

---

# Высоковольтные устройства плавного пуска типа SSM

---



напряжение от 2,3 кВ до 15 кВ

мощность от 150 кВт до 22 МВт



---

***ДЛЯ АСИНХРОННЫХ И  
СИНХРОННЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ***

---

## Краткие сведения

Устройства плавного пуска (УПП) серии SSM разработаны для осуществления плавного безударного пуска высоковольтных асинхронных и синхронных электродвигателей практически для всех областей применения, где не требуется регулирования скорости вращения.

Высоковольтные УПП типа SSM позволяют:

- осуществлять плавное нарастание/снижение напряжения в течение заданного времени при пуске/останове двигателя с контролем тока и момента;
- значительно уменьшить пусковые токи двигателей;
- в сетях с ограниченной мощностью КЗ резко уменьшить провалы напряжения сети при пуске двигателей;
- существенно снижать при пуске электродинамические усилия на обмотки двигателя и ударные механические воздействия на механизмы.

Широкий спектр пусковых характеристик позволяет подобрать наиболее оптимальную из них для нужного технологического режима, например, дистанционно выбрать характеристику для пуска нагруженного и ненагруженного конвейера. Существует исполнение SSM для реверсивных применений. Функция плавного замедления дает возможность избежать гидравлических ударов (или толчков) при останове двигателя. Функция малой подачи вала двигателя позволяет упростить регламентные работы на приводном механизме.

### **Функции плавного пуска и защиты двигателя в одном устройстве**

Кроме осуществления плавного бесступенчатого управления разгоном и торможением двигателя УПП SSM обеспечивает также полную защиту электродвигателя от перегрузок, основанную на точном моделировании теплового состояния двигателя.

Большой набор микропроцессорных защит гарантирует безопасную работу. Применяя УПП SSM, вы гарантированно обеспечиваете защиту ответственного электрооборудования.

### **Работа в тяжелых режимах**

УПП серии SSM сконструированы для работы в тяжелых режимах. Имея перегрузочную способность по току равную 500% в течение 60 секунд, УПП SSM никогда не будет слабым звеном в вашем технологическом оборудовании.

Мощный удлиненный сигнал управления тиристорами, пофазная автосинхронизация с сетью, управление зажиганием с использованием обратной связи по току и напряжению, многоступенчатая трансформаторная развязка цепей питания и оптоволоконная – цепей управления – все это гарантирует надежное включение тиристорных независимо от качества питающей сети (уровень помех, сопротивление и т.д.) без применения дополнительных реакторов в первичной цепи, которые необходимо устанавливать в других системах.

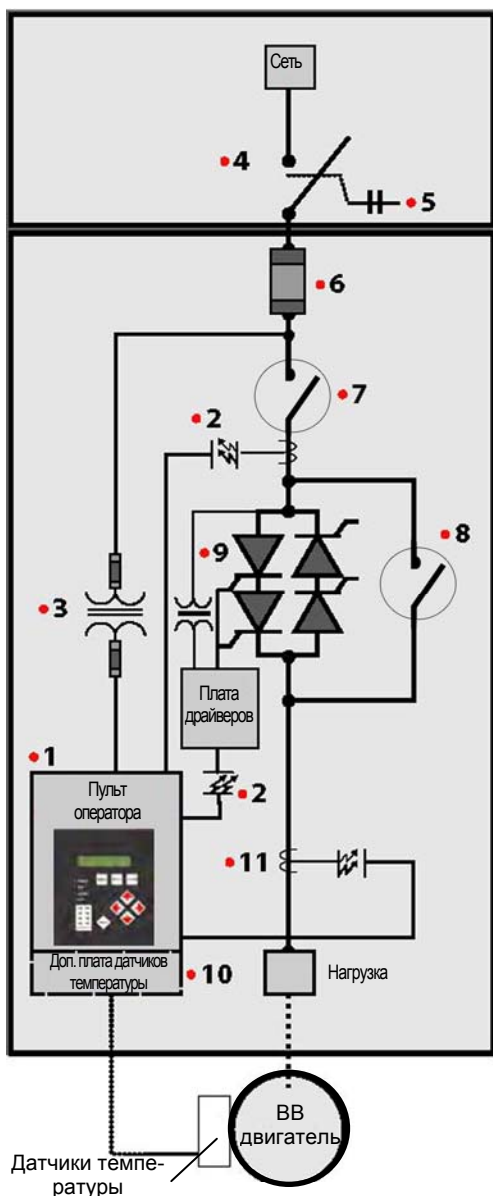
### **Дополнительные возможности**

Высоковольтные устройства плавного пуска типа SSM также позволяют:

- **снять ограничения по числу пусков высоковольтного двигателя за время эксплуатации** и тем самым рационально и экономично использовать оборудование с учетом зонного тарифа на электроэнергию. Технологический выигрыш также может быть весьма ощутимым: например, в нефтедобыче на кустовых насосных станциях (КНС) для закачки воды в пласты снятие ограничения на число пусков электродвигателей позволяет обеспечить поддержание необходимого давления в пластах, оптимизировать распределение нагрузок между насосами внутри КНС и между смежными КНС и т.д.;
- **экономить потребление электроэнергии и удлинять межремонтные промежутки** двигателя и приводного механизма. С применением SSM появляется возможность отключать высоковольтные двигатели компрессоров, которые без УПП подолгу остаются в работе (иногда месяцами), даже если производственная потребность в воздухе периодически падает. Так УПП может экономить потребление электроэнергии. Кроме того, ввиду облегчения электрических режимов при пусках мощных двигателей улучшаются условия эксплуатации электротехнического оборудования (двигателей, трансформаторов, коммутационных аппаратов, приводного механизма и др.), что удлиняет срок его эксплуатации;
- **отключать двигатель от сети высоковольтным выключателем** при отсутствии тока (когда УПП остановил двигатель);
- **автоматизировать работу объектов.** Наличие каналов связи с ЭВМ верхнего уровня позволяет автоматизировать работу объекта. Интеллектуальный блок управления SSM накапливает статистику о работе двигателя и контролирует его тепловые режимы. Информация о текущем состоянии устройства и двигателя передается по цифровому каналу связи на верхний уровень АСУТП, а команды управления от АСУТП – на SSM.

## Функционально устройство включает в себя:

1. Пульт оператора для программирования функций защиты и параметров УПП;
2. Оптически развязанный низковольтный отсек;
3. Встроенный трансформатор цепей управления\* и измерительные трансформаторы;
4. Разъединитель, рассчитанный на возможность разрыва цепи при полном токе нагрузки и блокирующий открытие дверей УПП при его замыкании\*;
5. Заземляющая шина и ножи, видимые через смотровое окно\*;
6. Силовые предохранители с индикацией перегорания\*;



7. Вводной вакуумный контактор\*;
8. Шунтирующий контактор, рассчитанный на прямое подключение двигателя к сети;
9. Тиристорные модули с гальванической развязкой сигналов управления и повышенной надежностью цепей управления;
10. Дополнительная плата для подключения датчиков температуры (до 12 резистивных датчиков);
11. Датчик тока утечки на землю;
12. Ввод кабеля силового питания осуществляется, как правило, сверху или сбоку шкафа, вывод на двигатель – снизу. Для удобства монтажа применяются съемные панели;
13. Стальной корпус образует жесткую конструкцию и имеет степень защиты IP54, IP21 или IP00.

\* Возможна поставка УПП без встроенной вводной ячейки. В таком исполнении УПП не содержит разъединитель, предохранители, вводной контактор и трансформатор цепей управления. Для работы необходима высоковольтная вводная ячейка заказчика.

## Улучшенные функции защиты

Эффективность любого производства зависит от работы оборудования.

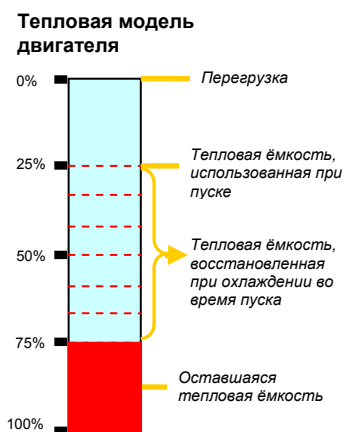
В свою очередь это оборудование часто управляется высоковольтными двигателями переменного тока.

Серия УПП SSM обеспечивает высочайшее качество управления и полную защиту этих высоковольтных двигателей во всех режимах работы.

Полная защита двигателя реализована в стандартном исполнении УПП SSM и не требует увеличения его стоимости.

SSM, имея информацию о напряжении и фазных токах двигателя, токах утечки на землю, полностью защищает его в аварийных ситуациях во всех режимах работы: как при плавном разгоне или замедлении, так и при работе с шунтирующим контактором. SSM осуществляет полную защиту двигателя от тепловой перегрузки, так как постоянно контролирует его тепловое состояние, изменяющееся в зависимости от условий пуска, работы или даже внешних условий.

- **Точное тепловое моделирование.** В центральном процессорном устройстве SSM имеется специальный «Динамический Регистр Нагрева», который является математической моделью теплового состояния двигателя.
- **Память теплового состояния** обеспечивает непрерывную защиту от перегрузки в реальном масштабе времени даже в случае потери питания. После восстановления питания SSM прочитает показания часов реального времени и возвратит Динамический Регистр Нагрева в состояние, учитывающее прошедшее с момента потери питания время.
- **Функция интеллектуального сброса.** Если SSM отключает двигатель от сети из-за перегрузки, то это аварийное состояние невозможно сбросить до истечения времени, достаточного для охлаждения двигателя.
- **Постоянная коррекция тепловой модели.** Входная информация для регистра нагрева рассчитывается из уровня  $I^2t$ , несимметрии токов, скорости охлаждения и (как опция) из показаний датчиков температуры, если они имеются. SSM может по-разному контролировать условия работы для режимов «Разгон», «Замедление» и «Работа с Шунтирующим Контакторм», благодаря чему обеспечивается наиболее полная и правильная защита двигателя от тепловой перегрузки в любой момент его работы.



### Гибкая настройка

Выберите уровень защиты от перегрузки

- **Программируемый класс перегрузки.** Выбирается из диапазона 5-30 и определяет допустимое из условий нагрева время (с) протекания 6-кратного тока двигателя.
- **Защита в двух режимах.** В SSM имеются отдельные кривые перегрузки для режима «Разгон» и режима «Работа с Шунтирующим Контакторм» (например: класс 20 в режиме «Разгон» и класс 10 в режиме работы через контактор).
- **Наличие программируемых реле** позволяет в случае превышения сигналом программируемой уставки сигнализации или при срабатывании защиты включить/отключить одно из 8 встроенных в SSM выходных реле.
- **Кривая перегрузки, полученная обучением.** Программирование защиты осуществляется либо на основе паспортных данных двигателя, либо на основе кривой перегрузки, полученной обучением в течение трех предыдущих успешных пусков. Эта кривая отражает нормальные условия пуска с программируемой зоной допустимого отклонения от них.
- **Удаленный или автоматический сброс защит** может быть активирован на объектах без обслуживающего персонала.

Устройства плавного пуска типа SSM содержат все функции защиты, имеющиеся в дорогостоящих автономных реле защиты двигателей. Вам не придется приобретать дополнительные дорогие платы или отдельные устройства.

- **Максимально-токовая защита (электронная отсечка)** - защитное отключение либо сигнализация аварийного режима, позволяющая продлить срок службы вашего двигателя и оборудования. Защищает от заклинивания ротора, перегрузок, связанных с засорением насосов песком, изнашиванием лопастей и т.п.
- **Сигнализация недогрузки** - защитная сигнализация аварийного режима. Помогает обнаружить двигатели, ненагруженные из-за поломки вала, обрыва ременной передачи, при возникновении утечек в насосах и т.д..
- **Двухступенчатая защита от КЗ.** Перед началом движения производится предварительная проверка двигателя для предотвращения пуска на закороченную нагрузку. После замыкания шунтирующего контактора эта защита работает в режиме «электронного предохранителя» и срабатывает быстрее, чем большинство предохранителей и автоматических выключателей.
- **Защита от неправильного чередования фаз, обрыва фазы и недопустимой несимметрии фазных токов.**
- **Защита от пониженного/повышенного напряжения питающей сети и отклонения частоты от заданного уровня.** Защитные отключения либо сигнализации аварийных режимов, связанных с неисправностями на линиях электропередачи и генератора.

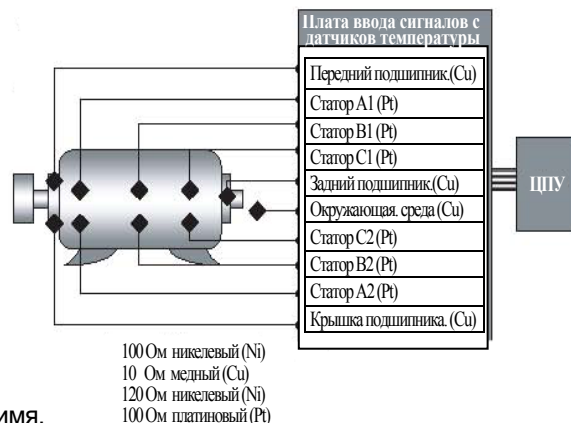
Функции защиты	Наличие в SSM
Защита от пониженного напряжения	✓
Защита от повышенного напряжения	✓
Защита от обрыва фазы	✓
Сигнализация недогрузки по току	✓
Максимально-токовая электронная защита	✓
Защита от превышения двигателем допустимого уровня $I_t$	✓
Защита от несимметрии фазных токов	✓
Защита от короткого замыкания (электронный предохранитель)	✓
Защита от неправильного чередования фаз	✓
Защита от отклонения частоты питающей сети	✓
Защита от недопустимого значения коэффициента мощности	✓
Защита от превышения допустимого числа пусков в час и ограничение времени между пусками.	✓
Блокировка / запрет повторного пуска двигателя	✓
Защита от тепловой перегрузки (регистр нагрева)	✓
Защита от превышения времени разгона	✓
Защита от утечки тока на землю (мгновенная и продолжительная)	ОПЦ.
Защита статора и подшипников от перегрева с помощью датчиков температуры	ОПЦ.
Защита от непопадания в «вилку скоростей» к определенному времени разгона	ОПЦ.

**Дополнительная защита от утечки тока на землю**

срабатывает при нарушении изоляции кабеля либо обмоток статора заземленного двигателя. Программируемые Верхняя (быстрая) и Нижняя (медленная) уставки отключения и сигнализации помогают предотвратить ложные срабатывания. Датчик тока утечки на землю подключается к центральному процессорному устройству с использованием оптоволоконной развязки для повышения помехоустойчивости и надежной изоляции.

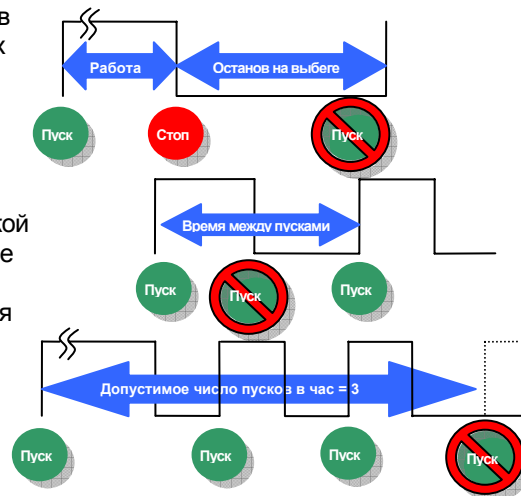
**Дополнительная плата для подключения до 12 датчиков температуры обеспечит идеальный контроль над тепловым состоянием двигателя**

Подключаемые к плате резистивные датчики температуры могут иметь различный тип. Каждому входу может быть присвоено индивидуальное имя. Каждый датчик температуры может управлять выходным реле. Задаются отдельные уставки температур для аварийного отключения и сигнализации. Температуры записываются в архив событий. Все 12 входов для датчиков могут быть сконфигурированы в зависимости от материала применяемых датчиков. Наблюдать за показаниями датчиков температуры можно как с пульта управления, так и дистанционно.



**Возможности, основанные на использовании часов реального времени.**

- **Программируемый таймер контроля времени останова** с выдержкой до 60 мин. предотвращает повторный пуск двигателя, вал которого еще не успел остановиться вследствие запаса кинетической энергии.
- **Выдержка времени между пусками** предотвращает выход двигателя и оборудования из строя вследствие частых повторных команд на пуск.
- **Запоминание времени и даты** событий для точного их протоколирования.
- **Ограничение числа пусков в час.** 6 циклических таймеров позволят Вам установить максимальное (до 6) число пусков в час и обеспечат выдержки времени ожидания (более 60 мин) между одноименными по номеру пусками.
- **Время, оставшееся до отключения по перегрузке,** рассчитывается при выявлении перегрузки и индицируется на экране пульта оператора.
- **Программируемый таймер допустимого времени разгона** защищает двигатель от «опрокидывания» при пуске.

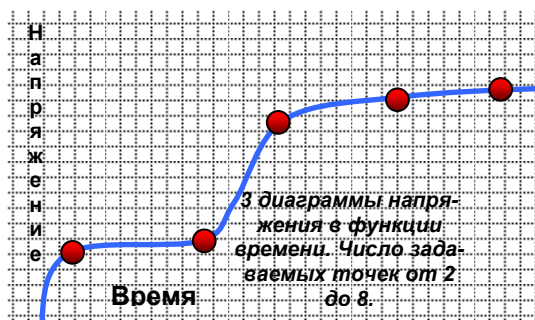


## Специальные функции для управления насосами

### Плавный пуск и плавный останов насосных агрегатов

#### Конфигурируемая пользователем кривая разгона

Этот режим может быть использован для управления насосом с известной гидравлической нагрузкой таким образом, что разгон насосного агрегата будет производиться по заданному закону плавно, без скачков давления или повышенной тепловой нагрузки на двигатель. Для этого можно задать до восьми точек зависимости напряжения на двигателе от времени. Для адаптации к изменяющимся условиям работы насоса или нагрузки, а также к различным технологическим процессам пользователь может запрограммировать до трех диаграмм напряжения на двигателе в функции времени.



#### Режим плавного замедления

Эта функция является стандартной для серии УПП типа SSM и одновременно одной из ключевых преимуществ при выборе именно этого УПП среди других устройств, использующих традиционные методы управления двигателями.

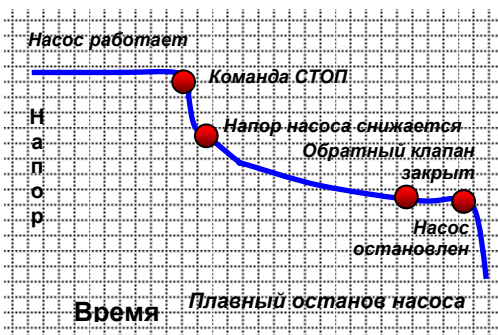


В системах подачи или перекачки жидкости (вода, нефть и т.д.) последняя нагнетается из области меньшего в область большего давления. Разность этих давлений в статическом режиме называется статическим напором системы. Номинальное давление насоса выбирается достаточным, чтобы преодолеть статический напор и перемещать жидкость по трубе.

Когда насос отключается, его выходное давление быстро падает до нуля и статический напор заставляет жидкость двигаться в противоположную сторону. Для исключения этого явления, на выходе насоса устанавливают обратный клапан, допускающий протекание жидкости только в одном направлении. Когда клапан закрывается, скорость движущейся жидкости внезапно падает до нуля. Поскольку жидкость не сжимается, запасенная кинетическая энергия

преобразуется в ударную волну, которая перемещается по трубопроводной сети в поисках выходного отверстия, в котором она может рассеяться. Звук, создаваемый ударной волной, называют гидравлическим ударом. Энергия ударной волны может быть чрезвычайно опасна для труб, соединительных муфт, фланцев, уплотнений и монтажных систем.

При использовании функции SSM «плавное замедление» крутящий момент двигателя насоса медленно и плавно уменьшается, постепенно снижая и давление в трубе. Когда выходное давление насоса станет чуть ниже статического напора, поток плавно меняет направление на обратное и закрывает обратный клапан. К этому времени движущаяся жидкость обладает уже очень малой кинетической энергией, и ударная волна не образуется. Когда выходное напряжение устройства, подаваемое на двигатель, станет достаточно низким и необходимость в нем отпадает, SSM завершит цикл плавного замедления и отключится.



Другой областью применения функции плавного замедления являются конвейеры, перемещающие раскачивающиеся или хрупкие материалы, как средство предупреждения внезапных остановок, которые могут привести к их столкновению или падению. В мостовых кранах мягкая остановка самого крана или троллея помогают исключить раскачивание груза при резких остановках.

## Современные возможности интегрирования в АСУТП

Специально разработанные для легкой интеграции в систему автоматического управления, устройства плавного пуска серии SSM в стандартном исполнении поддерживают гибкую систему ввода/вывода информации и связь с ЭВМ верхнего уровня.

### Гибкая система ввода/вывода информации

- Встроенный источник питания цепей управления напряжением 120 В допускает наличие длинных линий управления (пуск/стоп), работающих без промежуточных реле.
- Для гибкого управления имеется 8 программируемых релейных выходов, что исключает необходимость приобретения дополнительных внешних реле или дополнительных плат.
- Имеется 2 программируемых аналоговых выхода (0-10 В, 4-20 мА).

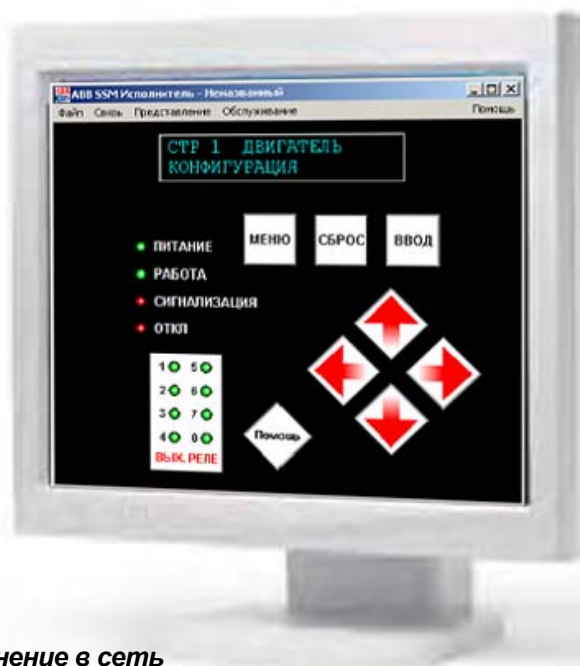
### Поддержка связи

#### Встроенные порты связи

- Интерфейс RS-232 для подключения устройства к персональному компьютеру;
- Интерфейс RS-485 для объединения до 247 устройств в единую сеть по протоколу Modbus RTU.

#### Подключение к персональному компьютеру

Для удобства пользователя программирование установок SSM и их хранение можно осуществлять на персональном компьютере. Для этих целей разработано Windows совместимое программное обеспечение SSMWIN. Программа полностью дублирует пульт оператора на экране ПК, а для связи с устройством используется интерфейс RS 232.



#### Объединение в сеть

Для мониторинга в режиме реального времени, управления и программирования уставок используется стандартный RS-485 порт, связь осуществляется по протоколу Modbus RTU. Объединение устройств в сеть (до 247 устройств) осуществляется для быстрого считывания с них данных, таких как действующие токи, напряжения, коэффициенты мощности, токи утечки на землю и т.п. Также возможно осуществлять дистанционное управление любым устройством в сети. Все, что можно сделать с пульта управления, может быть осуществлено и программным путем.

## Примеры поставляемых УПП

Шкафы SSM-60200-E, SSM-661200-E-S, SSM-60800-E



### Внешний вид шкафа.

Размеры в мм:  
2300(В) x 900(Ш) x 750(Г)

Ввод питания 6 кВ



Выход на двигатель

### Внутренний вид шкафа.

Передние изолирующие пластины с блоков тиристорных модулей сняты. Присоединение кабеля двигателя на фото справа внизу. Присоединение кабеля питания 6 кВ от ячейки КРУ - сверху. Ввод обоих кабелей в шкаф SSM возможно осуществить как снизу, так и сверху.





УПП типа  
**SSM661200-E-S**  
(6.6 кВ; 1200А).  
В задней части шкафа  
видны подводы шин,  
затребованные в техни-  
ческом задании.



УПП типа  
**SSM60800-E**  
(6.0 кВ; 800А).

## Технические характеристики устройства

### Тип нагрузки

Трехфазный высоковольтный асинхронный или синхронный двигатель (для работы с синхронным двигателем SSM комплектуется системой возбуждения с необходимыми функциями защиты, синхронизации и автоматике регулирования реактивной мощности)

### Напряжение питающей сети

2,3; 3,3; 4,16; 6; 6,6; 11; 15 кВ  
-15% +10% 50 или 60 Гц

### Перегрузочная способность

125% постоянно  
500% в течение 60 секунд  
600% в течение 30 секунд  
1400% 1 период сетевого напряжения

### Силовая цепь

Инверсно включенные силовые тиристоры в паре, пары соединены последовательно. Возможные исполнения – 2, 4, 6, 12 или 18 тиристоров в фазе в зависимости от модели.

### Пиковое обратное напряжение (ПОН) для тиристорных модулей

Напряжение модели SSM, кВ	ПОН, В
2,3	6 500
3,3/4,16	13 000
6	19 500
11-15	39 000

### КПД

При работе с шунтирующим контактором 99,94%  
При пуске: 99,7%

### Вакуумный шунтирующий контактор

Поставляется стандартно во всех моделях. Рассчитан на пусковые токи при прямом подключении к сети.

### Условия окружающей среды

Температура: 0... +40 °С  
(-20... + 40 °С опционально с подогревателем)  
Влажность: 5% - 95%  
Высота над уровнем моря - 1000 м без ухудшения параметров, выше – по запросу

### Цифровой пульт оператора

Пульт оператора с клавиатурой и ЖК-дисплеем с подсветкой (2 строки по 20 символов).

Светодиодные индикаторы состояния («Питание», «Работа», «Сигнализация», «Авария») и 8 индикаторов состояния выходных реле.

### Внешние программируемые выходы

8 полностью программируемых пользователем релейных выходов (сухой контакт 4А/240В).

5 фиксированных релейных выходов («неисправность», «полная скорость» и т.п.)

### Устанавливаемые параметры двигателя

Номинальные частота сети, напряжение, ток, эксплуатационный коэффициент, класс изоляции обмоток, класс перегрузки.

Две независимых настройки для параметров:

Начальное напряжение	0-100% Uном.
Ограничение тока	200-600% Iном.
Время плавного разгона	1-120 с

Три заданных пользователем кривых разгона (задается зависимость напряжения от времени)

Время плавного замедления 1-60 с.  
Время действия повышенного

напряжения (10-100%) в начале пуска

### Защита двигателя и самого SSM

Более 30 видов защит и сигнализаций аварийных режимов.

### Статистические данные

Время пуска, время предыдущего пуска, средний пусковой ток, число отключений по видам, архивация последних 60 событий (данные включают в себя причину события, дату и время возникновения, величины фазных токов и тока утечки, линейных напряжений, коэффициента мощности, уровня несимметрии токов).

### Измерительные функции

Измеряются и индицируются: процентная (к номинальному) величина тока в нагрузке, фазные токи, полная, активная и реактивная мощности, коэффициент мощности, средний пусковой ток, содержимое регистра нагрева, требуемая для пуска и текущая накопленная тепловая емкость, время с момента последнего пуска, частота питающего напряжения, чередование фаз, показания датчиков температуры (опц.)

### Связь

Порт RS485, протокол Modbus RTU, порт RS232 с Windows интерфейсом.

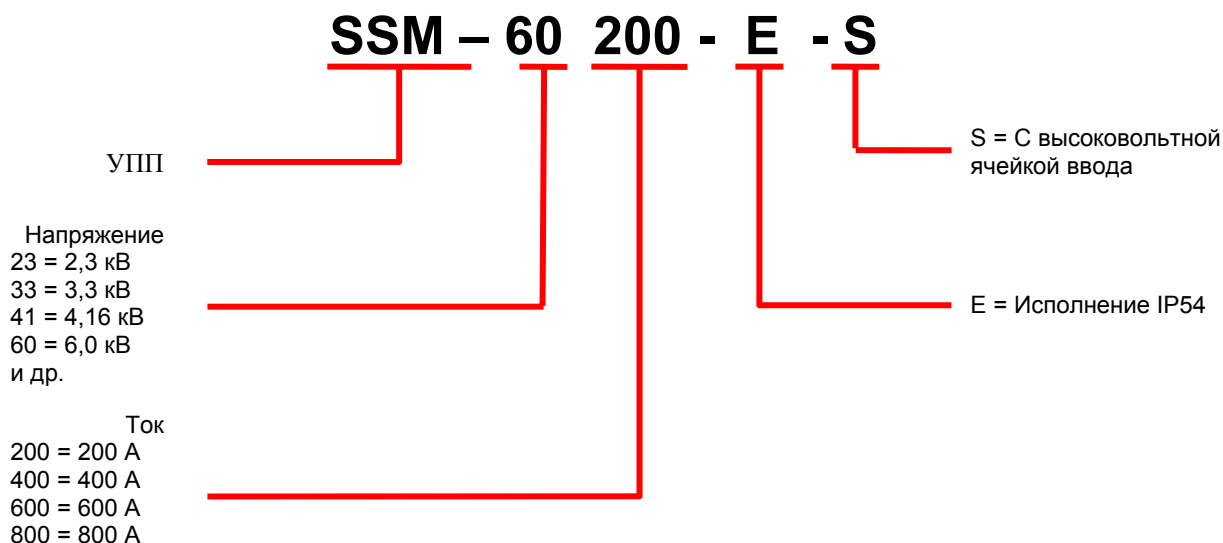
Номинальные значения				Устройство с ячейкой ввода			Исполнение без ячейки ввода				
Напряжение, В	Ток*, А	Мощность, кВт	Макс.** мощность, кВт	Модель	IP 54			Модель	IP 54		
					В, мм	Ш, мм	Г, мм		В, мм	Ш, мм	Г, мм
2300	200	150 – 1900	3350	SSM-23200-E-S	2337	914	762	SSM-23200-E	2337	914	762
	400			SSM-23400-E-S				SSM-23400-E			
	600			SSM-23600-E-S				SSM-23600-E			
3300	200	150 – 2200	4500	SSM-33200-E-S	2337	914	762	SSM-33200-E	2337	914	762
	400			SSM-33400-E-S				SSM-33400-E			
	600			SSM-33600-E-S				SSM-33600-E			
4160	200	180 – 3750	5960	SSM-41200-E-S	2237	914	762	SSM-41200-E	2337	914	762
	400			SSM-41400-E-S				SSM-41400-E			
	600			SSM-41600-E-S				SSM-41600-E			
6000/7200	200	225 – 6600	10430	SSM-60200-E-S	2237	1829	762	SSM-60200-E	2337	1829	762
	400			SSM-60400-E-S				SSM-60400-E			
	600			SSM-60600-E-S				SSM-60600-E			
11000-15000	300	600 - 11000	22350	SSM-130300-E-S	2337***	3048***	1118***	Обратитесь на завод-изготовитель			
	600			SSM-130600-E-S	2362***	2134***	2438***				

\* Возможны номинальные токи 800 / 1000 / 1200 А

\*\* При максимальном токе 1200А (по спецзаказу)

\*\*\* Устройства 11-15 кВ поставляются только в исполнении IP21.

## Расшифровка типа УПП



### Пример данных для заказа (мощности указаны ориентировочно)

Данные			УПП с ячейкой ввода	УПП без ячейки ввода
Напряжение В	Ток А	Мощность кВт	Номер по каталогу	Номер по каталогу
6000	200	2000	SSM-60200-E-S	SSM-60200-E
	400	3750	SSM-60400-E-S	SSM-60400-E
	600	5600	SSM-60600-E-S	SSM-60600-E

**Имеются другие исполнения – запрашивайте дополнительно.**

#### АДРЕС:

Россия, 428000, г. Чебоксары,  
пр. И. Яковлева, 1  
Тел. (8352) 61-62-62  
Факс. (8352) 21-05-03  
E-mail: dmitry.pozdeev@ru.abb.com



ООО АББ Автоматизация