

УСТАНОВКА ДЛЯ ЗАКАЛКИ КРУПНОГАБАРИТНЫХ ШТАМПОВ ВОДОВОЗДУШНОЙ СМЕСЬЮ

*Канд. техн. наук ГЛАЗКОВ Л. А., докт. техн. наук ЖЕЛУДКЕВИЧ М. С.,
инженеры ЖИЛЯНИН Д. Л., ТАБУЛИН А. А., ТАРБАЕВ В. В.*

*Белорусский национальный технический университет,
Институт тепло- и массообмена имени А. В. Лыкова НАН Беларуси*

Создание установки для закалки крупногабаритных штампов с помощью водовоздушной смеси являлось частью выполнения работы по внедрению ресурсосберегающего технологического процесса закалки, исключающего применение минеральных масел в качестве закалочной среды. При разработке нового технологического процесса закалки крупногабаритных штампов с помощью водовоздушной смеси за основу был взят существующий на предприятии технологический процесс: закалка в минеральном масле – отпуск – отпуск хвостовика. Разработанный технологический процесс состоит из следующих операций: нагрев, закалка и выравнивание (осреднение) температуры. Нагрев полностью идентичен существующему технологическому процессу. Закалка осуществляется с помощью водовоздушной смеси. Выравнивание (осреднение) температуры производится в два перехода: после извлечения детали из установки ее помещают в теплоизолирующий кожух-экран или печь, имеющую температуру окружающей среды, и выдерживают в течение 1,5–3,0 ч; далее деталь выдерживается в течение 15–20 ч на спокойном воздухе (бессквозняковом пространстве). Размеры термообрабатываемых штампов: от 300×350×350 до 1500×1000×1000 мм.

Охлаждение в масле крупногабаритных штампов массой 1,0–1,5 т и более не позволяет получить высокие твердость и прокаливаемость [1], а также требует большого расхода масла. Водовоздушная смесь позволяет устранить эти

недостатки, поскольку возможно изменение охлаждающей способности в зависимости от размеров штампа и требуемой толщины закаленного слоя. Для изменения охлаждающей способности обычно регулируют степень увлажнения (расход воды), возможно изменение давления воздуха или расстояния охлаждаемой поверхности от распылителя. Согласно [2] штампы охлаждают смесью до потемнения поверхности (400–500 °С), а затем только сжатым воздухом до 300 °С и после этого сразу нагревают для отпуска.

По сравнению с традиционным технологическим процессом удаление операций отпуска штампа и отпуска хвостовика штампа позволяет уменьшить время проведения технологического процесса практически вдвое. Это позволяет сэкономить на каждом штампе массой 1,5 т 290 м³ природного газа. Еще одним положительным эффектом является отсутствие расхода минерального масла в процессе закалки (экономия сырой нефти составляет 0,25 т на одну закалку штампа массой 1,5 т). Дополнительный экономический эффект – практически полная пожаробезопасность технологического процесса с использованием водовоздушной смеси. Необходимо отметить, что проделанная работа направлена в основном на модернизацию процесса закалки штамповых сталей марок 5ХНМ и 5ХНВ, не являющихся оптимальными для технологических операций, но широко применяемых в различных областях производства Республики Беларусь.

Проведенные исследования микроструктуры, твердости и глубины прокаливаемого слоя в образцах из штамповой стали позволили уточнить параметры процесса охлаждения деталей из штамповых сталей в водовоздушной смеси и подобрать требуемые значения по расходу смеси, направлению и продолжительности воздействия водовоздушной смеси на деталь. Осуществляемая закалка в водовоздушной смеси по твердости (HRC-40–41) и структуре (тросто-сорбит) аналогична закалке этих марок сталей в индустриальном масле И-20А.

Для дальнейших исследований была разработана техническая документация на оборудование для закалки штамповых вставок, использующее водовоздушную смесь. По данной документации была изготовлена и экспериментальная установка-модель для термической обработки штамповых вставок (детали из сталей 5ХНМ, 5ХНВ). Установка позволяет производить объемную закалку в водовоздушной смеси при различных параметрах времени закалки и состава смеси. За счет варьирования в процессе охлаждения количества и направления струй водовоздушной смеси можно достигнуть регулируемого процесса охлаждения, при этом легко получается требуемая скорость охлаждения в требуемый момент времени. На установке были проведены исследования процесса закалки при различных параметрах рабочей среды для оптимизации технологического процесса и экспериментального установления расчетных коэффициентов математического моделирования процесса охлаждения штампа.

При помощи экспериментальной установки-модели была изготовлена опытная партия штамповых вставок. Все режимы термообработки соответствовали требованиям технологической карты, состав водовоздушной смеси и временные параметры охлаждения были рассчитаны с целью максимального приближения скорости охлаждения штамповой вставки на установке к традиционному способу закалки в масле. Опытная партия вместе с термообработанными традиционным способом (закалка в масле) штамповыми вставками была отправлена в кузнечный цех Минского тракторного завода. Эксплуатация прошла успешно: все вставки отработали нормативный срок службы.

В основу проектируемого технологического процесса был положен способ закалки штампа по одной (рабочей) плоскости. Применение направленной закалки водовоздушной смесью позволяет охлаждать различные поверхности (стороны) деталей с различной скоростью и отказаться от некоторых операций – отпуска хвостовика и, во многих случаях, отпуска штампа в целом. Поскольку крупногабаритные молотовые штампы обладают большой массой и, следовательно, теплоемкостью, возможно импульсное охлаждение детали – водовоздушная смесь подается периодически. При этом поверхностный слой детали охлаждается с требуемой скоростью до температуры конца закалки, затем за счет внутренней теплоты происходит самоотпуск. По сравнению с вариантом объемной водовоздушной закалки данный принцип позволяет исключить отпуск штампа, а также уменьшить время процесса закалки и размеры установки.

Оборудованием, необходимым для реализации технологического процесса, явилась установка для закалки крупногабаритных штампов водовоздушной смесью. Основные технические данные: количество одновременно закаливаемых штампов – 2; параметры штампа: длина – от 300 до 1500 мм, ширина – от 350 до 1000 мм, высота – от 350 до 1000 мм; время закалки (в зависимости от размера штампа) – 0,1–4,0 ч; электропитание – 380/220 В; давление сжатого воздуха – от 0,4 до 0,7 МПа; давление воды – от 0,3 до 0,4 МПа; потребляемая пиковая электрическая мощность – 3,5 кВт; габариты установки – 6000×2500×2300 мм.

Установка представляет собой полуавтоматическое устройство, в котором закаливаемый штамп, нагретый до температуры закалки, охлаждается водовоздушной смесью по индивидуальной (зависящей от размеров и материала штампа) программе, регулируемой микропроцессором. До начала загрузки с пульта управления производится ручной контрольный запуск и проверка работоспособности установки, а также загрузка в память микропроцессора требуемой программы.

Закаливаемый штамп ставится на тележку и механизмом привода (в ручном режиме управления) подается в камеру закалки. С пульт

та управления включается программа на выполнение. Количество воды, воздуха и время заковки контролируются и задаются микропроцессорной системой управления по заданной программе автоматически. Схема реализации процесса управляемого теплообмена приведена на рис. 1.



Рис. 1. Схема реализации процесса управляемого теплообмена

Конструкция установки обеспечивает периодический принцип действия: в зависимости от размера штампа включается определенное количество блоков форсунок (всего установка имеет восемь блоков форсунок).

Системы подачи воды и воздуха предназначены для подачи воды и воздуха к блокам форсунок. Состоят из трубопроводов, расположенных на внешней стороне камеры заковки внизу и вверху, вентилей для ручного регулирования расхода и электромагнитного клапана СВМ для включения/отключения общей подачи воздуха.

В случае аварийного останова процесса или прекращения подачи воды и/или воздуха (из-за отказа оборудования или падения давления в системе) обязательно автоматически производится вывод тележки со штампом из камеры заковки для предотвращения перегрева и выхода из строя установки, кабельных соединений и исполнительных механизмов, расположенных на ней.

Система регулирования скорости охлаждения основана на постоянстве параметров водовоздушной смеси, при этом количество воды и воздуха, подаваемой на объект, определяется длительностью импульсов включения и периодом их следования.

Включение в систему управления микро-ЭВМ позволяет решать задачи, связанные с получением, обработкой и хранением информации. После анализа входных данных (времени) вырабатывается управляющее воздействие, которое изменяет течение процесса.

Основной составной частью автоматизированной системы является ее программное обеспечение

(ПО). Поэтому при создании ПО было предусмотрено диалоговое взаимодействие с программами анализа данных, при которых реализуется эффективная связь пользователя различной квалификации с системой. Структуру пакета прикладных программ можно представить следующим образом: управляющая часть, которая предназначена для организации вычислительных процессов в системе управления ее работой, связи с пользователем и операционной системой; функциональная часть, состоящая из модулей, предназначенных для решения конкретных задач или этапов задач. Программное обеспечение автоматизированной системы состоит из набора функциональных программ.

Установка для заковки штампового инструмента водовоздушной смесью УВВО-8000М смонтирована в термическом отделении Минского завода специального инструмента и технологической оснастки (МЗ СИИТО).

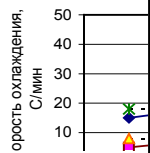
Для работы установки подведены: сжатый воздух (диапазон давлений – 0–0,7 МПа); вода техническая (диапазон давлений – 0–0,4 МПа); электропитание 380/220 В частотой 50 Гц. Также имеются: слив в заводскую канализацию через сливной колодец в цеху; вытяжка водяных паров в вентиляционную систему цеха производительностью $Q = 1000 \text{ м}^3/\text{ч}$.

В процессе выполнения работы произведена поблочная отладка оборудования на стенде. Проверена работа электрооборудования в различных режимах. Испытания электрооборудования проводились после полного монтажа установки и проверки действия остальных систем.

Для испытаний и работы используется штамповая сталь 5ХНМ, применение другого металла должно быть согласовано с разработчиком и при необходимости скорректирована технология и введена новая программа работы установки. Весь комплект программного обеспечения установки рассчитан на сталь марки 5ХНМ.

Время окупаемости разработанного технологического процесса вместе с установкой – 1,5–2,0 года в зависимости от напряженности производственной программы (1000–1500 штампов в год).

ВЫВОДЫ



Таким образом, можно отметить, что применение установки для закалки крупногабаритных штампов водовоздушной смесью позволяет не нарушать общего процесса термической обработки, получать штампы нужной прокаливаемости и стойкости, улучшать экологическую обстановку в термическом цехе.

Конструкторская документация на установку для закалки с помощью водовоздушной смеси, рассчитанную на обработку крупногабаритных молотовых штампов размерами от 300×350×350 до 1500×1000×1000 мм, разработана в НИИЛ гидropневмосистем и нефтепродуктов БНТУ. Внедрение технологического процесса произведено на МЗ СИиТО. Изготовление установки производилось силами МЗ СИиТО.

Полученные в процессе испытаний и эксплуатации результаты свидетельствуют о том, что установка соответствует требованиям, предъявляемым к ней со стороны внедряемого экологически чистого ресурсосберегающего технологического процесса. Все режимы термообработки соответствовали требованиям технологических карт, программы работы установки были составлены исходя из массо-геометрических параметров штампов. После термообработки штампы были приняты ОТК МЗ СИиТО и переданы для дальнейшего применения в технологическом процессе производства.

ЛИТЕРАТУРА

1. **Штампы** для горячего деформирования металлов / под ред. М. А. Тылкина. – М.: Высш. шк., 1977. – 496 с.
2. **Геллер, Ю. А.** Инструментальные стали / Ю. А. Геллер. – М.: Metallurgy, 1975. – 584 с.

Поступила 10.10.2008