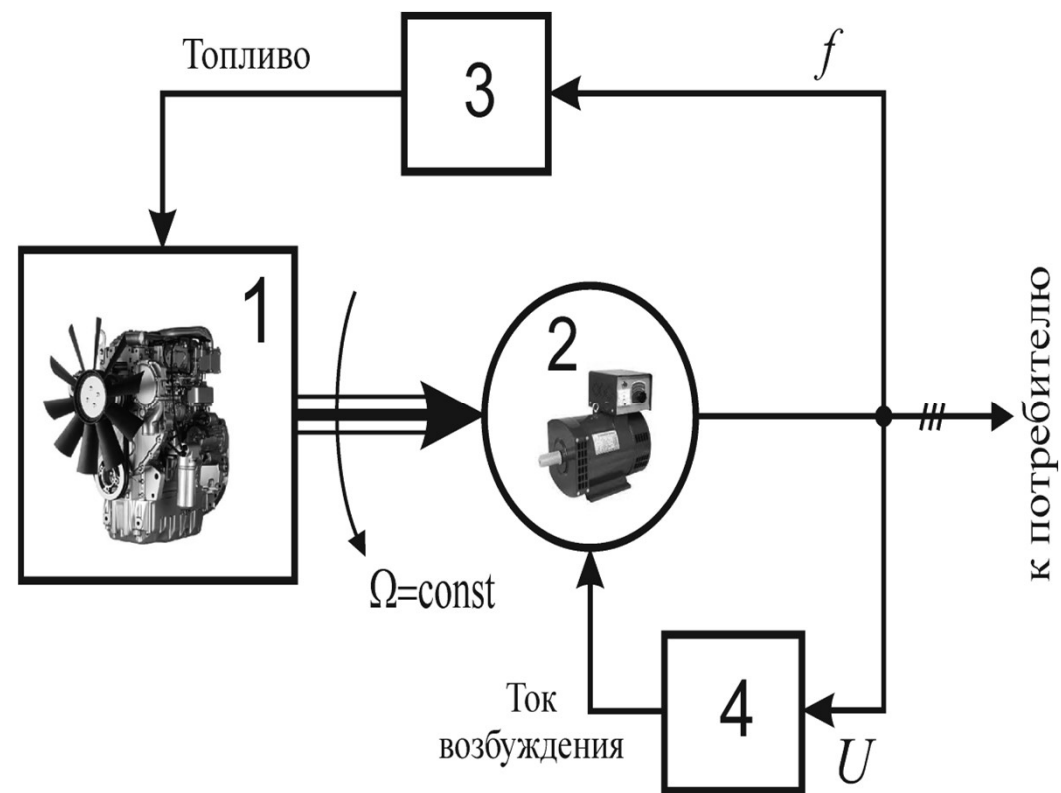
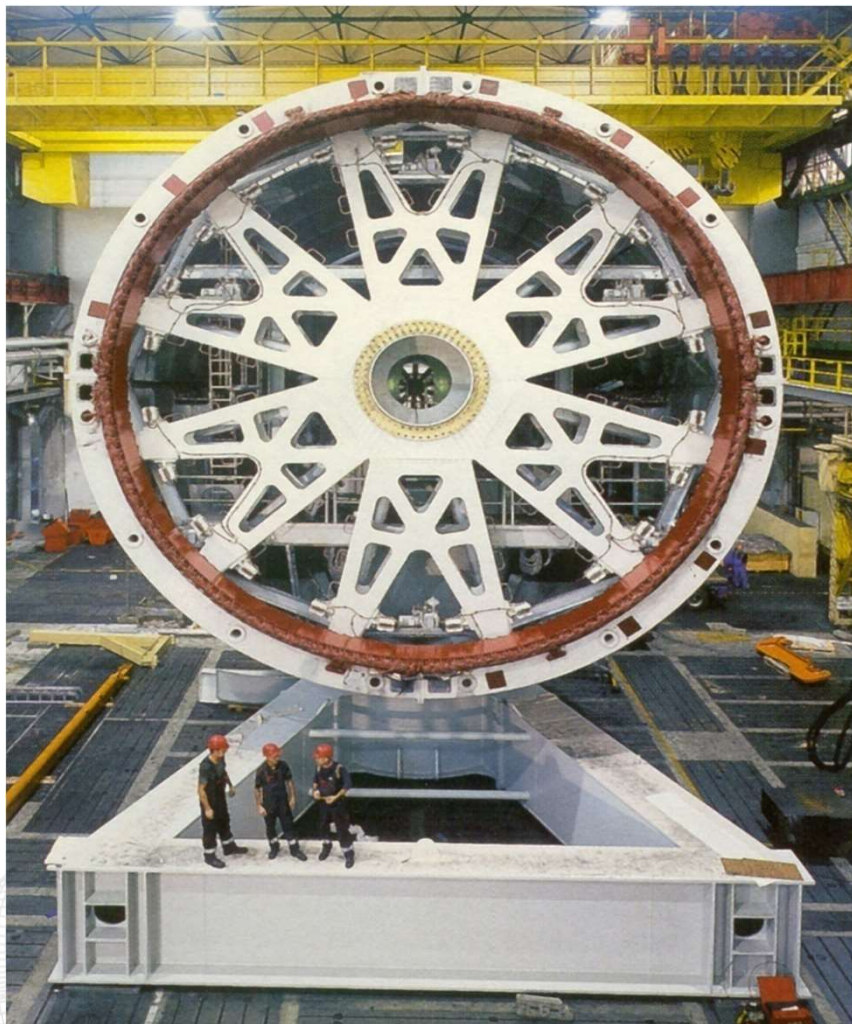
Бесконтактный синхронный генератор

Excitation system - PMG





Синхронные генераторы



Синхронный турбогенератор



Синхронный гидрогенератор



Синхронные компенсаторы

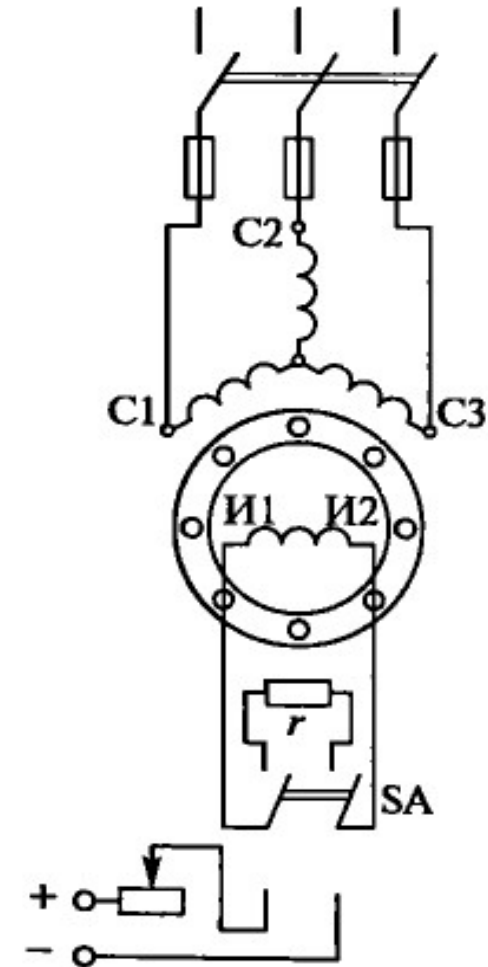


Асинхронный пуск СД

Пуск синхронного двигателя осуществляется как пуск асинхронного. Для создания асинхронного момента ротор снабжается пусковой беличьей клеткой, стержни которой закладываются в пазы полюсной системы.

За счет асинхронного момента двигатель трогается и разгоняется. Ток возбуждения в обмотке ротора при разгоне отсутствует. Машина пускается невозбужденной, так как наличие возбужденных полюсов осложнило бы процесс разгона, создавая тормозной момент.

При достижении так называемой подсинхронной скорости, отличающейся от синхронной на 3-5%, подается ток в обмотку возбуждения и двигатель после нескольких колебаний около положения равновесия втягивается в синхронизм.



Возбуждение СД

Тиристорными возбудителями комплектуется большинство выпускаемых крупных синхронных электродвигателей. Они выполняют обычно следующие функции:

- пуск синхронного двигателя с включенным в цепь обмотки возбуждения пусковым резистором;
- бесконтактное отключение пускового резистора после окончания пуска синхронного двигателя и защиту его от перегрева;
- автоматическую подачу возбуждения в нужный момент пуска синхронного электродвигателя;
- автоматическое и ручное регулирование тока возбуждения;
- необходимую форсировку возбуждения при глубоких посадках напряжения на статоре и резких набросах нагрузки на валу синхронного двигателя;
- быстрое гашение поля синхронного двигателя при необходимости снижения тока возбуждения и отключения электродвигателя;
- защиту ротора синхронного двигателя от длительной перегрузки по току и коротких замыканий.

Достоинства синхронных двигателей

■ Синхронные двигатели имеют по сравнению с асинхронными большое преимущество, заключающееся в том, что благодаря возбуждению постоянным током они могут работать с $\cos\phi = 1$ и не потребляют при этом реактивной мощности из сети, а при работе, с перевозбуждением даже отдают реактивную мощность в сеть. В результате улучшается коэффициент мощности сети и уменьшаются падение напряжения и потери в ней, а также повышается коэффициент мощности генераторов, работающих на электростанциях.

■ Синхронная частота вращения.

Монтаж генератора

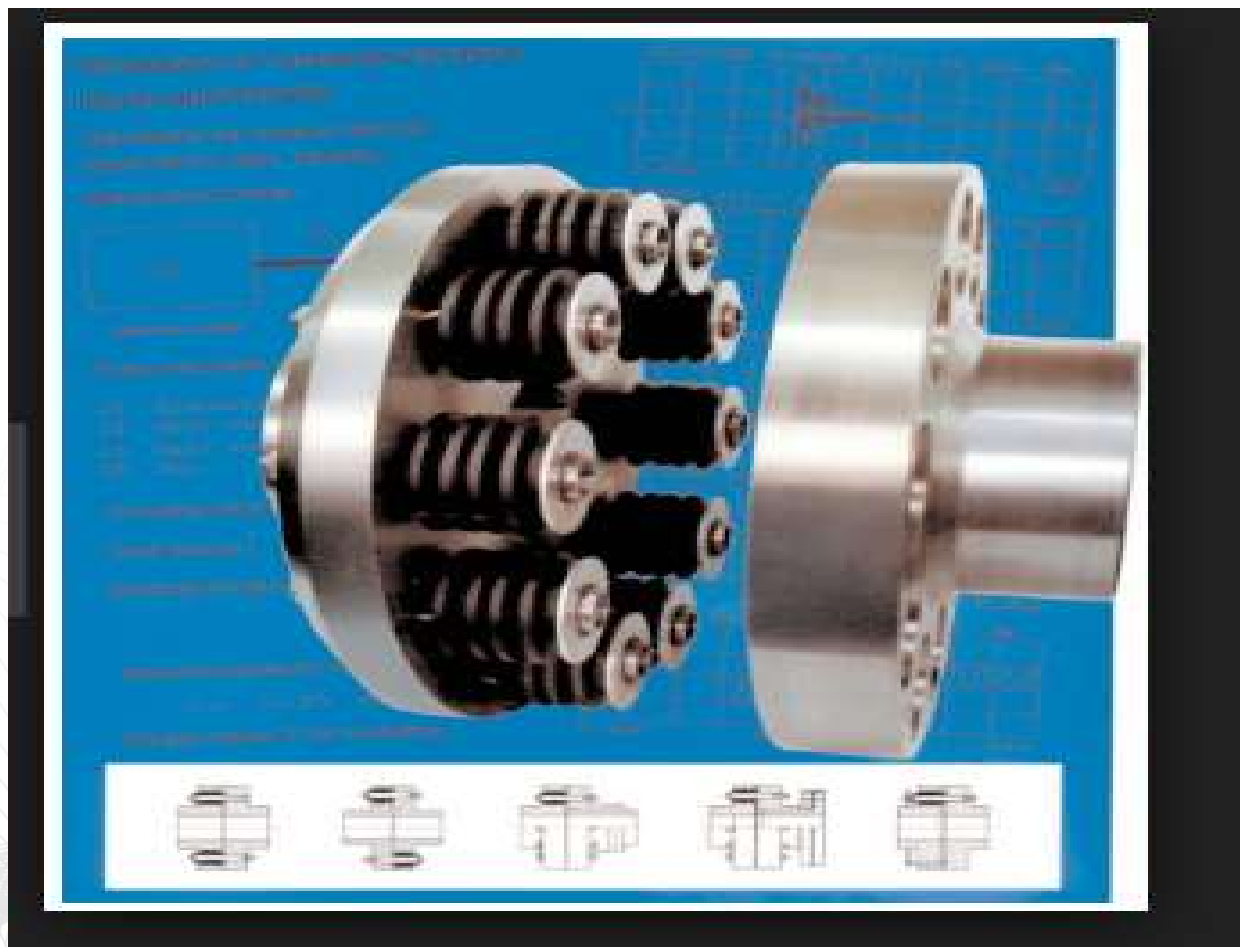
Генераторы с двумя опорными подшипниками поставляются с удлиненным валом, имеющим шпоночный паз.

У генераторов с прямым приводом между приводом и валом агрегата устанавливается эластичная муфта.

Соосность генератора и привода выставляется очень точно, что снижает вибрацию, увеличивает срок службы подшипников и уменьшает износ муфтовых соединений. Для обеспечения надежной опоры и соосности, под лапы генератора необходимо подкладывать прокладки.

Крепеж лап генератора к опоре необходимо осуществлять с помощью болтов с классом прочности 5 или выше. За более подробной информацией по выставлению соосности можно обратиться к производителю.

Эластичная муфта для соединения ЭМ



Проверка осевого люфта

Подробную информацию о величине осевого люфта и процедуре его измерения можно найти в руководстве по эксплуатации двигателя. Если осевой люфт не соответствует техническим требованиям, то вал генератора не будет двигаться свободно в узле, и срок службы опорного подшипника будет сокращен.

Возможные причины этой проблемы:

- Приводной диск не сидит соответствующим образом в выемке маховика, что приводит к нарушению соосности.
- Отсутствие соосности является следствием плохого сочленения станины генератора с картером маховика.
- Несоответствие двигателя или генератора размеру «G» по стандарту SAE J620с.

Эксплуатация СГ

■ Провести внешний осмотр на предмет отсутствия ослабленных контактов, незакрепленных узлов, посторонних предметов.

■ Прокрутить вал рукой не менее двух оборотов, чтобы удостовериться, что вал свободно вращается. Если ротор не вращается свободно, следует проверить воздушный зазор генератора и узла возбуждения.

■ Проверить соответствие электрических подключений приложенной схеме, проверить надежность затяжки контактов и их изоляцию.

ПРЕДУПРЕЖДЕНИЕ!

■ ПРИ ВРАЩЕНИИ РОТОРА НА ВЫХОДНЫХ КЛЕММАХ ГЕНЕРАТОРОВ МОЖЕТ ПРИСУТСТВОВАТЬ ВЫСОКОЕ НАПРЯЖЕНИЕ. ЗАПРЕЩАЕТСЯ ЗАПУСКАТЬ ГЕНЕРАТОР ДО ТЕХ ПОР, ПОКА ВСЕ НЕОБХОДИМЫЕ ВЫВОДЫ НЕ БУДУ ПОДКЛЮЧЕНЫ И ИЗОЛИРОВАНЫ. НАРУШЕНИЕ ЭТИХ ТРЕБОВАНИЙ МОЖЕТ ПРИВЕСТИ К ТРАВМАМ И ПОВРЕЖДЕНИЮ ОБОРУДОВАНИЯ.

■ Убедиться, что оборудование надежно заземлено (наличие зануления).

Эксплуатация СГ

- Убрать с близлежащей территории посторонние предметы и материалы, которые могут попасть в генератор.
- Проверить затяжку болтов.
- Проверить наличие крышек, заслонок, экранов и ограждений. Если они демонтированы для проведения осмотра или ТО, их необходимо установить на место.
- Свериться с инструкцией по предстартовой подготовке приводного агрегата и убедиться, что все рекомендованные действия и процедуры были выполнены.
- Проверить генератор, привод и все задействованное для работы оборудование на наличие положенных предупреждающих табличек и ярлыков. Убедиться, что предупреждающие знаки на месте и хорошо видны.

Предпусковые операции

■ Выход генератора следует отключить от нагрузки. Убедиться, что главный автоматический выключатель разомкнут или плавкие вставки вынуты.

■ Разорвать цепь подачи питания к регулятору напряжения. Вынуть предохранитель или отсоединить и изолировать один из выводов для питания регулятора (см. Руководство по эксплуатации регулятора напряжения).

■ Убедиться, что все необходимые предпусковые процедуры для привода генератора выполнены.

■ Если генератор поставляется с нагревательными приборами, необходимо отключить их от питания. В некоторых установках дополнительная группа контактов главного автоматического или пакетного выключателя автоматически размыкает цепь питания нагревательных приборов при подключении генератора к нагрузке.

■ Запустить приводной агрегат и отрегулировать его обороты до номинальных. См. табличку с заводскими параметрами.

Предпусковые операции

Цель всех этих процедур при пробном запуске – убедиться в отсутствии ошибок подключения, чтобы не подвергнуть персонал или оборудование неоправданному риску. Проверить симметричность напряжения фаз. Если фазы симметричны, необходимо остановить агрегат и подключить регулятор напряжения еще раз. Если фазы не симметричны, следует выключить оборудование и проверить правильность подключений. Если проблема не устраняется, необходимо обратиться за помощью к производителю.

При отключенном регуляторе остаточное напряжение будет на уровне 10 - 25% от номинального. Рекомендуется записать величину остаточного напряжения и обороты привода. Эта информация может пригодиться в будущем при поиске неисправностей.

Пуск синхронного генератора

■ Запустить установку и выставить с помощью регулятора необходимое значение выходного напряжения. Если в регуляторе предусмотрена настройка устойчивости, необходимо, следуя инструкциям руководства по эксплуатации регулятора, вывести установку на требуемый режим стабилизации устойчивости. Снова проверить симметричность фаз. Рекомендуется записать величину напряжения возбуждения при отсутствии нагрузки (постоянное напряжение к статору обмотки возбуждения), а также величину выходного напряжения и скорость привода. Эта информация может пригодиться в будущем при поиске неисправностей.

■ Подключить нагрузку с помощью главного автоматического выключателя.

■ Проверить входной ток генератора и убедиться, что тот ниже или равен значению на заводской табличке параметров.

■ Проверить скорость вращения генератора (частоту) под нагрузкой. При необходимости отрегулировать (следуйте инструкциям из руководства для привода или регулятора).

Останов СГ

Перед остановкой генератора рекомендуется снять всю нагрузку (разъединить основную цепь). Это особенно важно в том случае, когда подключенное оборудование может повредиться из-за понижения напряжения и частоты, которое возникает, когда отключенный генератор продолжает крутиться по инерции.

Устранить возможность подачи питания к клеммам генератора при его останове.

НАРУШЕНИЕ ЭТИХ ТРЕБОВАНИЙ МОЖЕТ ПРИВЕСТИ К ТРАВМАМ ИЛИ ПОВРЕЖДЕНИЮ ОБОРУДОВАНИЯ.

Если генератор поставляется с нагревательными приборами, необходимо отключить их от питания.

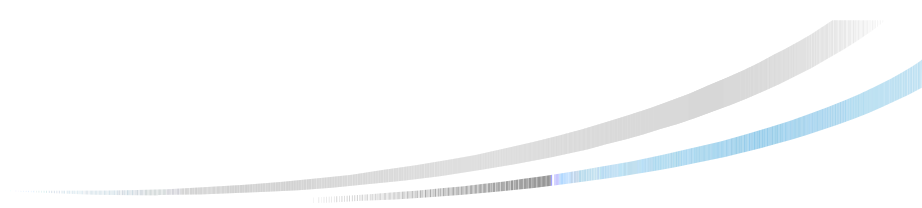
Эксплуатация СГ

■ Необходимо постоянно проверять фильтры на входе и выходе и чистить их при необходимости. Забитый воздушный фильтр на входе приведет к снижению потока охлаждающего воздуха, что в свою очередь вызовет повышение рабочей температуры. Подобная ситуация снижает срок службы генератора и может привести к выходу оборудования из строя.

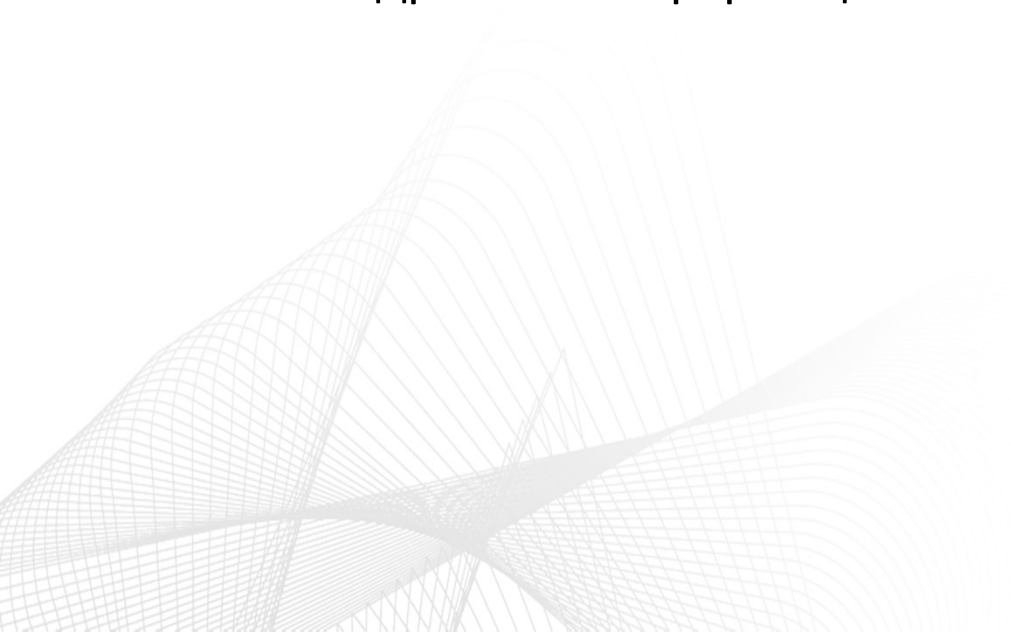
■ Генераторы оборудованы двухрядными шариковыми подшипниками, не требующими смазки. Каждые 1 000 часов наработки необходимо проверять плавность хода и отсутствие шумов при работе подшипника. При длительных режимах работы генератора рекомендуется менять подшипники во время проведения капитального ремонта генератора.

■ Необходимо периодически проверять агрегат на отсутствие загрязнений (грязь, масло и пр.) на обмотках. Если обмотки покрыты слоем масла или сажи, необходимо разобрать агрегат и почистить обмотки. Эта операция, как правило, не проводится на предприятиях, а выполняется в обслуживающих центрах, которые оснащены соответствующим оборудованием и имеют необходимые средства для чистки.

Эксплуатация СГ



Необходимо проверять сопротивление изоляции обмоток мегомметром на 500 В. Минимально требуемая величина сопротивления изоляции обмоток – 2 МОм. Если значение ниже допустимого минимума, генератор необходимо просушить и почистить в сервисном центре. За более подробной информацией можно обратиться в компанию.



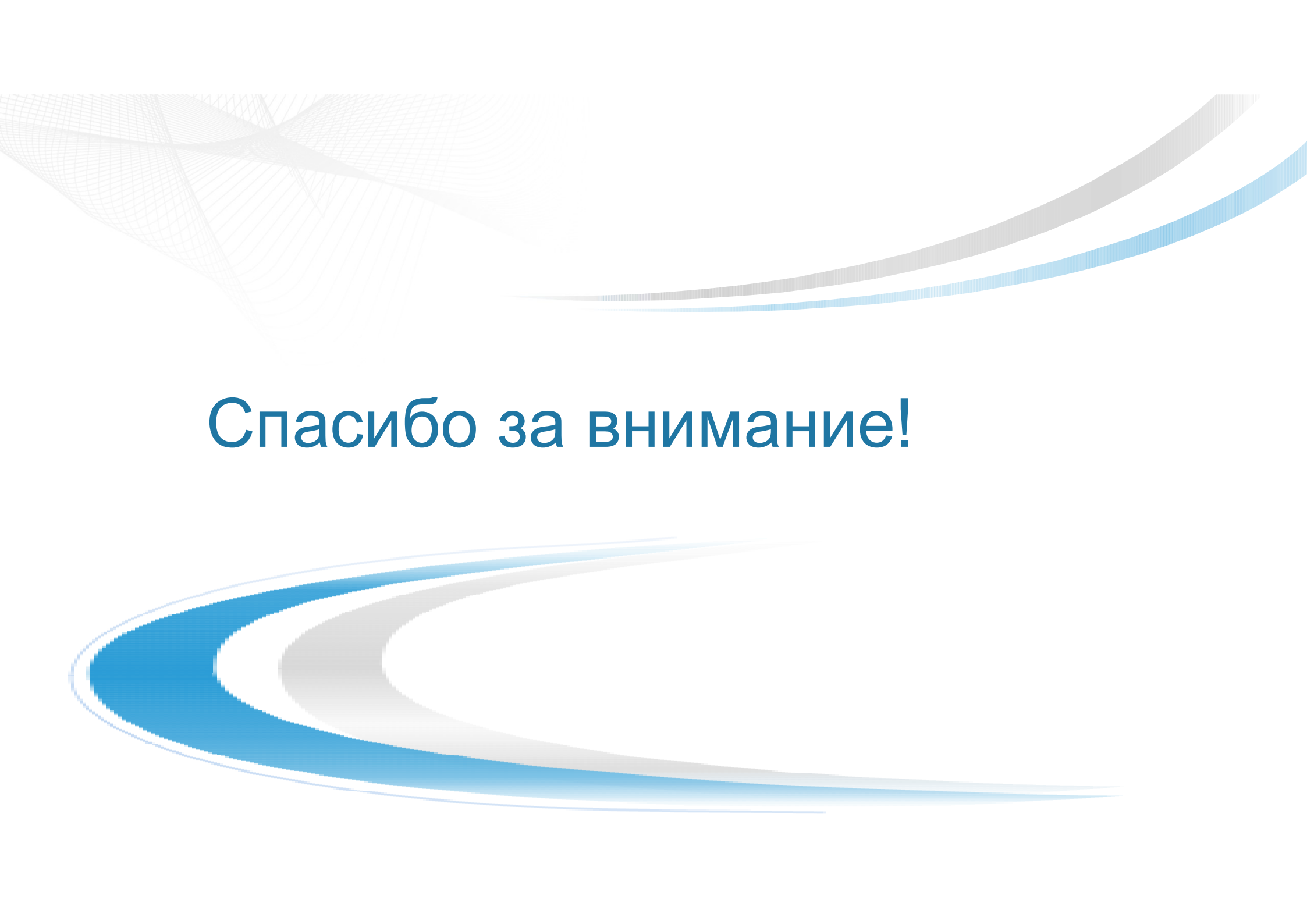
Сушка обмоток

■ Метод сушки заключается в запуске генератора с отключенными обмотками возбуждения (см. процедуру пробного запуска №2).

Естественный поток воздуха, проходящий через генератор, просушит обмотки.

Этот метод будет более эффективен при подключении нагревательного прибора для подогрева воздуха, всасываемого генератором.

Температура воздуха на входе в генератор должна быть на уровне 80 °C (180 °F).



Спасибо за внимание!