

## ВАКУУМНЫЕ ЭЛЕКТРОПЕЧИ «НИТТИН» ДЛЯ ЗАКАЛКИ В МАСЛО

Вакуумные элеваторные электропечи НПП «НИТТИН» предназначены для автоматической закалки и последующего немедленного отпуска изделий за один технологический цикл без разгерметизации, кроме того, они сразу обезжириваются от остатков закалочного масла. И самое главное: термообработка в этих электропечах — финишная операция — припуски убирать не требуется.

**В** технологии термической обработки среднелегированных сталей при закалке в открытых ваннах (закалочных машинах) наиболее популярной закалочной средой являются минеральные масла. На сегодняшний день их используют на большинстве отечественных промышленных предприятий.

Однако применение минеральных масел в процессах закалки связано с выделением в атмосферу производственного по-

мещения большого количества опасных веществ, которые приводят к возникновению целого ряда проблем:

1) огнеопасность — может воспламениться само масло и его пары. Это делает весь процесс закалки в масло в открытых закалочных баках крайне опасным и требует серьезных мер пожарной безопасности на производстве;

2) задымленность и загазованность рабочих мест;

3) неудовлетворительные санитарно-гигиенические условия труда рабочих термических цехов и участков;

4) необходимость дорогостоящих промывки и очистки деталей от остатков масла, а также утилизация отработанных растворителей;

5) необходимость установки дорогостоящих вентиляционных систем;

6) вентиляционный выброс в атмосферу, загрязняющий окружающую среду.



### Автор статьи

**П.В. Антонович,**  
директор ООО «НПП «НИТТИН»,  
(г. Белгород, Россия)



## Annotation

Brief description is given concerning peculiarities of new technological heat treatment process in vacuum elevator electric furnaces types СЭВФ-3.3/11,5-ИЗМ6-НИТТИН СЭВФ-5.5/11,5-ИЗМ6-НИТТИН, СЭВФ-3.3/11,5-ИЗМф-НИТТИН and СЭВФ-5.5/11,5-ИЗМф-НИТТИН. These types electric furnaces automatically provide quenching and the following immediate tempering products in the working space during single technological cycle avoiding atmosphere exposing. In addition parts degrease from residual quenching oil in vacuum. The necessity of washing machines is absent. The most main feature – heat treatment in these furnaces is a final operation. After that there is not necessity of margin remove.

В процессе закалки с использованием минеральных масел в качестве закалочной среды в атмосферу производственных помещений выделяются масляные аэрозоли высоких концентраций (50–58 мг/м<sup>3</sup>) при допустимой — 5 мг/м<sup>3</sup>. Частицы масляного аэрозоля глубоко проникают в дыхательные пути, нарушая функции легких. При концентрациях аэрозоля 3 мг/м<sup>3</sup> снижается иммунобиологическая реактивность организма, что сопровождается особенно часто простудными заболеваниями, оказывает токсическое воздействие на функциональное состояние сердечно-сосудистой системы. Длительный контакт с промышленными маслами может привести к различным заболеваниям кожи.

Эти проблемы пытаются решать разными способами, но самым эффективным, безальтернативным и комплексным решением является использование вакуумных электропечей с закалкой в масло. Впервые такое решение было предложено более 50 лет назад. За прошедшее время многие зарубежные компании освоили производство таких вакуумных электропечей. Од-

нако на сегодняшний день во всем мире в одной вакуумной электропечи проводилась только одна термическая операция — закалка в масло. После этого детали вынимались из электропечи, отмывались от остатков закалочного масла, подвергались отпуску в другой печи, а затем с них удалялись припуски на толщину оксидного слоя, образовавшегося во время отпуска. Моечный раствор требовалось утилизировать. Хотя задача большей частью была решена, но неудовлетворенность осталась. Поэтому ООО «НПП «НИТТИН» приступил к разработке и производству вакуумных электропечей с закалкой в масло нового поколения, в которых проводился бы весь цикл термообработки (закалка с перемещением садки за время не более 8 секунд, вакуумное обезжиривание, отпуск).

Целью данной работы являлась разработка нового технологического процесса вакуумной закалки в масло, в котором термическая обработка являлась бы финишной операцией и проводилась в одном технологическом цикле, а также разработка соответствующего вакуумно-термического оборудования.

Краткое описание особенностей проведения нового технологического процесса термической обработки в вакуумных элеваторных электропечах моделей СЭВФ-3.3/11,5-ИЗМ6-НИТТИН и СЭВФ-5.5/11,5-ИЗМ6-НИТТИН, а также СЭВФ-3.3/11,5-ИЗМф-НИТТИН и СЭВФ-5.5/11,5-ИЗМф-НИТТИН.

В разработанных электропечах торговой марки «НИТТИН» решается целый ряд проблем, не решенных в существующих аналогах и прототипах, производимых зарубежными компаниями.

Учитывая, что промежуток времени между закалкой и отпуском стальных изделий ограничен (во избежание закалочного

растрескивания), необходимо процессы закалки в масло и отпуска объединять в одной печи для обеспечения высокого качества. Для стальных деталей, которые необходимо закалять в масле, лучше всего использовать вакуумные электропечи торговой марки «НИТТИН». Одно из ключевых преимуществ вакуумных электропечей торговой марки «НИТТИН» — проведение закалки в масло и «немедленного отпуска» в одном цикле без разгерметизации вакуумной электропечи, что отсутствует у зарубежных аналогов и прототипов.

При таком способе термообработки в элеваторной электропечи садка вначале нагревается в вакууме до температуры закалки. После изотермической выдержки при заданной температуре садка погружается в закалочную среду, потом — в зону загрузки садки. Выдержка садки после закалки должна обеспечить стекание остатков закалочной жидкости и понизить температуру нагревательного модуля до заданной температуры, в течение времени, исключая закалочное растрескивание. После этого садка поднимается обратно в нагревательный модуль, где проходит процедуру обезжиривания (обезмасливания) от пленки закалочного масла. Нагревается и выдерживается при заданной температуре отпуска. Охлаждение садки после отпуска можно производить в закалочной среде или в вакууме.

Очередное преимущество обусловлено малым временем транспортировки садки из горячей зоны в зону закалки. В рассматриваемом типе печей время транспортировки садки — менее 8 секунд. Это важно для исключения «подстуживания» садки в процессе ее транспортировки. Время транспортировки садки существенно ниже, чем у зарубежных аналогов и прототипов

#### ← Вакуумная элеваторная электропечь СЭВФ-5.5/11,5-ИЗМ6-НИТТИН

Буквенно-цифровая маркировка:

С — нагрев сопротивлением;

Э — элеваторная;

В — среда в рабочем пространстве (вакуум);

Ф — футеровка керамическая;

5 — диаметр рабочего пространства, дм;

5 — высота рабочего пространства, дм;

11,5 — номинальная температура, сотни °С;

И — исполнение;

3М — охлаждение садки в вакуумном масле;

6 — вакуумная система с бустерным насосом.

(до 40 секунд). Для осуществления нового технологического процесса ООО «НПП «НИТТИН» предлагает вакуумные элеваторные электропечи моделей СЭВФ-3.3/11,5-ИЗМБ-НИТТИН и СЭВФ-5.5/11,5-ИЗМБ-НИТТИН, а также СЭВФ-3.3/11,5-ИЗМф-НИТТИН и СЭВФ-5.5/11,5-ИЗМф-НИТТИН. В качестве примера рассмотрим описание вакуумной электропечи модели СЭВФ-5.5/11,5-ИЗМБ-НИТТИН, так как электропечи других моделей — полные аналоги, отличающиеся друг от друга размерами рабочего пространства и применяемыми откачными вакуумными системами.

**■ Краткое описание конструкции вакуумной элеваторной электропечи на примере модели СЭВФ-5.5/11,5-ИЗМБ-НИТТИН**

Исполнение электропечи — элеваторное. Тип садки — составной. Направление загрузки — горизонтальное. Способ загрузки — вилочным погрузчиком (входит в комплект поставки). Максимальные габариты изделий: диаметр 500 мм, высота 500 мм. Форма изделий — любая. Максимальная единовременная масса загружаемых изделий на термообработку за один цикл — не более 200 кг. Работа электропечи, включая проведение термических процессов и управление вакуумной системой, осуществляется по программе с помощью микропроцессорной системы автоматического управления. Электропечь выпускается полностью автоматизированной по регулированию нагревом и охлаждением, а также управлением элементами вакуумной системы.

Трехмерное изображение электропечи приведено на рисунке. Полностью собранная электропечь устанавливается на нулевой отметке фундамента цеха. Она состоит из вертикальной вакуумной камеры и эстакады, которая с трех сторон окружает вакуумную камеру. Под эстакадой размещены вакуумная система и система водяного охлаждения, шкаф электропитания и управления, а также печной трансформатор. Кроме того, эстакада выполняет функции площадки обслуживания тоководов и верхней термопары.

Вакуумная камера представляет собой двухстеночный водоохлаждаемый сосуд колонного типа из листовой конструкционной стали. В камере имеется три зоны: верхняя, средняя и нижняя. В верхней зоне вакуумной камеры смонтирован цельнокерамический нагревательный модуль. Мощность нагревательных элементов модуля — 130 кВт. В средней (загрузочной) зоне находится загрузочный люк. В нижней зоне (закалочном баке) происходит охлаждение садки в закалочной среде.

Работа электропечи происходит по следящей схеме. Загрузка — выгрузка выполняется оперативным персоналом. Садку помещают на под электропечи через загрузочный люк вручную или с помощью вилочного погрузчика, и устанавливают на стол механизма перемещения садки. Загрузочный люк камеры герметично закрывается водоохлаждаемой крышкой с вакуумным уплотнением. Механизм перемещения устанавливает садку в рабочем пространстве нагревательного модуля.

После окончания процесса нагрева садка перемещается в нижнюю зону охлаждения (закалки). При этом нагревательный модуль отсекается от зоны охлаждения футерованными шторками.

В состав электрооборудования электропечи входят: печной трансформатор; система силового электропитания; монтаж электрический; шкаф электропитания и управления. Печной трансформатор обеспечивает понижение питающего напряжения нагревателей до требуемого. Силовая система регулирует бесконтактное электропитание нагревателей. Монтаж электрический подключает нагреватели к системе электропитания.

Шкаф электропитания и управления обеспечивает автоматическое управление и контроль работы электропечи на базе промышленного микропроцессорного регулятора температуры, имеющего интерфейс связи с компьютером, а также ручной (наладочный) режим управления.

Вакуумная система электропечи предназначена для откачки вакуумной камеры до остаточного давления 0,133 Па. Она состоит из 2-х линий: форвакуумной и бустерной. Форвакуумная линия обеспечивает остаточное давление 1,33 Па. Бустерная линия обеспечивает откачку из камеры электропечи

до остаточного давления не выше 0,133 Па.

Однопроходная система водяного охлаждения электропечи состоит из стойки водоохлаждения, напорных и сливных шлангов, соединяющих конструктивные элементы электропечи со стойкой водоохлаждения.

**■ Технические и функциональные характеристики**

Основные параметры и размеры электропечи приведены в таблице.

**■ Общий вывод**

Таким образом, вакуумные элеваторные электропечи моделей СЭВФ-3.3/11,5-ИЗМБ-НИТТИН и СЭВФ-5.5/11,5-ИЗМБ-НИТТИН, а также СЭВФ-3.3/11,5-ИЗМф-НИТТИН и СЭВФ-5.5/11,5-ИЗМф-НИТТИН являются промышленным оборудованием нового поколения с техническими характеристиками, превосходящими зарубежные и отечественные аналоги и прототипы. В них отсутствует выброс опасных веществ в окружающую среду при закалке в масле, которое характерно для закалки в открытых ваннах. Электропечи автоматически производят закалку и последующий немедленный отпуск изделий в рабочем пространстве без их разгерметизации в одном технологическом цикле. Также детали обезжириваются от остатков закалочного масла в рабочем пространстве вакуумных электропечей. Отсутствует необходимость в моечных машинах. Самое главное: термообработка в этих электропечах — финишная операция. Не нужно убирать припуски. Деталь после обработки резанием сразу же идет в эти электропечи на термообработку и выходит оттуда чистая, со светлой поверхностью, сухая, готовая для последующей сборки узлов. ☞

Таблица

Наименование параметра	Норма параметра	
	номинальная	Допустимая
Максимальная температура, °С	1150	1200
Предельное остаточное давление (после дегазации), Па (мм. рт. ст.), не более	0,133 (1·10 <sup>-3</sup> )	
Габариты рабочей камеры, мм, диаметр × высота	500 × 500	
Объем масляной ванны, м <sup>3</sup>	2,4	
Габаритные размеры электропечи, мм, ширина × длина × высота	3920 × 6190 × 5010	
Установленная мощность, кВт, не более	130	
в т. ч. нагревателей камеры, не более	110	
Неравномерность температуры в рабочем пространстве в установленном режиме в пределах температур 500–1150 °С, не более	±5	
Количество независимых зон нагрева	1	
Масса садки, кг, не более	–	200
Масса электропечи, кг, не более	10 700	
Расход охлаждающей воды, м <sup>3</sup> /ч, не более	2,5...8,0	
Время вакуумирования, мин, не более		45