

**Качественный анализ процессов вакуумной цементации стальных деталей**

Студент гр. 10401115 Иванов А.И.

Научный руководитель Вейник В.А.

Белорусский национальный технический университет  
г. Минск

Обработка сталей в вакууме или контролируемой среде, требующей применения вакуумного оборудования, является одним из перспективных направлений совершенствования существующих литейных и металлургических процессов. Общим недостатком, сдерживающим применение вакуумной техники в литейном, металлургическом производствах и в технологии термической (химико-термической) обработки сталей, является относительно высокая стоимость оборудования и отсутствие понимания потребителем особенностей протекания физических процессов на поверхности обрабатываемых изделий в вакууме.

Цель данной работы – рассмотреть особенности цементации стальных изделий в вакууме и выявить основные достоинства данного метода.

Подготовка процесса цементации начинается с вакуумирования деталей в холодной камере до давлений от 100...500 Па до  $2 \times 10^3$  Па. При этом, для уменьшения парциального давления в среде остаточного газа таких нежелательных химически активных элементов как кислород, вакуумную камеру продувают или азотом или инертным газом – аргоном. Уменьшение парциального давления кислорода приводит к тому, что нагрев в такой атмосфере протекает без окисления поверхности стальных изделий. Дополнительный нагрев деталей и выдержка при температуре 300...400 °С, способствует дополнительной дегазации поверхности стали. Процесс цементации проводят в среде углеродородного газа под давлением (активная фаза обогащения поверхностного слоя). В качестве науглероживающей среды используют ацетилен ( $C_2H_2$ ) или смесь пропана ( $C_3H_8$ ) и этилена ( $C_2H_4$ ). На следующем этапе происходит диффузионное внедрение углерода. Процесс повторяют до тех пор, пока не получится требуемая глубина (как правило, за три стадии). Охлаждение до температуры окружающей среды происходит в печи под действием инертных газов под разным давлением.

К достоинствам метода вакуумной цементации относят: существенное уменьшение времени процесса при увеличении глубины цементированного слоя по сравнению с другими методами цементации, благодаря проведению цементации при температурах до 1100 °С; отсутствие выпадения сажи на деталях и стенках печи; более низкие коробления после цементации за счет отсутствия теплового удара при разогреве; возможность автоматизации и компьютерного регулирования процесса.

Вакуумная цементация требует высокой производственной культуры, так как наличие лишних примесей в рабочей зоне недопустимо. Эти примеси могут появиться из воздуха, который конденсируется на рабочих стенках печи между процессами цементации. Или наоборот, некоторые газы, используемые при процессе, имеют больший вес по сравнению с воздухом, поэтому они могут осаждаться в нижних частях рабочей камеры. Для устранения таких рисков используют специальные чистящие устройства: щетки, пылесосы, системы продувки рабочей зоны.

Вакуумная цементация нашла широкое применение при обработке изделий с повышенными требованиями по отклонению от геометрической формы. Например, шестерни коробок передач, валы, а также для упрочнения компонентов для систем впрыска топлива под давлением для двигателей внутреннего сгорания, вкладыши и кольца для подшипников скольжения и качения.