Проект

Изображение государственного Герба Республики Казахстан

**НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН**

**Фотоэлектрические (PV) системы**

**ТРЕБОВАНИЯ К ПОДКЛЮЧЕНИЮ К ОБЩИМ ЭЛЕКТРИЧЕСКИМ СЕТЯМ**

**СТ РК IEC 61727-202\_**

*(IEC 61727:2004 «Photovoltaic (PV) systems-Characteristics of the utility interface», IDT)*

Настоящий стандарт не подлежит применению до его утверждения.

**Комитет технического регулирования и метрологии**

**Министерства торговли и интеграции Республики Казахстан**

**(Госстандарт)**

**Нур**-**Султан**

Предисловие

**1 ПОДГОТОВЛЕН** Республиканским государственным предприятием «Казахстанский институт стандартизации и сертификации» Комитета технического регулирования и метрологии Министерства торговли и интеграции Республики Казахстан

**2 УТВЕРЖДЕН И ВВЕДЕН В ДЕЙСТВИЕ** приказом Председателя Комитета технического регулирования и метрологии Министерства торговли и интеграции Республики Казахстан от \_\_\_\_\_2022 г. № \_\_\_\_\_\_

**3** Настоящий стандарт идентичен международному стандарту IEC 61727:2004 «Photovoltaic (PV) systems-Characteristics of the utility interface», IDT, (Системы фотоэлектрические. Характеристики подключения к распределительным электрическим сетям).

Официальной версией является текст на государственном и русском языке.

Международный стандарт разработан Техническим комитетом IEC 82 Солнечные фотоэлектрические энергетические системы.

Перевод с английского языка (en).

Степень соответствия-идентичная (IDT).

**4** В настоящем стандарте реализованы нормы Республики Казахстан: Закона «О техническом регулировании» от 30 декабря 2020 года № 396-VI ЗРК.

**5 ВПЕРВЫЕ**.

*Информация об изменениях к настоящему стандарту публикуется в ежегодно издаваемом информационном каталоге «Документы по стандартизации Республики Казахстан», а текст изменений-в периодически информационном каталоге «Национальные стандарты». В случае пересмотра (отмены) или замены настоящего стандарта соответствующая информация будет опубликована в периодическом информационном указателе «Национальные стандарты».*

Настоящий стандарт не может быть полностью или частично воспроизведен, тиражирован и распространен в качестве официального издания без разрешения Комитета технического регулирования и метрологии Министерства торговли и интеграции Республики Казахстан.

**Содержание**

|  |  |
| --- | --- |
| 1 Область применения | 1 |
| 2 Нормативные ссылки | 1 |
| 3 Термины и определения | 2 |
| 4 Совместимость параметров систем | 4 |
| 4.1 Напряжение, ток и частота | 4 |
| 4.2 Диапазон рабочего напряжения | 4 |
| 4.3 Колебания напряжения | 4 |
| 4.4 Постоянная составляющая тока | 5 |
| 4.5 Диапазон рабочей частоты | 5 |
| 4.6 Гармоники и несинусоидальиость напряжения и тока | 5 |
| 4.7 Коэффициент мощности | 5 |
| 5 Требования безопасности | 6 |
| 5.1 Общие положения | 6 |
| 5.2 Прерывания напряжения в электрической сети | 6 |
| 5.3 Отклонения напряжения и частоты от номинальных значений электрической сети | 7 |
| 5.4 Защита от отключения | 8 |
| 5.5 Включение фотоэлектрической системы на обеспечение нормального функционирования электрораспределительной сети | 8 |
| 5.6 Заземление | 8 |
| 5.7 Защита от короткого замыкания | 8 |
| 5.8 Отключение и подключение | 8 |
| Библиография | 10 |

**НАЦИОНАЛЬНЫЙ СТАНДАРТ РЕСПУБЛИКИ КАЗАХСТАН**

**Фотоэлектрические (PV) системы**

**ТРЕБОВАНИЯ К ПОДКЛЮЧЕНИЮ К ОБЩИМ ЭЛЕКТРИЧЕСКИМ СЕТЯМ**

**Дата введения\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_**

1 Область применения

Настоящий стандарт распространяется на фотоэлектрические системы (PV), предназначенные для работы параллельно с распределительной электрической сетью общего назначения и с применением полупроводниковых инверторов с защитным отключением для преобразования постоянного тока в переменный.

Настоящий стандарт распространяется на фотоэлектрические системы номинальной мощностью не более 10 кВА с однофазным или трехфазным переменным током на выходе системы, предназначенные для применения в жилых зданиях.

Настоящий стандарт устанавливает требования к подключению указанных систем к распределительным электрическим сетям.

Настоящий стандарт не распространяется на требования к секционирующей защите и на требования к электромагнитной совместимости.

Примечания

1 Если инверторы имеют сертификаты соответствия требованиям настоящего стандарта (или более жестким требованиям), дополнительные испытания инверторов на соответствие этим требованиям при создании фотоэлектрической системы и ее подключении к электрораспределительной сети не требуются.

2 В том случае, если фотоэлектрическая система включает устройство(а) накопления энергии, или управление фотоэлектрической системой осуществляется по сигналам, поступающим из электрораспределительной сети, может быть необходима корректировка требований, установленных в настоящем стандарте.

**2 Нормативные ссылки**

Для применения настоящего стандарта необходимы следующие ссылочные документы по стандартизации. Для датированных ссылок применяют только указанное издание ссылочного нормативного документа, для недатированных ссылок применяют последнее издание ссылочного документа (включая все его изменения):

IEC 60364-7-712:2002 Electrical installations of buildings. Part 7-712: Requirements for special installations or locations. Solar photovoltaic (PV) power supply systems (Установки электрические зданий. Часть 712. Требования к специальным установкам или расположению. Системы питания с использованием фотоэлектрических солнечных батарей).

IEC 61000-3-3:1994 Electromagnetic compatibility (EMC)-Part 3-3: Limits-Limitation of voltage changes, voltage fluctuations and flicker in public low-voltage supply systems, for equipment with rated current <=16 A per phase and not subject to conditional connection (Электромагнитная совместимость. Часть 3: Пределы. Раздел 3: Ограничение пульсаций напряжения и мерцания в низковольтных системах питания для оборудования с номинальным током не более 16 А).

IEC 61000-3-5:1994 Electromagnetic compatibility (EMC)-Part 3: Limits-Section 5: Limitation of voltage fluctuations and flicker in low-voltage power supply systems for equipment with rated current greater than 16 A (Электромагнитная совместимость. Часть 3. Пределы. Раздел 5: Ограничение пульсаций напряжения и мерцания в низковольтных системах питания для оборудования с номинальным током более 16 А) .

IEC 61277:1995 Terrestrial photovoltaic (PV) power generating systems-General and guide (Системы наземные фотоэлектрические. Общие положения и руководство).

IEC 61836:1997 Solar photovoltaic energy systems-Terms and symbols (Солнечные фотоэлектрические энергетические системы. Термины и определения).

**3**Термины и определения

В настоящем стандарте применяются следующие термины с соответствующими определениями.

**3.1** **Коэффициент мощности** (power factor-PF): Отношение активной мощности к квадратному корню из суммы активной мощности и реактивной мощности возведенных во вторую степень, рассчитывается по формуле (1):

где Eact-активная энергия, кВт/ч;

Ereact-реактивная энергия, кВар/ч.

**3.2** **Совокупность элементов** (array field): Наличие всех солнечных фотоэлектрических батарей в электрической системе (по IEC 61277).

**3.3** **Преобразование постоянного тока** (direct current (DC) interface): Система инверторов, обеспечивающая преобразование получаемого от фотоэлектрических батарей переменного тока в постоянный.

**3.4** **Обслуживающая организация** (electric utility): Организация, выполняющая работы по установке, эксплуатации и технического обслуживания системы электроснабжения.

**3.5** **Система контроля и защитного отключения** (safety disconnect control and monitoring subsystem): Система, отслеживающая параметры состояния распределительной электрической сети и отключающая от нее выходную цепь инвертора при выходе значений указанных параметров за допустимые пределы.

3.6 **Суммарный коэффициент гармонического отклонения** (total harmonic distortion): Коэффициент, характеризующий отклонение тока и напряжения от основной гармонической составляющей, рассчитывается по формуле (2):

где Х1-среднее квадратичное значение основного напряжения или тока соответственно;

Хn-среднее квадратичное значение гармоники напряжения или тока на порядок равное n.

**3.7 Фотоэлектрическая система** (photovoltaic system. PV system): Система, преобразующая солнечную энергию в электрическую с помощью прямого преобразования и использующая ее для частичного или полного покрытия электрических нагрузок потребителя и/или передачи ее в сеть. Фотоэлектрическая система состоит из электрически соединенных фотоэлектрической батареи(й), контура потребления, а также компонентов, обеспечивающих механические соединения внутри системы и ее установку на месте эксплуатации. Контур потребления фотоэлектрической системы, соединенной с электрораспределительной сетью. включает все инверторы (один или несколько), регулирующие устройства, нагрузки объекта, для электроснабжения которого она установлена, компоненты, обеспечивающие электрические и механические соединения, аппараты защиты и коммутации, в том числе устройство(а) коммутации с электрораспределительной сетью. Также данный контур потребления может включать устройства накопления энергии.

**3.8 Инвертор** (inverter): Устройство преобразования энергии, представляющее собой полупроводниковый преобразователь постоянного тока в переменный (см. примечание 1).

Используемые в фотоэлектрических системах инверторы предназначены для преобразования постоянного тока, вырабатываемого фотоэлектрической батареей, в переменный ток для питания нагрузок объекта, для электроснабжения которого установлена фотоэлектрическая система, и использования в электрораспределительной сети.

Примечания

1 Любой полупроводниковый преобразователь мощности, включающий в себя устройства управления, защиты и фильтры, предназначенный для подключения источника электрического тока к электрораспределительной сети.

2 Из-за интегрального исполнения инвертор является единственным компонентом фотоэлектрической и системы, для обслуживания или ремонта которого необходимо полностью отсоединить фотоэлектрическую систему от электрораспределительной сети. То есть для обслуживания или ремонта инвертора недостаточно отключения вследствие срабатывания защиты, например при превышении напряжением электрораспределительной сети допустимого значения, должно быть выполнено полное отключение фотоэлектрической системы от электрораспределительной сети.

**3.9 Инвертор с секционирующей защитой** (non-islanding inverter): Инвертор, в котором предусмотрено отключение от электрической сети, если значения ее параметров (напряжения и/или частоты) вышли за пределы установленных рабочих значений (по IEC 61836).

**3.10** **Объединенная система** (utility interface): Соединение фотоэлектрической системы и электрораспределительной сети единую сеть.

**4 Совместимость выходных параметров фотоэлектрической системы с параметрами распределительной электрической сети**

При работе фотоэлектрической системы должна быть обеспечена ее синхронизация с распределительной электрической сетью. Качество электроэнергии, отдаваемой фотоэлектрической системой в нагрузку переменного тока на объекте, для электроснабжения которого она установлена, и передаваемой в электрораспределительную сеть, должно соответствовать требованиям настоящего стандарта, а также требованиям действующих национальных и межгосударственных стандартов, предъявляемым к частоте, значениям и форме напряжения, симметрии напряжения, эмиссии гармонических составляющих тока. Отклонение параметров от допустимых значений рассматривается как отклонение от нормального режима работы.

Фотоэлектрическая система должна контролировать отклонения значений всех параметров качества генерируемой электроэнергии и реагировать соответствующим образом для обеспечения синхронизации между фотоэлектрической системой и электрораспределительной сетью.

Параметры распределительной электрической сети, выходные параметры фотоэлектрической системы и их допустимые отклонения должны быть указаны в документации на подключение.

Примечание - В фотоэлектрических системах с трехфазными выходами переменного тока рекомендуется отслеживание дисбаланса фазных токов.

**4.1 Напряжение, ток и частота**

Напряжение, ток и частота на выходе(ах) переменного тока фотоэлектрической системы должны соответствовать параметрам электрораспределительной сети.

**4.2 Диапазон рабочего напряжения**

Регулирование выходного напряжения фотоэлектрической системы, если оно установлено, как правило, не связано с требованиями к качеству генерируемой в электрораспределительную сеть энергии.

Диапазон рабочего напряжения на выходе переменного тока инвертора(ов) должен соответствовать допустимым отклонениям номинального напряжения электрораспределительной сети, для того чтобы обеспечить правильное срабатывание защиты фотоэлектрической системы при отклонении напряжения электрораспределительной сети от допустимых значений.

**4.3 Колебания напряжения**

Функционирование фотоэлектрической системы не должно приводить к возникновению колебаний напряжения, превышающих уровни, установленные требованиями соответствующего раздела IEC 61000-3-3 для систем с номинальным током до 16 А и IEC/TR2 61000-3-5 для систем с номинальным током 16 А и более.

**4.4 Постоянная составляющая тока**

Постоянная составляющая тока фотоэлектрической системы, поступающего с выходов фотоэлектрической системы в электрораспределительную сеть, не должна превышать 1 % от номинального значения выходного переменного тока инвертора.

**4.5 Диапазон рабочей частоты**

Отклонение значения основной частоты от номинального значения должно быть в пределах, установленных 5.2.2.

**4.6 Несинусоидальность напряжения и тока**

Искажения формы выходного тока и напряжения фотоэлектрической системы относительно формы тока и напряжения электрораспределительной сети должны быть по возможности минимальными. При повышенном уровне искажений качество генерируемой фотоэлектрической системы электроэнергии может негативно влиять на другое оборудование, подключенное к электрораспределительной сети.

Допустимые коэффициенты гармонических составляющих тока и напряжения определяются характеристиками электрораспределительной сети, классом предоставляемых услуг, характеристиками подключенных нагрузок/аппаратов и существующей практикой.

Суммарный коэффициент гармонических составляющих тока должен быть менее 5% от номинального тока на выходе переменного тока инвертора, а значения коэффициентов отдельных гармонических составляющих (гармоник) должны быть менее значений, установленных в таблице 1.

В указанных в таблице 1 пределах значения коэффициентов четных гармоник должны быть не менее чем на 25% меньше значений коэффициентов нечетных гармоник.

**Таблица 1 - Допустимые значения коэффициентов гармонических составляющих тока**

|  |  |
| --- | --- |
| **Гармоники** | **Предельное допустимое значение, % от номинального тока на выходе переменного тока инвертора, менее** |
| Нечетные гармоники | |
| С 3-й по 9-ю | 4,0 |
| С 11-й по 15-ю | 2,0 |
| С 17-й по 21-ю | 1,5 |
| С 23-й по 33-ю | 0,6 |
| Четные гармоники | |
| Со 2-й по 8-ю | 1,0 |
| С 10-й по 32-ю | 0,2 |

Примечание - Измерение гармонических составляющих представляет собой сложную задачу, поскольку искажения формы напряжения могут вызывать значительные искажения формы тока. Необходимо отделить гармоники тока на выходе из инвертора от гармоник тока, вызванных гармониками напряжения, присутствующими в электрораспределительной сети независимо от подключения фотоэлектрической системы.

**4.7 Коэффициент мощности**

Значение коэффициента мощности фотоэлектрической системы при отстающем (индуктивном) токе должно быть более 0,9 при выходной мощности переменного тока инвертора более 50% номинального значения.

Примечания

1 Для фотоэлектрических систем с компенсацией мощности допускается работа за пределами этого ограничения по согласованию с оператором распределительной сети.

2 Большинство инверторов фотоэлектрических систем, предназначенных для работы с электрораспределительными сетями, работают при коэффициенте мощности, близком к единице.

**5 Требования безопасности**

**5.1 Общие положения**

В настоящем разделе установлены минимальные требования для обеспечения надежной и безопасной работы фотоэлектрических систем, при их параллельной работе с электрораспределительной сетью.

Примечания

1 Функции защиты фотоэлектрической системы могут осуществлять как аппараты, входящие в состав фотоэлектрической системы, так и внешние устройства.

2 Помимо требований настоящего стандарта должны выполняться требования [2] или аналогичным требованиям действующих национальных и межгосударственных стандартов.

**5.2 Прерывания напряжения в распределительной электрической сети**

В случае прерывания напряжения в электрораспределительной сети фотоэлектрическая система должна быть отключена от электрораспределительной сети в течение нормируемого интервала времени, независимо от наличия нагрузок, подключенных к фотоэлектрической системе, или других генерирующих устройств.

Электрораспределительная сеть может быть обесточена по различным причинам. Например, может произойти повреждение сети того или иного рода, автоматическое защитное отключение автоматом защиты или отключение для проведения работ по техническому обслуживанию.

Если инверторы (один или несколько) имеющие вход постоянного тока БСНН и имеют накопленную мощность менее 1 кВт, то устройство отключения (реле) не требуется.

**5.3 Отклонения напряжения и частоты распределительной электрической сети**

В электрораспределительной сети могут возникнуть отклонения значений напряжения и частоты от значений нормального режима работы, требующие соответствующей реакции подсистемы управления фотоэлектрической системы. Под отклонениями от нормального режима работы понимается выход текущих значений напряжения и/или частоты за диапазон допустимых значений, указанных в настоящем разделе, а также полное отсутствие напряжения в распределительной сети.

**5.3.1 Отклонения напряжения**

Фотоэлектрическая система должна быть отключена от электрораспределительной сети, если значение напряжения электрораспределительной сети *U* выйдет за пределы диапазонов, указанных в таблице 2, в процентах от номинального значения напряжения.

Требование распространяется как на однофазные, так и на трехфазные сети.

Фотоэлектрическая система должна обнаруживать отклонения напряжения от нормы и отключаться за указанное в таблице 2 время.

Отклонение определяется по среднеквадратичным значениям напряжения, измеренным в точке соединения с электрораспределительной сетью.

**Таблица 2 - Время срабатывания зашиты при отклонении напряжения от нормы**

|  |  |
| --- | --- |
| **Напряжение (в точке соединения с электрораспределительной сетью).** | **Максимальное время срабатывания зашиты\*, с.** |
| U < 0,5×Uном. | 0,1 |
| 50 %≤ U < 85 % | 2,0 |
| 85% ≤ U ≤ 110% | Непрерывная работа |
| 110 % < U < 135% | 2,0 |
| 135 % ≤ U | 0,05 |
| \* Время срабатывания определяется как интервал с момента обнаружения отклонения напряжения электрораспределительной от нормы до момента отключения фотоэлектрической системы.  сети от нормы до момента отключения фотоэлектрической системы.  Примечание-Uном. напряжение, равное стандартному номинальному напряжению. | |

Задержка срабатывания устанавливается для того, чтобы избежать неоправданного срабатывания защиты фотоэлектрической системы при непродолжительных отклонениях напряжения от нормы.

Таким образом, фотоэлектрическая система необязательно должна отключаться, если значение напряжения электрораспределительной сети восстановится до допустимых пределов в течение установленного времени срабатывания.

После отключения подсистема управления фотоэлектрической системы должна оставаться подключенной к электрораспределительной сети и продолжать контролировать ее параметры, для того чтобы обеспечить возможность повторного подключения.

Примечание - Необходимо учитывать падение напряжения на участке между выходом инвертора и точкой соединения с электрораспределительной сетью.

**5.3.2 Отклонения частоты**

Фотоэлектрическая система должна быть отключена от электрораспределительной сети, если отклонение частоты электрораспределительной сети превысит указанных значений.

Фотоэлектрическая система необязательно должна отключаться, если значение частоты электрораспределительной сети восстановится до допустимых пределов в течение установленного времени срабатывания.

При отклонении частоты на ±1 Гц от номинального значения, фотоэлектрическая система должна быть отключена от электрораспределительной сети в течение 0,2 с. Задержка срабатывания устанавливается для того, чтобы избежать неоправданного срабатывания защиты фотоэлектрической системы при непродолжительных отклонениях частоты от нормы в электрораспределительных сетях.

**5.4 Защитное секционирование**

Фотоэлектрическая система должна быть отключена от электрораспределительной сети в течение 2 с в случае прерывания напряжения в электрораспределительной сети.

Примечание - Специальные требования, относящиеся к инверторам с секционирующей защитой, изложены в отдельном стандарте.

**5.5 Реакция фотоэлектрической системы на восстановление нормального режима электрораспределительной сети**

После отключения в результате отклонения от нормы параметров электрораспределительной сети фотоэлектрическая система не должна быть повторно подключена к сети в течение интервала времени от 20 с до 5 мин. с момента восстановления нормальных значений напряжения и частоты.

Примечание-Время задержки восстановления подключения определяется национальными нормативными документами.

**5.6 Заземление**

Устройство (а) осуществляющее соединение фотоэлектрической системы и электрораспределительной сети должно быть заземлено в соответствии с требованиями МЭК 60364-7-712.

**5.7 Защита от сверхтоков и замыканий на землю**

Защита фотоэлектрической системы от сверхтоков и замыканий на землю должна соответствовать требованиями МЭК 60364-7-712.

**5.8 Отключение и подключение**

В фотоэлектрической системе должны быть установлены аппараты и/или устройства коммутации в соответствии с требованиями МЭК 60364-7-712.

**5.9 Квалификация персонала**

Монтаж, подключение, обслуживание и иная работа с фотоэлектрическими системами должны проводиться только специальным квалифицированным персоналом, имеющим квалификацию по работе с фотоэлектрическими установками и системами.

Персонал распределительной электрической сети должен быть проинструктирован об особенностях работы в распределительных сетях, к которым подключена параллельно работающая с ней фотоэлектрическая система.

**Библиография**

[1] IEC 60038:1983 Standard Voltages (Номинальное напряжение).

[2] IEC 60364-5-55:2001 Electrical installations of buildings-Part 5-55: Selection and erection of electrical equipment-Other equipment (Электроустановки зданий. Часть 5-55. Выбор и монтаж электрооборудования. Прочее оборудование).

[3] IEC 61173:1992 Overvoltage protection for photovoltaic (PV) power generating systems-Guide (Защита фотоэлектрической системы от перепадов напряжения).

[4] CIGRE 123:1992 Equipment producing harmonics and conditions governing their connection to the main power supply (Требования к подключению оборудования к общей распределительной электрической сети, создающие гармонические составляющие тока).

[5] IEEE 929 Recommended Practice for the Utility Interface of Residential and Intermediate Photovoltaic (PV) Systems (Общие положения к подключению фотоэлектрических систем, предназначенные для применения в жилых и нежилых зданиях).

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **МКС 27.160** | **(IDT)** | |
| **Ключевые слова:** фотоэлектрические системы, инверторы с секционирующей защитой, распределительные электрические сети, работа параллельно с сетью, требования к подключению фотоэлектрических систем | | |
| **МКС 27.160** | | **(IDT)** |
| **Ключевые слова:** фотоэлектрические системы, инверторы с секционирующей защитой, распределительные электрические сети, работа параллельно с сетью, требования к подключению фотоэлектрических систем | | |

**РАЗРАБОТЧИК:**

Республиканское государственное предприятие на праве хозяйственного ведения «Казахстанский институт стандартизации и метрологии» Комитета технического регулирования и метрологии Министерства торговли и интеграции Республики Казахстан.