

НТП-99. п. 5.13. НКУ должно быть работоспособным при отклонении номинального напряжения силовых и вспомогательных цепей плюс 10 - минус 15%, отклонении номинальной частоты силовых и вспомогательных цепей  $\pm 2\%$ .

Работа асинхронных электрических двигателей также зависит от значения напряжения. Особенно важно, что при этом прямо пропорционально квадрату напряжения изменяется вращающий момент. Поэтому при снижении напряжения нормально загруженные двигатели останавливаются — опрокидываются. Кроме того, изоляция двигателей выходит из строя.

Таким образом, электрические сети нужно проектировать так, чтобы отклонения напряжения у потребителей не выходили за допустимые пределы.

Согласно рекомендаций IEC 60634-5-52 работоспособность реле и контакторов гарантирована при напряжении на них 85% и выше номинального напряжения, для электродвигателей это значение лежит начиная с 90% номинального напряжения.

Согласно ПУЭ, для силовых сетей отклонение напряжения от нормального должно составлять не более  $\pm 5\%$ , для сетей электрического освещения промышленных предприятий и общественных зданий — от +5 до — 2,5%, для сетей электрического освещения жилых зданий и наружного освещения  $\pm 5\%$ . При расчете сетей исходят из допустимой потери напряжений.

Учитывая опыт проектирования и эксплуатации электрических сетей, принимают следующие допустимые величины потери напряжений: для низкого напряжения — от шин трансформаторного помещения до наиболее удаленного потребителя — 6%, причем эта потеря распределяется примерно следующим образом: от станции или понизительной трансформаторной подстанции и до ввода в помещение в зависимости от плотности нагрузки — от 3,5 до 5 %, от ввода до наиболее удаленного потребителя — от 1 до 2,5%, для сетей высокого напряжения при нормальном режиме работы в кабельных сетях — 6%, в воздушных — 8%, при аварийном режиме сети в кабельных сетях — 10 % и в воздушных — 12 %.

Считают, что трехфазные трехпроводные линии напряжением 6—10 кВ работают с равномерной нагрузкой, т. е. что каждая из фаз такой линии нагружена равномерно. В сетях низкого напряжения из-за осветительной нагрузки добиться равномерного ее распределения между фазами бывает трудно, поэтому там чаще всего применяют 4-проводную систему трехфазного тока 380/220 В. При данной системе электродвигатели присоединяют к линейным проводам, а освещение распределяется между линейными и нулевым проводами. Таким путем уравнивают нагрузку на все три фазы.

При расчете можно пользоваться как заданными мощностями, так и величинами токов, которые соответствуют этим мощностям. В линиях, которые имеют протяженность в несколько километров, что, в частности, относится к линиям напряжением 6—10 кВ, приходится учитывать влияние индуктивного сопротивления провода на потерю напряжения в линии.

Таблица 5-10

**Допустимые отклонения напряжения от номинального  
на зажимах электроприемников**

Наименование электроприемников	Допустимые пределы отклонения напряжения на зажимах электроприемников от номинального, %
Электродвигатели . . . . .	$\pm 5$
Электродвигатели собственных нужд электростанций . . . . .	+10 и -5
Лампы рабочего освещения промышленных предприятий и общественных зданий, лампы, прожекторных установок наружного освещения . . . . .	+5 и -2,5
Лампы освещения жилых зданий, аварийного освещения и наружного освещения, выполненного светильниками . . . . .	$\pm 5$
Лампы освещения при аварийном режиме . . .	+5 и -12

Таблица 5-11

Характеристика сети	Плотность нагрузки		Допустимая потеря напряжения, %
	погонная, квт/м	поверхностная, квт/га	
Городская сеть низкого напряжения:			
От шин трансформаторного пункта до ввода в дом . . . . .	$<0,05$ 0,05—0,3 $>0,3$	$<10$ 10—60 $>60$	4,5 4,0 3,0
От ввода в дом до наиболее удаленного электроприемника домо-вой сети . . . . .	$<0,05$ 0,05—0,3 $>0,3$	$<10$ 10—60 $>60$	1,0 1,5 2,5
Воздушные сети 6—10 кв . . . . .	—	—	6—7
То же, в аварийных условиях . . .	—	—	12
Кабельные сети 6—10 кв . . . . .	—	—	5—6
То же, в аварийных условиях . . .	—	—	10
Сети низкого напряжения . . . . .	—	—	5—6

Допускаемые отклонения напряжения на зажимах силовых электроприемников

Электроприемник и режим работы	Допускаемые отклонения от номинального напряжения, %	
	снижение	повышение
1. Электродвигатели:		
а) длительная работа в установившемся режиме - нормальная расчетная величина	5	5
б) допускается по ГОСТ 13109-67 у электродвигателей, присоединенных к электрическим сетям общего назначения	5	10
в) длительная работа в установившемся режиме - для отдельных особо удаленных электродвигателей и условиях: номинальных	8 - 10*	-
аварийных	10 - 12*	-
г) кратковременная работа в установившемся режиме (например, во время пуска соседнего большого электродвигателя)	20 - 30**	-
д) на зажимах пускаемого электродвигателя:		
при частых пусках	10	-
при редких пусках	15***	-
для крановых электродвигателей	15***	-
2. Печи сопротивления, длительная работа - нормальная расчетная величина	5****	5****
3. Индукционные печи, получающие питание от преобразователей частоты	Как для двигателей (см. п. 1)	
4. Дуговые печи:		
а) длительная работа - нормальная расчетная величина	5*****	5*****
б) кратковременно, редко	Не лимитируется	
5. Сварочные аппараты:		
а) длительная работа при нормальных пиках сварочного тока	8 - 10	-
б) кратковременно, при совпадении пиков нагрузки 2 - 3 или более аппаратов	По специальному расчету, учитывающему, с одной стороны, вероятность совпадения пиков и, с другой стороны, допустимый процент брака сварки	

\* Характеристика асинхронных двигателей лишь немного ухудшается при уменьшении напряжения на 10 % ниже номинального.

Это ухудшение становится заметным лишь в том случае, если они работают при действительно полной 100 %-ной нагрузке. Если же, как это обычно бывает, мощность двигателей выбрана хотя бы с небольшим запасом, длительная работа при напряжении на 10 - 12 % ниже номинального практически не влияет ни на их долговечность, ни на режим рабочей машины.

\*\* Исключения составляют только те относительно редкие случаи привода механизмов с ударной нагрузкой, для которых двигатели выбраны не по условиям нагрева, а по величине необходимого максимального момента. Допустимое снижение напряжения в этих случаях должно определяться расчетом.

\*\*\* При более низком напряжении минимальное значение пускового момента может оказаться меньше величины, необходимой для пуска механизма, кроме того, растормаживающие магниты могут не втянуться и пускаемый механизм останется заторможенным. Большие отклонения могут быть допущены только после проверки расчетом.

\*\*\*\* Снижение напряжения у печей сопротивления удлиняет время нагрева и ухудшает технологический процесс, а повышение напряжения, может существенно сократить срок службы их нагревательных элементов.

\*\*\*\*\* Дуговые печи могут длительно работать и при напряжениях, отличающихся от номинального более чем  $\pm 5$  %. Однако условия нормального течения технологического процесса ограничивают возможность значительного превышения этих пределов.