



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное

учреждение высшего образования
«КАЗАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

КГЭУ

ДНЕВНИК

ПРОИЗВОДСТВЕННОЙ ПРАКТИКИ

производственно-технологическая

(или практики по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности,
производственно-технологическая, педагогическая, научно-исследовательская работа и др.)

Фамилия И.О. Нусамиев Насим Шаимович

Институт ИЭЭ курс 4 группа ЭЭ-3-16

Период практики 02.09.19 - 31.12.19

Способ проведения практики самостоятельная
выездная/спонсорная

Профильная организация ФГБОУ ВО «КГЭУ»

Подразделение Кафедра ЭЭС
наименование профильной организации

Рабочее место Кафедра ЭЭС, КГЭУ
наименование и расположение места прохождения практики

Сведения о практике:

1. Приказ по КТУУ от 23 августа 2019 г. № 919 гс.

2. С программой производственной практики ознакомлен Иванов И.О.
(подпись обучающегося)

3. Прибыл в профильную организацию «02» 09 2019 г.

4. Руководителем практики от профильной организации назначен(а) Арефьев К.Т.Н.
(фамилия И.О.)

5. Вводный инструктаж по технике безопасности прошел(ла) «02» 09 2019 г. Иванов И.О.
(подпись обучающегося)

6. Руководителем практики на рабочем месте назначен(а): Арефьев К.Т.Н.
(фамилия И.О.)

7. Инструктаж по технике безопасности на рабочем месте прошел(ла) «02» 09 2019 г. Иванов И.О.
(подпись обучающегося)

8. Индивидуальное задание Комплексная реактивная
штурманская в разнородных условиях
съемка

Работы, выполненные обучающимися во время прохождения
производственной практики

Дата	Рабочее место	Содержание выполненной работы
01.09.19	КТЗУ	Прокладывание учебного маршрута по технике безопасности и
	кар. ЖУС	ОТ
03.09.19	КТЗУ	Прокладывание рабочего маршрута на рабочем месте
	кар. ЖУС	Борьба с нарушениями по безопасности
10.09.19	КТЗУ	Борьба с нарушениями по безопасности
23.09.19	кар. ЖУС	Борьба с нарушениями по безопасности
24.09.19	КТЗУ	Борьба с нарушениями по безопасности
27.10.19	кар. ЖУС	Борьба с нарушениями по безопасности
8.10.19	КТЗУ	Борьба с нарушениями по безопасности
21.10.19	кар. ЖУС	Борьба с нарушениями по безопасности
22.10.19	КТЗУ	Борьба с нарушениями по безопасности
24.11.19	кар. ЖУС	Борьба с нарушениями по безопасности
5.11.19	КТЗУ	Борьба с нарушениями по безопасности
18.11.19	кар. ЖУС	Борьба с нарушениями по безопасности
19.11.19	КТЗУ	Борьба с нарушениями по безопасности
8.12.19		Борьба с нарушениями по безопасности
3.12.19	КТЗУ	Борьба с нарушениями по безопасности
9.12.19	кар. ЖУС	Борьба с нарушениями по безопасности
10.12.19	КТЗУ	Борьба с нарушениями по безопасности
31.12.19	кар. ЖУС	Борьба с нарушениями по безопасности

Краткие сведения о выполнении индивидуального задания:

Искусство способно повлиять на формирование культуры личности, способствовать ее развитию, формированию мировоззрения, формированию личности в целом.

Результаты обучения по производственной практике, обеспечивающие достижение планируемых результатов освоения ОП:

Профессиональные навыки: умение работать с различными материалами, умение работать с различными инструментами, умение работать с различными материалами, умение работать с различными инструментами, умение работать с различными материалами, умение работать с различными инструментами.

Выводы, замечания и предложения по прохождению производственной практики:

Замечаний по прохождению производственной практики нет.

Оценка по практике от профильной организации отлично

Подпись руководителя практики от профильной организации М.П.

Подпись руководителя практики от КГЭУ М.П.

ОТЗЫВ

на Нусашева Наме Малымбекова
(Ф.И.О. обучающегося(ей)ся)

проходившего(ую) процессуально-техническую практику

в период с 02.09.19 по 31.12.19

в кафедре ЭИС, КГЗУ

(название профильной организации)

За время прохождения практики Нусашев Н.М изучил(а) вопросы:

(Ф.И.О. обучающегося(ей)ся)

1. теоретические вопросы этап функционирования по ТБ и ОТ
2. цели, задачи, мероприятия по охране труда?
3. О способах выявления нарушений техники безопасности в ЭС
4. внутренние компетенции
5. Безопасность жизнедеятельности по теме и подготовка ответа

При прохождении практики Нусашев Н.М получил

уверенные и навыки работы с ОП

(отражение отношения к делу, реализация умений и навыков)

Практика может быть оценена на отлично
(оценка прописью)

Подпись руководителя практики
от профильной организации

Машиев О.В., ассент, к.т.н

(Фамилия И.О. с указанием занимаемой должности)

М.П.



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования

КГЭУ

«КАЗАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Институт ИЭЭ

Кафедра ЖиС

О Т Ч Е Т

по использованию-технологической практике

Нусамиева Наииса Исламиевна
Фамилия И.О. обучающегося в род. падеже

обучающего(ей)ся в группе Ж-3-16 по образовательной программе

двухуровневое инженерное обучение и стип
указывается наименование направленности ОП

направления подготовки

13.03.02. Инженерное проектирование и проектирование
указывается код и наименование направления подготовки

ОТЧЕТ ПРОВЕРИЛ

Руководитель практики

Нагушев О.В. (Ф.И.О.)

«18» 08 2020 г.

ОЦЕНКА при защите отчета:

отлично

Председатель комиссии

Нагушев О.В. (Ф.И.О.)

Члены комиссии

Максимов В.В. (Ф.И.О.)

Мамедовичи А.В. (Ф.И.О.)

«18» август 2020 г.

Казань, 2020 г.



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования
«КАЗАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»

УТВЕРЖДАЮ

Зав.кафедрой Эле

В.В. Мещеряков И.О. Фамилия

"02" 09 2019 г.

ИНДИВИДУАЛЬНОЕ ЗАДАНИЕ

на переходящую-технологическую практику*

Направление подготовки 13.03.02 Энергоэнергетика и энергостроительство

Образовательная программа Эксплуатационные системы и сети

Выпускающая кафедра Эксплуатационные системы и сети

Место прохождения практики ФГБОУ ВО «КГУ»

Обучающийся Нурсинов Нави Маштабик,
(наименование кафедры, профильной организации)

и курс, группа Эл-3-16

Период прохождения практики 02.09.19 - 31.12.19
(ФИО полностью, курс, группа)

Руководитель практики от

Университета Нурсинов Олег Раматович, доцент, к.т.н
(ФИО полностью, должность)

Индивидуальное задание на практику Качественная реакция на

ионы в разбавленном растворе

График (план) проведения практики с перечнем и описанием работ:

№ п/п	Перечень и описание работ	Сроки выполнения (график)
1	<u>Изучение о способах проведения корр. работ.</u>	<u>с 02.09.19 по 23.09.19</u>
2	<u>Изучение о методах контроля качества</u>	<u>с 24.09.19 по 01.12.19</u>
3	<u>Изучение о методах работы с образцами</u>	<u>с 03.12.19 по 31.12.19</u>

Руководитель практики от Университета

Нурсинов О.В.
(подпись) (подпись)

Согласовано:

Руководитель практики

от профильной организации
(Научный руководитель **)

Нурсинов О.В.
(подпись) (подпись)

С индивидуальным заданием ознакомлен

Нурсинов Н.С.
(подпись) (ФИО обучающегося)

* Для обучающихся – инвалидов и лиц с ОВЗ разрабатывается индивидуальное задание с учетом рекомендаций медико-социальной экспертизы и индивидуальной программы реабилитации.

** Для аспирантов, проходящих практику



СТЭУ

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**

**Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования**

**«КАЗАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ»**

Кафедра ЭСис

Доклад на тему:

«Компенсация реактивной мощности в распределительных сетях»

Выполнил: ст.гр. ЭС-3-16
Нусамиев Н.Ш
Проверил: доцент, к.т.н
Наумов О.В

Казань 2020 г.

Содержание

1. Введение.....	1
2. Потребление реактивной мощности.....	2
3. Потери реактивной мощности.....	3
4. Регулирование напряжения за счет воздействия на поток реактивной мощности.....	3
5. Выбор места расположения компенсирующих устройств.....	4
6. Способы повышения коэффициента мощности	7
7. Заключение.....	12

Компенсация реактивной мощности в распределительных сетях

В электрической сети в целом должно обеспечиваться равенство генерации и потребления активной (AM) и реактивной (PM) мощности. Основным нормативным показателем поддержания баланса активной мощности в каждый момент времени является частота переменного тока (общесистемный критерий), а реактивной - уровень напряжения (местный критерий, существенно отличающийся для каждого узла нагрузки и каждой ступени номинального напряжения) [1]. В соответствии с ГОСТ 13109-97 в электрических сетях систем электроснабжения общего назначения нормально и предельно допустимые значения установившегося снижения напряжения 8 U на выводах приемников электрической энергии не должны превышать соответственно 5 и 10 % номинального напряжения электрической сети по ГОСТ 721 и ГОСТ 21128 (номинальное напряжение).

При пониженных напряжениях вероятность отключения потребителей в случае провалов напряжения значительно возрастает. При снижении напряжения на шинах нагрузки до уровня $U < U_{кр}$ (критического напряжения статической характеристики узла нагрузки по напряжению) резко повышается потребление PM, приводящее к увеличению потерь напряжения, дальнейшему снижению напряжения и быстро развивающемуся в течение нескольких секунд процессу, называемому лавиной напряжения. Однако при снижении напряжения потребление мощности не уменьшается [2].

В последние годы как в городах, так и в сельской местности существенно увеличилось потребление PM, в том числе электроприемниками промышленных предприятий, электрифицированным железнодорожным и городским транспортом, торговыми, спортивными и развлекательными центрами и т. д. Доля PM при загрузке линий электропередачи в настоящее время оценивается в 20 - 80 % от AM [2]. Например, в ОАО "КАМАЗ" в 2011г. при 303 МВт установленной мощности потребление PM составило 217

Мвар [3]. Согласно [4] около 60 % всей РМ, связанной с образованием переменных магнитных полей, потребляют асинхронные двигатели (до 60 % их питается от сетей 0,4 кВ) и около 25 % - трансформаторы.

Увеличение числа различных электроприводов, стабилизирующих и преобразовательных устройств, применение полупроводниковых преобразователей приводит к росту потребляемой РМ преимущественно в сетях низкого напряжения, а это в свою очередь влияет на работу других электроприемников, сокращает срок их службы, создает дополнительные потери электроэнергии. Изменение характера коммунально-бытовой нагрузки в результате появления новых типов электроприемников (микроволновых печей, кондиционеров, морозильников, люминесцентных светильников, стиральных и посудомоечных машин, персональных компьютеров и др.), потребляющих из питающей сети наряду с активной значительную реактивную мощность, также привело к росту потребления РМ [5]. В итоге из-за изменения структуры потребления общее потребление РМ (?ПОтр1 приближенно оценивается в 1 квар на 1 кВт суммарного потребления (нагрузки) АМ РНарз [2].

Рост потребления РМ привел к ряду негативных последствий: потребители стали работать с пониженным коэффициентом мощности и повышенным потреблением РМ из электрической сети системы электроснабжения; возросли потоки РМ в системах электроснабжения потребителей электрической энергии (распределительных электрических сетях и системообразующих линиях электропередачи); возникла проблема поддержания (на уровне не ниже минимально допустимого) напряжения на шинах подстанций с присоединенной нагрузкой [6]. По оценкам экспертов, причинами возникновения и развития наиболее крупных аварий и технологических нарушений в энергосистемах и энергообъединениях различных стран, приведших к отключению значительного объема потребителей, являются, в частности, дефицит РМ в энергообъединениях и недостаточный объем установленных источников РМ [7].

Потери, связанные с небалансом РМ, наиболее значимы в распределительных сетях [8]. Оценка потерь реактивной мощности в трансформаторах и автотрансформаторах показывает, что при каждой трансформации напряжения они составляют приблизительно 10 % от передаваемой через трансформатор полной мощности. Например, в ОАО "Сетевая компания" Татарстана доля ЛЭП, в которых $\lg_{\text{ср}}$ превышает установленные значения, на напряжении 110 кВ составляет 25% ($\lg_{\text{ф}} > 0,5$), на напряжении 35 кВ - 50% ($\lg_{\text{ф}} > 0,4$), на напряжении 6(10) кВ - 52% ($\lg_{\text{ф}} > 0,4$) [3]. Экономическое значение активных потерь электроэнергии при передаче и потреблении РМ оценивается в [5] на примере сетей 6(10)-0,4 кВ региональных сетевых компаний (РСК) РАО "ЕЭС России". Через сети 6(10) - 0,4 кВ в 2007 г. передано около 50 % электроэнергии (370 млрд. кВт·ч) от общего отпуска электроэнергии в сетях РСК данного холдинга, составившего 742,5 млрд. кВт·ч. Потери электроэнергии в этих сетях равнялись 11,6%. За счет мероприятий по оптимизации балансов РМ в сети и повышения $\cos \phi$ с 0,85 на 0,01 (1,2%) в целом в электрических сетях 6(10) - 0,4 кВ РСК можно сэкономить 1 млрд. кВт·ч электроэнергии. Это позволит высвободить около 150 тыс. кВт мощности генераторов на электростанциях. Следует также учесть, что для производства 1,1 млрд. кВт·ч электроэнергии необходимо около 0,370 млн. т условного топлива. Кроме того, повышенное потребление РМ из сети при низких значениях $\cos \phi$ требует увеличения сечений проводов и кабелей в электрических сетях с целью уменьшения потерь [5]. При снижении $\cos \phi$ до 0,7 перерасход цветных металлов (меди и алюминия) составит более 50 % [4].

Суть регулирования напряжения за счет воздействия на потоки РМ по элементам электрической сети заключается в том, что при изменении этой мощности изменяются потери напряжения в реактивных сопротивлениях. В отличие от АМ реактивную мощность в узлах сети можно изменять путем установки в них компенсирующих устройств. Наиболее действенными для регулирования напряжения являются устройства (синхронные компенсаторы,

статические тиристорные компенсаторы), способные как генерировать, так и поглощать РМ, изменяя свою мощность в зависимости от режима сети, в результате чего появляется возможность регулировать напряжение. Эффективность такого регулирования с помощью поперечных компенсирующих устройств повышается в сетях с относительно большими реактивными сопротивлениями по сравнению с активными, например, в воздушных сетях по сравнению с кабельными. При этом наибольший эффект достигается при установке компенсирующих устройств в наиболее удаленных от центров питания узлах нагрузки [8].

При выборе места расположения компенсирующих устройств следует иметь в виду, что наибольший экономический эффект достигается при их установке в непосредственной близости от потребляющих РМ приемников. Передача РМ из сети 6 - 35 кВ в сеть до 1000 В, как правило, экономически невыгодна, особенно, если это приводит к увеличению числа понижающих трансформаторов. Для электроустановок небольшой мощности, присоединяемых к действующим сетям 6(10) кВ, целесообразна полная компенсация на стороне до 1000 В. Поэтому необходимо обеспечить баланс и резерв РМ не только в целом в энергосистеме, но и в узлах нагрузки. В идеальном случае с точки зрения минимальных потерь электроэнергии в системе "генерация - ЛЭП - потребитель" следует создать такие условия, чтобы генераторы станции работали с номинальным $\cos \varphi$, переток дополнительной по линии РМ отсутствовал, а потребители работали с $\cos \varphi = 1$ без потребления РМ [1]. Согласно Методическим указаниям [9] с целью снижения потерь мощности электроэнергии в электрической сети рекомендуется рассматривать целесообразность установки дополнительных компенсирующих устройств главным образом непосредственно у потребителей на напряжении 0,4-10 кВ.

Компенсация РМ позволит снизить максимум потребления только по Москве на 3 - 3,3 ГВт [10]. В [2] описан опыт компенсации РМ в ОАО "Тверской вагоностроительный завод". Суть его заключалась в измерении

параметров электрической сети (напряжения, тока, коэффициента мощности) на отходящем присоединении РУ 6 кВ, от которого питается один из цехов предприятия. Сначала измерения проводили при отключенных устройствах компенсации РМ, затем последовательно включали батарею статических конденсаторов (БСК) на напряжении 0,4 и 6 кВ. Измерения показали, что при включении БСК ток в сети снизился на 30%, а коэффициент мощности $\cos \varphi$ повысился с 0,82 до значения, близкого к 1 (т. е. была достигнута полная компенсация РМ), что приводит к разгрузке электросетевого оборудования и уменьшению потерь электроэнергии. Отмечен также рост напряжения в центре питания. Результаты наглядно продемонстрировали эффективность применения устройств компенсации РМ. Потребитель использовал БСК с целью подключения дополнительных мощностей (без замены силовых трансформаторов на ГПП и в цеховых ТП), а также сокращения потерь электрической энергии во внутризаводских сетях, поддерживая при этом необходимый уровень напряжения у токоприемников [2].

В целом неучастие потребителей в компенсации РМ собственными источниками и работа с пониженным коэффициентом мощности приводят к уменьшению технико-экономической эффективности систем электроснабжения, проявившейся в возникновении дефицита РМ в узлах нагрузки и, как следствие, - в снижении напряжения на шинах нагрузок и подстанций распределительных электросетей; ограничении пропускной способности линий электропередачи и трансформаторных подстанций по АМ из-за необоснованной их загрузки РМ; существенном росте потерь АМ в электрических сетях; увеличении потерь напряжения и снижении запаса статической устойчивости нагрузки по напряжению. Доставка РМ потребителям из энергосистемы по распределительным сетям в условиях сокращения у них объема собственных источников неоправданна. Поэтому без участия потребителей в компенсации собственного потребления РМ невозможно обеспечить технически и экономически обоснованный баланс РМ в энергосистеме. Стоимость производства АМ на электростанциях в 10 -

20 раз больше стоимости производства РМ у потребителя, поэтому передача РМ от электростанций к местам ее потребления сопоставима со связанным с этим необходимым покрытием потерь АМ, а для удаленных электроприемников менее эффективна, чем использование источников РМ [11].

Если учесть, что в отличие от сетей высокого напряжения часть распределительных сетей выполнена стальными проводами, а это требует учета нелинейности их параметров в зависимости от токов нагрузки, а также особенностей сетей 0,4 кВ - высокого уровня несимметрии фаз, коммерческих потерь, то можно сделать вывод, что оптимизировать баланс РМ следует только на основе введения в распределительные сети активных самонастраивающихся элементов [8].

Согласно [12] норматив уровня компенсации РМ в распределительных электрических сетях составлял 0,6 квар на 1 кВт. Выбор структуры компенсирующих устройств и распределение между объектами суммарных объемов их ввода в указанных объемах должны были определяться при разработке годовых планов развития отраслей и требований по компенсации РМ действующих потребителей, устанавливаемых энергоснабжающими организациями. Степень компенсации РМ была принята в размере $\cos \varphi = 0,858$ ($\operatorname{tg} \varphi = 0,6$). В 2007 г. в Российской Федерации требование к минимальному значению коэффициента РМ в точках присоединения потребителя к электрической сети 6(10) - 0,4 кВ было значительно ужесточено: для сети 0,4 кВ установлен $\cos \varphi = 0,944$ ($\operatorname{tg} \varphi = 0,35$), а для сети 6-20 кВ $\cos \varphi = 0,93$ ($\operatorname{tg} \varphi = 0,4$) [8].

Однако эти значения можно достичь преимущественно в электросетях среднего и высокого напряжений (35-110 кВ). В низковольтных сетях напряжением 0,4 кВ повышение $\cos \varphi$ до приемлемого уровня известными способами экономически нередко оказывается неоправданным, поэтому не всегда осуществляется [6]. В частности, после отмены в 2001 г. Правил пользования электрической и тепловой энергией у потребителя

электрической энергии понизился экономический стимул участвовать в поддержании коэффициента мощности и компенсации РМ на шинах нагрузок, что привело к ряду указанных выше негативных последствий как в сфере надежности энергосистемы, так и в экономических вопросах. Например, средняя загрузка электродвигателя (отношение мощности, потребляемой рабочим органом, к номинальной мощности) в отечественной промышленности составляет 0,3 - 0,4, а в европейской 0,5 - 0,6. Завышение мощности двигателя приводит к снижению его КПД и $\cos \varphi$ значительно ниже номинального. С уменьшением степени загрузки двигателя возрастает доля потребляемой РМ на создание магнитного поля системы по сравнению с АМ. При снижении нагрузки двигателя до 50 % и менее его эффективность начинает быстро уменьшаться [13].

Несмотря на принятый в 2006 г. приказ РАО "ЕЭС России" [14] вопрос компенсации РМ, особенно в распределительных сетях, остается нерешенным. В этой связи для повышения качества электроснабжения на территории Российской Федерации предлагается обеспечивать компенсацию реактивной мощности на основе распределенной генерации. При этом для определения первоочередных узлов компенсации следует выбирать точки распределительных сетей, где наблюдаются максимальные потери, а для выявления необходимых объемов генерации РМ - мощность объектов распределенной генерации (ОРГ), позволяющих обеспечить компенсацию реактивной мощности на участках распределительной сети, к которым они подключены.

Поскольку в сетях энергосистем существует несколько ступеней трансформации, количество трансформаторов и их мощность в несколько раз превышают число и установленную мощность генераторов. Следует заметить, что на каждый установленный 1 кВт генераторной мощности традиционной "большой" энергетики в российских условиях приходится 7 - 8 кВт • А трансформаторной мощности, а на вновь вводимый - до 12 - 15 кВт • А. Поэтому под распределенной генерацией будем понимать параллельное с

сетью производство электроэнергии для электроснабжения потребителей, расположенных на расстоянии, на котором можно обеспечить ее передачу без трансформации уровня напряжения, тем самым снизив потребление из сети. Объекты распределенной генерации - это источники электроэнергии, подключенные к шинам распределительной подстанции (в том числе на стороне нагрузки) и оснащенные автоматикой для обеспечения синхронной работы с энергосистемой, отключения от нее и поддержания автономной работы [15].

Одним из универсальных технологических решений, на основе которого можно достичь гибкого управления режимами распределительных сетей, является создание распределенной генерации на основе синхронных генераторов (SG) новых OPF с возможностью управления токами возбуждения. Регулирование токов возбуждения SG, установленных в непосредственной близости от конечного потребителя, позволит обеспечить компенсацию РМ в распределительных сетях. Получение РМ связано исключительно с уровнем возбуждения синхронной машины. Увеличение тока возбуждения приводит к повышению генерирования РМ, а снижение тока - к противоположному результату. Компенсация реактивной мощности на основе автоматического регулирования возбуждения синхронных двигателей теоретически обоснована и практически используется в приложении к оптимизации электроснабжения металлургических комбинатов [16], но регулирование токов возбуждения синхронных машин в распределительных сетях населенных пунктов - это новая задача.

В наиболее сложных сетях создание распределенной генерации целесообразно на основе асинхронизированных генераторов (ASG) - нового класса электрических машин, обладающих рядом преимуществ по сравнению с синхронными машинами. Благодаря им обеспечивается более надежная, устойчивая и экономичная работа электроэнергетической системы в целом. В асинхронизированных генераторах и компенсаторах (АСК) ротор имеет две ортогональные обмотки возбуждения, которые питаются от двухканальной

статической реверсивной системы возбуждения. Управление возбуждением осуществляется по специальному "асинхронизированному" закону (векторное управление), в результате этого такие машины устойчиво работают в режимах как выдачи, так и глубокого потребления РМ, что несвойственно синхронным машинам по условиям статической и динамической устойчивости. Специальные алгоритмы управления режимами обеспечивают высокую живучесть АСГ и АСК. Основные их свойства и преимущества [7] приведены в таблице.

Свойства	Преимущества
Электромагнитный момент и РМ не зависят от углового положения ротора	Возможность без нарушения условий статической устойчивости работать на протяженную линию электропередачи
Независимое и раздельное регулирование электромагнитного момента и РМ	Возможность без потери устойчивости работать в режимах глубокого потребления РМ
Система возбуждения управляет не только значением напряжения, но и его фазой и частотой (в заданном диапазоне)	Эффективное демпфирование колебаний активной и реактивной мощности (напряжения) Повышенное быстродействие регулирования РМ (напряжения) Более точная и безударная синхронизация с сетью при включении на параллельную работу Повышение уровней статической и динамической устойчивости энергосистемы за счет создания эффекта "мощных шин" в

заданном узле энергосистемы	
Форсировка и расфорсировка возбуждения по двум взаимно перпендикулярным обмоткам ротора, т. е. векторное управление динамическими процессами	Повышенные пределы динамической устойчивости генератора (компенсатора)
	Улучшение качества протекания переходных процессов в энергосистеме
	Повышенная надежность и живучесть агрегата (энергоблока), снабженного асинхронизированным генератором, компенсатором (снижается вероятность отключения энергоблока из-за аварий в системах возбуждения и управления)
Возможность неограниченно длительных асинхронных режимов без возбуждения при нагрузке, близкой к номинальной	Возможность длительной работы в энергосистеме при возникновении асинхронного хода
	Существенное повышение ремонтнопригодности и облегчение технического обслуживания систем возбуждения и управления без отключения энергоблока “ ”
	Улучшение характера протекания аварийных процессов и послеаварийных режимов в энергосистемах
Возможность двух- и трехкратной перегрузки по РМ без потери устойчивости	Исключение явления лавины напряжения в энергосистеме

Основные достоинства АСТ по сравнению с синхронным и асинхронным генераторами: