

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ РЕМОНТА ТЕПЛОТЕХНИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ

Потапов И.И., Ткаченко С.А.

Научный руководитель – Готовко В.И.

***Федеральное государственное унитарное предприятие
Центральное конструкторское бюро «Геофизика»***

Предлагается инновационная технология эффективного ремонта теплообменной аппаратуры с использованием мобильного технологического комплекса для запрессовки теплообменных трубок в трубные решетки.

Технология механической вальцовки используется при ремонте теплообменных аппаратов для замены трубок. Качество соединений зависит от конструкции теплообменника и условий выполнения работ. Использование специализированного ручного инструмента (например, роликовых вальцовок KRAIS, Польша) для механической вальцовки имеет следующие особенности:

- ухудшается структура металла в зоне соединений вследствие больших механических нагрузок, особенно для материала с малой текучестью;
- снижется герметичность соединений при отверстиях в трубных решетках овальной формы (вследствие механической выработки).

Современные мощные теплообменные аппараты работают в условиях высоких давлений, температур и различных агрессивных средах (судоостроительной, химической промышленности, атомном энергетическом машиностроении). Сборка и ремонт требует инновационных технологических процессов обработки современных высокопрочных термо- и коррозионно стойких материалов. Импульсные методы относятся к одному из перспективных способов обработки материалов давлением, которые могут быть реализованы путем использования энергии взрывчатых веществ, электрогидравлического разряда (ЭГР), мощных магнитно-импульсных разрядов (МИР). Импульсные методы запрессовки характеризуются высокой скоростью протекания процессов, при которых энергия деформирования воздействует в течение малого промежутка времени (например, глубокая вытяжка заготовки с помощью детонирующего взрывчатого вещества). Импульсные методы, основанные на ЭГР [1], получили наибольшее распространение в технологиях запрессовки теплообменных трубок. Эти методы успешно прошли проверку в лабораторных и промышленных условиях и получили реализацию в серийных моделях электрогидроимпульсных прессов для штамповки, в частности, для запрессовки теплообменных трубок в трубные решетки теплообменных аппаратов. Выполнение электрогидроэлектрического разряда в торце заготовки, при котором электрическая энергия импульса переходит в энергию ударной волны рабочей среды (воды) и приводит к механической раздаче [1].

Разработанные Проектно-конструкторским бюро электрогидравлики АН УССР (г. Николаев) промышленные установки («Молния», ТО226, МЭВУ-25 и др.) позволяют выполнять запрессовку в производственных условиях на этапе изготовления теплообменных аппаратов. Применение данной технологии для организации ремонта требует создания мобильного высоковольтного генератора импульсных токов (ГИТ) и технологических приспособлений для работ на объектах заказчика.

Функциональная схема технологического процесса запрессовки теплообменных трубок в трубную решётку с применением одноразовых взрывных электропатронов

приведена на рисунке 1. Схема технологического оборудования состоит из силовой и технологической частей. Силовая часть представлена высоковольтной установкой, содержащей повышающий трансформатор 1, высоковольтный выпрямитель 2, накопитель энергии (батарею импульсных конденсаторов) 3, управляемый разрядник 4, схему запуска разрядника 5. Силовой генератор формирует высоковольтный импульс, который посредством технологической оснастки (контактный 6 и координатный узел) подаётся на электропатрон 11. Электропатрон представляет герметичную емкость для жидкости (воды) 7, внутри которой размещен инициирующий взрывной проводник 9. Электропатрон помещается в теплообменную трубку 8, которая установлена в трубной решётке теплообменного аппарата 10.

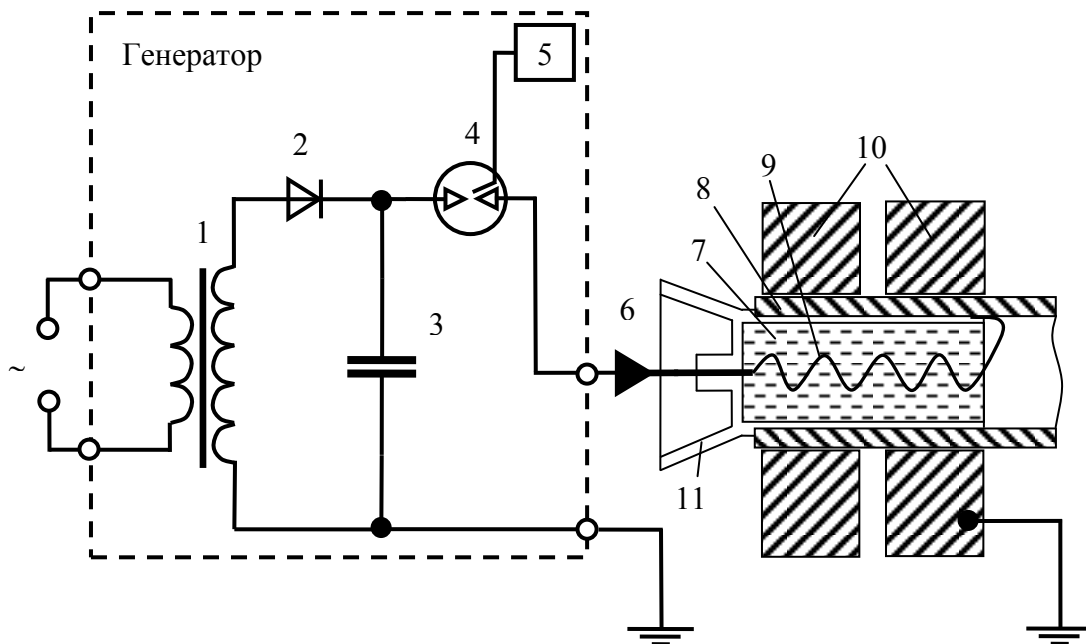


Рис. 1. Функциональная схема технологического процесса запрессовки теплообменных трубок в трубную решётку

Инновационная технология разрабатывалась в интересах проведения капитальных ремонтов конденсаторов паровых турбин на тепловых электростанциях края. При разработке технического задания на генератор учитывались результаты:

- обследования конструкции теплообменного аппарата [2]. Конструктивными особенностями соединения «теплообменная трубка-отверстие трубой решетки» является двойная трубная решетка, с теплообменными трубками диаметром 28 мм и толщиной стенки 1 и 2 мм (ГОСТ484-80). Общее количество соединений «трубка-отверстие» равно 23424;

- анализа технических параметров силовых высоковольтных комплектующих, которые определяют формирование силовых импульсов. В качестве прототипа были использованы разработанные ранее генераторы ГИТ-2, ГИТ-10, ГИТ-М, ВИУ-60. В настоящее время часть комплектующих силовой электроники не выпускается, что требует проведения замены;

- работ по ремонту различных теплообменных аппаратов с диаметром теплообменных трубок 12, 16 мм.

При разработке технических предложений были максимально использованы достижения современной силовой электроники, которые определили основные технические решения, принятые в генераторе ГИТ-20.

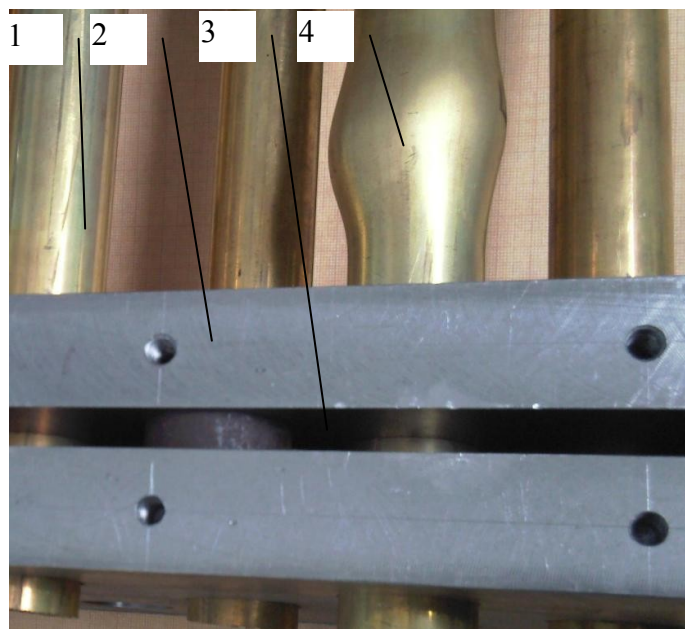
Выполненные работы [2] по запрессовке имитатора конденсатора паровой турбины (рисунок 2) позволили обосновать основные электрические параметры ГИТ-20:

- максимальная энергия в импульсе 20 кДж (при напряжении 20 кВ). При запрессовке теплообменных трубок в имитатор решетки с использованием электропатронов повышенной эффективности минимально необходимая энергия не превышала 12 кДж. Герметичность соединений оценивалась по избыточному давлению между стенками решеток;

- потребляемая мощность от 3 фазной промышленной сети 380 В при заряде накопителей не превышает 4 кВт;

- время заряда накопителя не более 6 сек, что позволяет иметь максимальную производительность комплекса до 500 запрессовок в час;

- контактно-координатный узел подключен к ГИТ-20 с помощью коаксиального кабеля, выполняющего функцию высоковольтной линии и имеющего длину до 10 м, что позволяет выполнять запрессовку на большой площади теплообменника. Применение длинных высоковольтных линий снижает эффективность работ из-за дополнительных потерь в кабеле и увеличения паразитной индуктивности разрядной цепи.



- 1 – трубка теплообменная Л-68 латунь мягкая, ГОСТ 494-80;
- 2 – макет трубной решетки;
- 3 – промежуток между решетками;
- 4 – результат раздачи трубки



Рис. 2. Запрессовка в макет двойной решетки

Изготовление и испытание высоковольтного генератора планируется провести в 2010 году.

Список литературы

1. Мазуровский Б. Я. Электрогидроимпульсная запрессовка труб в трубных решетках теплообменных аппаратов

- Киев: Наукова думка, 1980, - 172 с.

2. Аннотированный отчет. Обследование конденсаторов паровых турбин энергоблоков Филиала ОАО «ОГК-6» Красноярская ГРЭС-2 на возможность применения импульсных технологий вальцовки теплообменных трубочек (итоговый)

- Красноярск: ФГУП «ЦКБ «Геофизика», 2009, - 58 с.