

# ОБЩЕПРОМЫШЛЕННЫЕ КАМЕРНЫЕ ЭЛЕКТРОПЕЧИ ПЕРИОДИЧЕСКОГО ДЕЙСТВИЯ НОВОГО ПОКОЛЕНИЯ ТОРГОВОЙ МАРКИ «НИТТИН»

Общепромышленные камерные электропечи периодического действия являются одним из наиболее распространенных видов электротермического оборудования и используются во всех отраслях промышленности как на крупных, так и на множестве мелких предприятиях, где производится термообработка или нагрев металлоизделий по широко распространенным технологиям.

**Annotation** *General-purpose chamber furnaces batch are one of the most common types of electrothermal equipment and are used in all industries both large and small businesses on the set, which produces heat treatment or by heating the metal widely used technology.*

Парк камерных электропечей, находящихся в эксплуатации на сегодняшний день, исчисляется десятками тысяч штук только на территории государств бывшего СССР, а суммарная мощность составляет несколько миллионов киловатт.

Широкое распространение камерных электропечей обусловлено сравнительной простотой их конструкции, относительно невысокой стоимостью и постоянно увеличивающимся объемом проведения общепромышленных процессов термической обработки в условиях машиностроительных производств, ремонтно-восстановительных, инструментальных участков. Они предназначены для обработки часто меняющейся номенклатуры металлоизделий в условиях, когда одна и та же печь нередко применяется для различных видов термообработки, отличающихся уровнем и режимом изменения температуры, продолжительностью процесса. Наиболее распространенными являются камерные электропечи на номинальные температуры примерно от 300° до 1500°C с объемами рабочего пространства 0,1-0,3 м<sup>3</sup>.

Несущим элементом конструкции камерных электропечей является металлический кожух без принудительного внешнего охлаждения, выполняемый из листовой и профильной стали и создающий опору для установки обрабатываемой в печном пространстве загрузки,

монтируемых в нем футеровки и механизмов, например, закрывающих загрузочные проемы.

Футеровка общепромышленных камерных электропечей должна обеспечивать минимальный уровень тепловых потерь при периодическом характере работы печи, длительную работоспособность, иметь стенку минимальной толщины, достаточную механическую прочность, в частности, для крепления на ней нагревателей. Она выполняется большей частью из нескольких материалов, образующих огнеупорный слой, обращенный к горячей зоне, и теплоизоляционный внешний слой. Для огнеупорного слоя в камерных электропечах до настоящего времени применяются распространенные виды огнеупорных изделий и материалов, большей частью алюмосиликатные – шамотные, муллитокремнеземистые, корундовые; для теплоизоляционного слоя — волокнистые формованные.

Характер использования камерных электропечей общепромышленного назначения в течение одной-двух рабочих смен (соответственно режиму работы производства) диктует необходимость сокращения расхода энергии на разогрев печей, что может быть достигнуто уменьшением их тепловой емкости, в первую очередь футеровки, главным образом за счет снижения ее массы. Поэтому технический уровень современных камерных электропечей

определяется применением новых футеровочных материалов с наименьшей объемной массой и высокой механической прочностью и стойкостью в условиях переменных температур. Такими материалами в последние десятилетия служили легковесные изделия.

В настоящее время широкое распространение получили огнеупорные и теплоизоляционные изделия из материалов на волокнистой основе. Их применение наряду с традиционными легковесными изделиями с улучшенными характеристиками, в частности с пониженной плотностью, позволяет резко сократить размеры и массу камерных электропечей. В связи с применением изделий из волокнистых футеровочных материалов происходит пересмотр сложившихся подходов к созданию конструкций камерных электропечей и технологии изготовления печей, так как элементы теплоизоляции, в отличие от кирпичных изделий, позволяют создавать крупные модульные единицы, соединяемые при монтаже печи методами машиностроительной сборки.

В общепромышленных камерных электропечах с воздушной внутрипечной атмосферой применяются наиболее распространенные и простые по конструкции металлические нагреватели из сплавов высокого электрического сопротивления. Традиционной конструкцией для данной группы печей являются про-

Наименование	Установленная мощность, кВт	Номинальная температура, 0С	Размеры рабочего пространства, мм
СНО – 2.4.2/10-ИЗ-НИТТИН		1000	200x400x200
СНО – 3.6.2/10-И2-НИТТИН	15		300x600x200
СНО – 4.8.2,5/10-И2-НИТТИН	30		400x800x250
СНО – 4.10.2,5/10-И2-НИТТИН			400x1000x250
СНО – 4.8.4/10-И2-НИТТИН			
СНО – 6.12.4/10-И2-НИТТИН	70		600x1200x400
СНО – 8.16.5/10-И2-НИТТИН	115		800x1600x500
СНО – 8.5.17.5/10-И2-НИТТИН	130		850x1700x500
СНО – 10.20.6/10-И2-НИТТИН	180		1000x2000x600
СНО – 11.22.7/10-И2НИТТИН	225		1100x2200x700
СНО – 2.4.2/11-ИЗ-НИТТИН		1100	200x400x200
СНО – 3.6.2/11-И2-НИТТИН	25		300x600x200
СНО – 4.8.2,5/11-И2-НИТТИН	50		400x800x250
СНО – 4.10.2,5/11-И2-НИТТИН			400x1000x250
СНО – 4.8.4/11-И2-НИТТИН			400x800x400
СНО – 6.12.4/11-И2-НИТТИН	95		600x1200x400
СНО – 8.16.5/11-И2-НИТТИН	150		800x1600x500
СНО – 8.5.17.5/11-И2-НИТТИН	185		850x1700x500
СНО – 10.20.6/11-И2-НИТТИН	275		1000x2000x600
СНО – 11.22.7/11-И2-НИТТИН	330		1100x2200x700
СНО – 2.4.2/12-И2-НИТТИН	8	1200	200x400x200
СНО – 3.6.2/12-И2-НИТТИН	30		300x600x200
СНО – 4.8.2,5/12-И2-НИТТИН	55		400x800x250
СНО – 4.10.2,5/12-И2-НИТТИН			400x1000x250
СНО – 4.8.4/12-И2-НИТТИН			400x800x400
СНО – 6.12.4/12-И2-НИТТИН	95		600x1200x400
СНО – 8.16.5/12-И2-НИТТИН	160		800x1600x500
СНО – 10.20.6/12-И2-НИТТИН	285		1000x2000x600
СНО – 11.22.7/12-И2-НИТТИН	355		1100x2200x700
СНО – 2.4.2/13-И2-НИТТИН			1300
СНО – 3.4.2,5/13-И2-НИТТИН	25	300x400x250	
СНО – 3.6.2,5/13-И2-НИТТИН	50	300x600x250	
СНО – 4.8.2,5/13-И2-НИТТИН	50	400x800x250	

волоочные нагреватели – спиральные из проволоки диаметром 4-5 мм и зигзагообразные из проволоки диаметром 6-9 мм. В камерных печах на 1300°С используются карбидокремниевые нагреватели и на 1500°С – нагреватели на основе дисилицида молибдена.

Значительное развитие получило повышение уровня автоматизации камерных электропечей. Это связано, с одной стороны, с обработкой в них современных материалов, для которых требуются режимы со сложными графиками изменения температуры и высокой точностью ее поддержания, с другой – жесткими требованиями к экономичности эксплуатации печей, а также стремлением к сокращению применения рабочей силы при обслуживании оборудования, по охране труда, а также соблюдением жесточившихся экологических, санитарно-гигиенических норм и требований. Современные конструкции камерных электропечей оснащаются приборами и устройствами программного типа, выполняемыми на микропроцессорной основе. Во многих камерных электропечах предусматривается применение непрерывного или широтно-импульсного регулирования

температуры, обеспечивающего высокую точность стабилизации этого параметра.

Эффективная эксплуатация современных камерных электропечей общепромышленного назначения требует сравнительно высокой технической культуры производств, в которых они используются. Обеспечение длительной работоспособности электропечей, реализация заложённых в конструкциях возможностей по высокоточному регулированию режимов термообработки, квалифицированное восстановление вышедших из строя узлов и деталей, своевременная модернизация установок в большой степени связаны с повышением знаний персонала в области устройства и эксплуатации ППД.

Для условного обозначения общепромышленных камерных электропечей сопротивления используется традиционная система буквенно-цифровой индексации, в которой отражены основные параметры конструкции – тип печи, размеры рабочего пространства и номинальная температура.

Условное обозначение: буквенно-цифровой индекс камерной электропечи состоит из трех букв,

ряда цифр и вспомогательных букв и цифр. Первая буква – С – обозначает вид нагрева сопротивлением; вторая – основной конструктивный признак электропечи: Н – камерная. Третья буква обозначает среду в печном пространстве: О – окислительная атмосфера (воздух). Цифры после букв (через тире) соответствуют размерам рабочего пространства в дециметрах: для прямоугольных камерных печей это ширина, длина и высота. Далее через дробь указывается номинальная температура печи в сотнях градусов Цельсия. Следующие затем буквы и цифры обозначают модификацию или исполнение данного типоразмера печи в зависимости от производителя.

Пример обозначения: СНО-8.16.5/11-ИЗ-НИТТИН. Расшифровывается как: электропечь сопротивления, камерная, предназначенная для работы с воздушной внутрипечной атмосферой. Рабочее пространство шириной 0,8 м, длиной 1,6 м и высотой 0,5 м, номинальная температура 1100°С, исполнение третье – ИЗ, НИТТИН – торговая марка производителя каменной электропечи.

Рабочим пространством называют внутреннюю часть пространства печной камеры, в которой при за-

## ТЕХНИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ КАМЕРНОЙ ЭЛЕКТРОПЕЧИ СНО-2.4.2/11-И2-НИТТИН

Наименование параметра	Норма параметра
Тип печи	камерная
Номинальная рабочая температура в печи, °С	1100
Число тепловых зон	1
Установленная мощность, кВт	6+0,6
Параметры питающей сети:	
- напряжение, В	380
- частота, Гц	50
- число фаз	3
Размеры рабочего пространства, мм:	
- ширина	200
- длина	400
- высота	200
Погрешность регулирования температуры не должна превышать, %	0,5
Неравномерность температуры в рабочем пространстве, °С	±5
Масса садки, не более, кг	15
Привод открывания заслонки	ручной

полнении ее металлоизделиями и технологическими приспособлениями обеспечивается заданная равномерность распределения температуры именно по изделиям. Рабочее пространство камерных электропечей определяется шириной, длиной и высотой. Габариты печной камеры при данных размерах рабочего пространства рассчитываются и выбираются, исходя из обеспечения требуемой равномерности распределения температуры и надежной и безопасной эксплуатации печи.

Номинальная температура – расчетное значение температуры печи. Исходя из него, устанавливаются конструктивные параметры и определяются характеристики камерной печи. Рационально использовать общепромышленные камерные электропечи можно в области рабочих температур, не слишком низких по сравнению с номинальной. Превышение номинальной температуры приводит к соответствующему снижению зависящих от температуры показателей работоспособности печи.

Наряду с основными параметрами электропечи могут характеризоваться рядом других параметров. В их числе номинальная мощность нагревателей, установленная мощность печи, максимальная масса садки, которая может быть помещена в печь; мощность холостого хода при номинальной температуре, время разогрева печи, размеры и масса печи; способ подключения к питающей электросети; расход электроэнергии; равномерность и точность нагрева и др.

В таблице приведены технические данные некоторых камерных электропечей периодического действия торговой марки «НИТТИН».

### Особенности конструкции и применение

Конструкция камерной электропечи принципиально проста – это теплоизолированный кожух с нагревателями и дверцей, закрывающей загрузочный проем. В связи с применением камерных электропечей для самых различных процессов нагрева и изделий имеется несколько типов камерных электропечей, конструктивные различия которых между собой определяются назначением и характером использования.

К примеру, в печах для термообработки стальных деталей, укладываемых обычно на под в разогретую печь, рациональным соотношением размеров рабочего пространства является такое, при котором высота его примерно в 1,5-2 раза меньше, а длина в среднем во столько же больше ширины. Дверца в этих печах обычно перемещается вверх-вниз, позволяя открывать загрузочный проем на любую высоту в пределах конструктивно предусмотренной.

Должно быть допустимо использование камерной электропечи широкого назначения для самых разных процессов нагрева и обработки различных изделий. Она обычно применяется во вспомогательном, нередко в основном производстве крупных предприятий, часто в ремонтных мастерских, предприятиях кустарного промысла, в сельском хозяйстве, в исследовательских лабораториях и т.п. К камерным электропечам такого назначения предъявляются требования постоянной готовности к проведению термической обработки; они, как правило, не загружаются в полном объеме рабочего пространства. Печь должна быть простой в обслуживании (что не только не исключает, но и по современным стандартам предполагает применение совершенных средств автоматического контроля

и управлении режимом), эксплуатации и ремонте.

В печах, рассчитанных на широкого потребителя, предусматривается, как правило, воздушная атмосфера в рабочем пространстве. Для загрузки и выгрузки камерных печей потребитель, как правило, использует универсальные типовые погрузочные средства типа тележек с подъемниками и т.п. Небольшие печи загружаются вручную.

К деталям, обрабатываемым в условиях данных производств, предъявляются высокие требования по качеству термообработки и воспроизводимости свойств, для чего в печах необходимы высокие стабильность и точность режимов, равномерность распределения их параметров в печном пространстве.

Основные конструктивные решения общих для всех камерных электропечей узлов теплоизоляции (футеровки), нагревателей, дверцы, системы регулирования температуры определяются главным образом уровнем номинальной температуры печи, а также спецификой, связанной с назначением печи.

### Новые камерные электропечи торговой марки «НИТТИН».

Камерные электропечи на температуру от 900 до 1300°С составляют не менее 80% парка всех камерных электропечей. В этом диапазоне температур преобладают электропечи широкого назначения на номинальные температуры 1000-1200°С. Они используются в основном для термообработки во вспомогательном производстве – в ремонтных и инструментальных цехах и участках предприятий, в механических мастерских, нередко и в основном производстве при небольшом плане выпуска; иногда печи этого уровня температуры применяются для низкотемпературных процессов, напри-



Рисунок 1. СНО-2.4.2/11-И2-НИТТИН (модель образца 2012 г.)

мер, отпуска, старения.

В этих печах применяются широко распространенные футеровочные материалы. Практическим преимуществом в эксплуатации их по сравнению с более высокотемпературными печами является применение нагревателей из сплавов сопротивления, сравнительно легко ремонтируемых и заменяемых. На основе этих нагревателей могут быть созданы типоразмеры крупных печей; простота крепления позволяет размещать нагреватели на всех стенках, обеспечивая равномерность температуры в печи; при металлических нагревателях сравнительно несложно решаются системы регулирования мощности и температуры.

Перечень камерных электропечей торговой марки «НИТТИН», которые выпускаются серийно, приведен в таблице. Это ряд типоразмеров камерных электропечей с размерами рабочего пространства от 200x400x200 до 1100x2200x700 мм, номинальной температурой от 900 до 1300°C, мощностью от 14 до 135 кВт.

В камерных печах с небольшими размерами рабочего пространства (рис. 1. СНО-2.4.2/11-И2-НИТТИН) дверца открывается вручную.

Новая камерная электропечь СНО-2.4.2/11-И2-НИТТИН с малой емкостью рабочего пространства и воздушной (окислительной) средой предназначена для проведения различных термических процессов в машиностроении. Электропечь рекомендуется к использованию как общепромышленная (для машиностроительных производств) и как лабораторная (для ЦЗЛ, вузов и НИИ). Ее применение экономически эффективно при замене крупных электропечей периодического действия старого образца (конструкторские разработки в бывшем СССР), оставшихся в наследство малотоннажным термическим производствам, при термообработке мелких деталей. Печь рассчитана на относительно короткие циклы работы. Она адап-



Рисунок 2. СНО-10.18.5-И1-НИТТИН (модель образца 2013 г.)

тирована для непродолжительных режимов работы при номинальной температуре (1100°C). В этой электропечи применяется относительно тонкая футеровка из современных волокнистых огнеупорных и теплоизоляционных материалов. Электропечь малоинерционна и достаточно быстро выходит на номинальную температуру. В новой электропечи заметно уменьшено аккумулярование тепла в футеровке.

Печь поставляется в двух исполнениях. Первое исполнение – настольное (показано на рис. 1). Второе исполнение – напольное. В этом случае печь устанавливается на тумбу, внутри которой имеется полочка для размещения инструментов термиста. Оба исполнения электропечи состоят из нагревательной камеры и системы управления. Основными составными частями электропечи являются: кожух, заслонка, легковесная футеровка, нагреватели, шкафчик электропитания и управления. Кожух печи сварен из листового и профильного проката. Он окрашен термостойкой краской. Привод механизма открытия заслонки – ручной. Открывание дверцы осуществляется вручную отводом в сторону (вправо). Футеровка печи – многослойная. В ней использованы современные малотеплоемкие огнеупорные и теплоизоляционные материалы с высокими теплоизолирующими свойствами. Заслонка теплоизолирована теми же материалами, что и камера нагрева электропечи. Нагреватели – из сплава высокого омического сопротивления. Система управления электропечью вынесена в отдельный блок, который крепится на левой боковой стенке камеры. Для регулирования температуры, скоростей нагрева и охлаждения используется микропроцессорный программируемый ПИД-регулятор. В качестве силового управляющего элемента применен тиристорный блок. В качестве датчика температуры используется термоэлектрический преобразователь.



Рисунок 3. СНО-3.6.2,5-И2-НИТТИН (модель образца 2013 г.)

В крупных типоразмерах предусмотрен электромеханический привод (рис. 2).

Выпускаемые типоразмеры камерных электропечей широкого назначения на номинальную температуру 1300°C обычно снабжаются карбидокремневыми стержневыми нагревателями, установленными вертикально вдоль боковых стенок камеры. Это печи с размерами рабочего пространства **300\*400\*250**, **300\*600\*250** и **400\*800\*250** мм, мощностью 30, 40 и 50 кВт. Ряд типоразмеров печей такого же типа конструкции поставлялись в СССР предприятием LEW (ГДР). Камерные электропечи торговой марки «НИТТИН» этого типоразмерного ряда на номинальную температуру 1300°C выпускаются с нагревателями из сплава высокого омического сопротивления.

Специализированная камерная электропечь сопротивления модели СНО-8.16.4/8-И1-НИТТИН с предельно низким расходом электроэнергии за счет применения волокнистых огнеупорных и теплоизоляционных футеровочных материалов, высокой точностью поддержания температуры, с возможностью реализации ступенчатого процесса нагрева в автоматическом режиме. Электропечь предназначена для термообработки деталей из титановых сплавов при температурах до 800°C. Заслонка электропечи имеет пневматический привод с ножным управлением.