

ОСОБЕННОСТИ ИЗГОТОВЛЕНИЯ КРЫШКИ РЕАКТОРНОЙ УСТАНОВКИ РИТМ-200 ДЛЯ АТОМНОГО ЛЕДОКОЛА «АРКТИКА»

Д. А. Дубровский, А. В. Клячкин, А. А. Глыбченко

АО «ОКБМ Африкантов», г. Н. Новгород

АО «ОКБМ Африкантов» является проектировщиком и комплексным поставщиком новейшей реакторной установки для ледокольного флота РИТМ-200.

В течение 2014 г. в производственных подразделениях предприятия изготавливались изделия, входящие в состав парогенерирующего блока реакторной установки универсального атомного ледокола РИТМ-200. Для изготовления этих изделий были разработаны и изготовлены сложные технологические постаменты и грузоподъемные приспособления, а так же разработаны ряд новых технологий и инструментов.

Крышка реакторной установки – РИТМ-200 для атомного ледокола «Арктика» является одним из наиболее ответственных и сложных изделий с точки зрения изготовления, рис. 1.

Крышка предназначена для уплотнения центрального корпуса парогенерирующего блока, а также для размещения на ней комплекта приводов компенсирующих групп и аварийной защиты, комплекта датчиков средств измерений, а также выполняет функцию верхней биологической защиты.

Большая масса не только изделия в целом (≈ 28 тонн), но и его составных частей, внушительные габариты, а также необходимая высокая точность, делают технологию изготовления, испытаний уникальной.

Конструктивно крышка реактора состоит из силовой плиты, направляющих труб и полости биоло-

гической защиты, засыпаемой серпентинитовой галей, рис. 1,а.

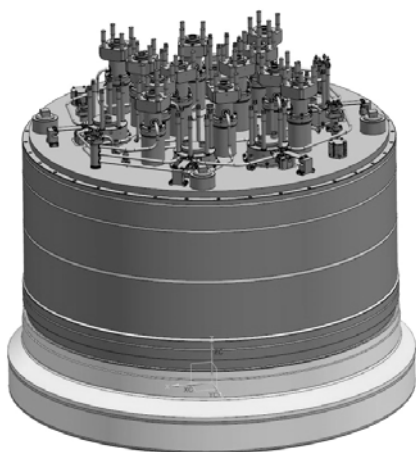
Учитывая габаритные размеры и массу изделия, сборка, обработка и изготовление крышки диаметром 2,5 метра, высотой 2 метра и массой 28 тонн вызывает сложности для оборудования предприятия.

Основной подборокой крышки реактора является силовая плита из специальной стали с антикоррозионной наплавкой с установленными направляющими трубами, рис. 1,б. Масса плиты составляет 20,5 тонн.

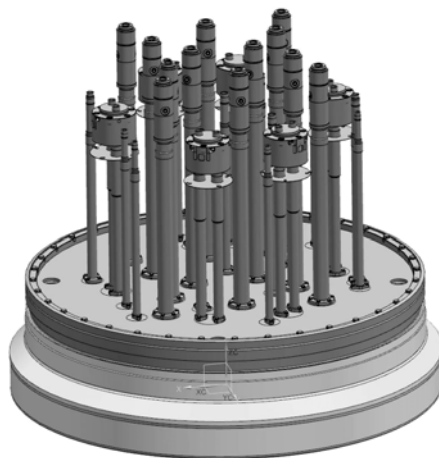
Для кантования плиты при ее обработке и дальнейшей сборке были разработаны уникальные схемы кантования и приспособление, позволяющее выполнить поворот на 90 градусов, необходимый для последующей механической обработки и сборки. Масса изделия совместно с приспособлением составила 30 тонн. В процессе эксплуатации приспособления для безопасности при повороте использовались домкраты.

При механической обработке плиты особую сложность вызывает выполнение глубоких отверстий под установку направляющих труб. С целью сокращения трудозатрат при обработке отверстий была отработана технология сверления глубоких отверстий эжекторными сверлами на горизонтально-расточном станке с ЧПУ.

Эжекторные сверла предназначены для высокопроизводительного сверления отверстий, состоят из неперетачиваемой коронки с твердосплавными пластинами и двух трубок.



а



б

Рис. 1. Общий вид: а – крышки реактора, б – силовой плиты с трубами



Рис. 2. Общий вид установки эжекторных сверл

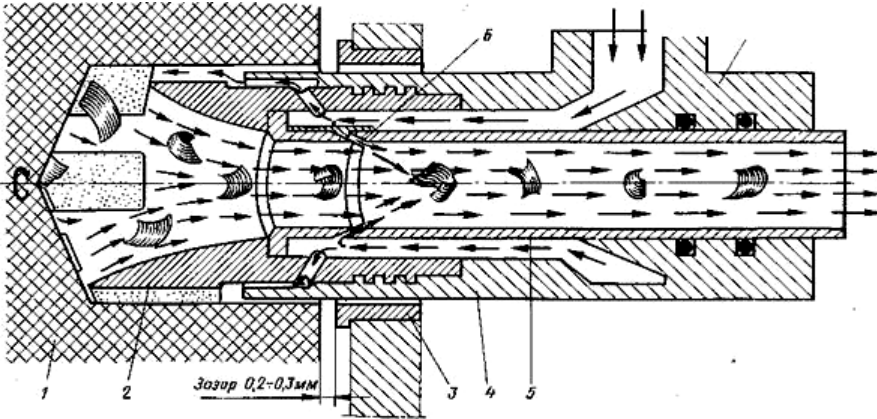


Рис. 3. Схема подачи СОЖ при эжекторном сверлении

Общий вид установки эжекторных сверл представлен на рис. 2, а схема подачи смазывающей охлаждающей жидкости (СОЖ) при эжекторном сверлении представлена на рис. 3.

СОЖ поступающая под высоким давлением в пространство между стенками трубок, частично проходит сквозь отверстия в резьбовом хвостовике, охлаждает режущие кромки и направляющие планки, а затем вместе со стружкой устремляется через сопло в центральную полость внутренней трубки и далее в приемный бак. Другая часть СОЖ проникает в центральную полость через щели во внутренней трубке и создает разрежение, отсасывающее стружку.

При применении эжекторных сверл обеспечивается точность 7–9-го качества и требуемая конструкторской документацией шероховатость обработки, в результате отпадает необходимость многопереходной обработки.

Отработка операции выполнялась на заготовках из нержавеющей стали 12Х18Н10Т и теплоустойчивой стали 15Х2МФА сверлами фирм «Sandvic» и «Botek».

Машинное время обработки одного отверстия эжекторным сверлом составляет ≈ 15 мин. при сверлении на глубину 500 мм. Время обработки одного отверстия традиционным способом (сверление + 2-х кратное зенкерование + развертывание) составляет ≈ 180 мин. при сверлении на глубину 500 мм. При этом высокая точность полученных отверстий при

сверлении эжекторным сверлом позволила в дальнейшем отказаться от кондукторного приспособления при сборке плиты с трубами, что значительно сократило стоимость выполнения работ.

На данный момент осваивается использование лазерного трекера для сборки крышки реактора.

В процессе сборки плиты с трубами была выявлена утяжка сварных швов при сварке. При помощи технологической коррекции выставки труб перед сваркой с использованием лазерного трекера API Radian 50 (рис. 4) удалось добиться требуемых геометрических параметров сборки после окончания сварочных работ.



Рис. 4. Лазерный трекер API Radian 50

Лазерный трекер – высокотехнологичный измерительный прибор, основанный на принципе слежения за специальным уголковым отражателем с помощью лазерного луча. Точность прибора в условиях проведения замеров составила 0,07 мм.

После сварки, согласно требованиям конструкторской документации, силовая плита с вваренными трубами крышки подвергается гидравлическим испытаниям пробным давлением 270 кг/см². Проработка возможности изготовления специальной оснастки показала большую металлоемкость и стоимость ее изготовления, поэтому было предложено для испытаний использовать критический стенд, конструкция и технология уплотнения которого позволяет использовать для гидравлических испытаний плиту в качестве крышки. После проведения расчетов и экспериментальных проверок было выпущено техническое решение, разработана специальная оснастка и выполнена доработка стенда, позволившая использовать его для гидравлических испытаний. При этом проверка сварных соединений в процессе выдержки под давлением была дополнена контролем методом акустической эмиссии.

Каждое сварное соединение приварки труб к плите было дополнительно подвергнуто контролю

на герметичность методом обдува гелием. Контроль производился при горизонтальном расположении труб крышки. Для обеспечения возможности применения данного метода была разработана специальная крупногабаритная технологическая оснастка общей массой 2000 кг.

После окончательной сборки силовой плиты выполнялась засыпка полости биологической защиты серпентинитовой галей. Была отработана технология получения слоя гали с заданными свойствами и требуемой массы.

Применение целого комплекса нестандартных технологических решений: применение эжекторных сверл, использование лазерного трекера позволило обеспечить высокую экономическую эффективность выполненных работ по изготовлению крышки реактора.

На протяжении многих лет АО «ОКБМ Африкантов» ведет планомерные работы по разработке и изготовлению оборудования для АЭС. Введенное в строй новое высокопроизводительное оборудование и применение новых технологий позволяют качественно и в кратчайшие сроки выполнять большие объемы работ.