

**ВЫБОР ПАРАМЕТРОВ ПЕЧИ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА ВАКУУМНОЙ ЗАКАЛКИ В МАСЛО***140 ремонтный завод, г. Минск**Научный руководитель: канд. техн. наук, доцент Комаровская В. М.*

Основным преимуществом вакуумной закалки является точный контроль параметров охлаждения. При осуществлении вакуумной закалки в масло регулируются не только стандартные параметры процесса (температура, скорость перемешивания масла), но также есть возможность изменения давления над закалочным баком.

Наиболее высокая скорость охлаждения присуща фазе кипения, поэтому регулирование давления масла приведет к изменению скорости его испарения. Снижение давления активизирует процесс испарения, увеличивая эффективность охлаждения закалочной жидкости и улучшая производительность. Однако, обширное испарение газа может привести к образованию неоднородной паровой рубашки, что потенциально может привести к короблению [2].

Увеличение давления замедляет процесс испарения. Паровая рубашка равномерно обволакивает деталь. Процесс закалки проходит более равномерно, вероятность возникновения коробления снижается.

Благодаря высокой эффективности вакуумная закалка в масло гарантирует качество и безопасность обработки даже для деталей большого сечения и малой прокаливаемости, в отличие от газовой закалки в вакууме.

Точное управление условиями закалки позволяет получить схожие, а в некоторых случаях даже лучшие, показатели деформации деталей при гораздо более плотной загрузке садок, чем при газовой закалке.

Также преимуществом метода является низкая стоимость обслуживания и расходных материалов.

Обработка в вакууме защищает не только садку от воздействия кислорода, но и закалочное масло от окисления. В отличие от обычной закалки в масло и закалки в масло в защитной атмосфере, в процессе вакуумной закалки в масло не происходит сгорания масла.

Характеристики масла, в процессе эксплуатации остаются практически неизменными, что способствует стабильной воспроизводимости материала.

Масляный пар, образующийся во время закалки, конденсируется как на внутренних стенках печи, так и на специально предназначенном для этих целей водоохлаждаемом теплообменнике. Таким образом осуществляется замкнутый цикл циркулирования масла. Потери масла могут происходить только при извлечении садки.

Для очистки масла от примесей нет необходимости в постоянной фильтрации, что исключает риск засорения и расхода масла в фильтрах.

После любого процесса закалки в масло, необходимо удалять образовавшуюся пленку. Однако, детали после вакуумной закалки в масло визуально практически не отличаются от деталей закаленных в газе [2]. Как правило, после обработки не требуется специальных моющих растворов и оборудования.

Низкая инерция камеры нагрева позволяет выключать печь, когда она не используется. Немаловажным преимуществом метода является значительная экономия электроэнергии в нерабочие дни, без потери производительности при перезагрузке.

В последние годы область применения вакуумных печей для закалки в масло существенно расширилась, поэтому для правильного выбора закалочной жидкости необходимо проведение более тщательного анализа.

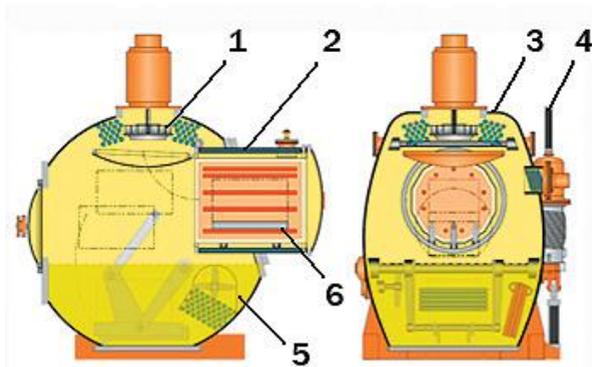


Рисунок 1 – Принципиальная схема вакуумной печи:

1 – вентилятор; 2 – система загрузки/разгрузки; 3 – водоохлаждаемый корпус; 4 – вакуумные насосы; 5 – закалочный бак с вентилятором, нагревательным элементом и теплообменником 6 – графитовые нагреватели

Для выбора технологии следует проанализировать следующие факторы [1]:

- объем и вес садки – главные факторы определяющие параметры обработки. От формы и размера садки зависит внутренний объем печи, а, следовательно, и производственная программа. В зависимости от того какое количество камер в печи (одна или две), время цикла может изменяться и влиять на производительность;

- требуемый уровень вакуума: уровень вакуума, получаемого при помощи форвакуумного насоса, как правило, достаточно для осуществления закалки низколегированных сталей. Некоторые виды закалки требуют получения большего вакуума. В этих случаях двухкамерные печи оснащают диффузионными насосами;

- гибкость охлаждения: печи для вакуумной закалки в масло позволяют регулировать скорость охлаждения. В завершающей фазе закалки садка может быть подвергнута при-

нудительному охлаждению в атмосфере инертного газа. Для выполнения цементации/отжига, печь может быть оснащена камерой газового охлаждения под высоким давлением;

– требуемая загрузка термопар: в некоторых случаях, могут быть применены пирометры, например, в печах для аэрокосмической промышленности. Сложность применяемых систем и малый срок службы охлаждаемых маслом термопар сводят их применение к минимуму;

– время транспортировки: транспортировка за 20-40 секунд может быть обеспечена практически во всех современных печах. Необходимость транспортировки садки менее чем за 15-20 секунд ограничивает количество печей, в которых может быть осуществлена закалка;

– потребность в специальном помещении: для некоторых печей может потребоваться установочный котлован. В некоторых случаях установочный котлован может быть заменен гибкими ячейками, например, таким решением как «мезанин».

Вакуумная закалка является перспективной технологией, которая сочетает в себе преимущества безопасности вакуумных печей с качеством осуществляемой обработки для чистого и эффективного производства.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Вакуумная техника: справочник / Е. С. Фролов [и др.]. – М.: Машиностроение, 1992. – 360 с.

2. Металлообработка и станкостроение [Электронный ресурс]: мир станкостроения и технологий – промышленный журнал для профессионалов и руководителей. Режим доступа – <http://www.metstank.ru>. – Дата доступа: 02.04.2018.