

## **Применения вакуумного оборудования при химико-термической обработке деталей**

Студент гр. 104514 Дудинский В.М.

Научный руководитель – Щербаков Э.Д.

Белорусский национальный технический университет  
г. Минск

В современном мире в условиях дороговизны материалов и топливно-энергетических ресурсов добиться повышения работоспособности и надежности деталей и узлов без внедрения на производстве прогрессивных технологий термической и химико-термической обработки практически невозможно. Новое оборудование, используемое в данной области, должно отвечать требованиям международных стандартов, быть максимально автоматизированным и экологически безопасным.

В данной работе предлагается рассмотреть возможность использования производственной линии фирмы «IPSEN INTERNATIONAL GMBH» для вакуумной химико-термической обработки (цементации, нитроцементации) деталей.

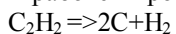
Существенными достоинствами вакуумной технологии является сокращение продолжительности процессов насыщения, снижение потребления ТЭР (вакуумные печи «IPSEN» - 1130 кВт, камерные печи «IPSEN» - 1804 кВт, вакуумные печи «В.М.И» - 1540 кВт) и отсутствие внутреннего межкристаллического окисления (за счет отсутствия в атмосфере кислородосодержащих компонентов).

На основании справочных данных энергоемкость снижается за счет действия ряда факторов: сокращение длительности цикла на 50-70 %, исключение затрат природного газа и электроэнергии на подготовительные операции - нагрев и вывод печей на рабочий режим, снижение расхода карбюратора на насыщение, исключение затрат на приготовление эндогаза.

Рассматриваемый процесс представляет собой предварительную мойку деталей, нагрев в проходной атмосферной печи до 450 °С (позволяет обеспечить выгорание остатков масла и экономию времени обработки в вакуумных печах), загрузку модулем в вакуумные печи.

Нагрев осуществляется либо в вакууме (радиационный обмен), либо в азоте (конвекция). Цементация происходит при температуре 930-1050 °С, при низком давлении (менее 100 миллибар = 10 000 Па = 10 кПа), в течении 5-9 часов (в зависимости от требуемой толщины слоя). Толщина слоя определяется общим временем цикла. Количество необходимого газа регулируется в зависимости от массы, суммарной площади насыщения и соотношением продолжительности насыщения и диффузию. Основным карбюризатором является ацетилен (возможен этилен). Применение ацетилена при низком давлении позволяет избежать большой неравномерности насыщения углеродом поверхностей обрабатываемых деталей, и обильного сажеобразования, по сравнению с насыщением в природном газе. В отличие от газовой цементации, когда подвод углевода к поверхности деталей осуществляется благодаря химическим реакциям компонентов атмосферы (СО, СО<sub>2</sub>, Н<sub>2</sub>О, Н<sub>2</sub>, С<sub>2</sub>Н<sub>2</sub>) при вакуумной цементации происходит непосредственная адсорбция сталию углерода, который откладывается на очищенной поверхности металла в результате разложения ацетилена.

В рабочем пространстве печи происходит диссоциация ацетилена:



При вакуумном насыщении на рассматриваемом оборудовании используется метод чередования коротких циклов насыщения и диффузии. Последовательное осуществление вакуумирования и подачи газа позволяет удалять из глухих отверстий воздух и отработанную науглероживающую среду и обеспечить поступление свежих порций газа во внутренние полости детали.

При осуществлении нитроцементации в рабочее пространство дополнительно подают аммиак.

После цементации детали вакуумным модулем перегружаются в закалочный модуль, где при давлении 20 бар (2 000 000 Па = 2 МПа) проходит закалка в гелии.

Линия оборудована установкой многократного использования гелия, что позволяет сделать применение гелия более экономически выгодным, чем азот. На один цикл потери гелия составляют 5 % от поданного количества на закалку.

Закалка в газе по сравнению с закалкой в масло обладает следующими преимуществами: отсутствие «паровой рубашки» и управление скоростью мартенситного и перлитного превращений, обеспечивающих снижений деформаций, исключение последующих операций мойки и очистки.

В качестве технологических газов в линии используются водород и азот для продувки форсунок подачи ацетилена, с целью выжигания сажи.

Применение гелия в качестве закалочной среды перед традиционной закалке в азоте обеспечивает большую прокаливаемость и закаливаемость деталей. Глубина слоя и структура на готовых деталях совершенно гомогенны на всех деталях.

Таким образом, выпускаемое фирмой «IPSEN INTERNATIONAL GMBH» оборудование позволяет получать высококачественную продукцию, исключив из производственного цикла более энергозатратные и экологически небезопасные соляные ванны и другое морально устаревшее оборудование для химико-термической обработки.