Добрый день, уважаемые обучающиеся. В связи с переходом на электронное обучение с применением дистанционных технологий, вам выдается материал дистанционно.

Изучив теоретический лекционный материал, вам необходимо:

1. Составить краткие лекционные записи;
2. Ответить на вопросы;
3. Выполнить домашнее задание;

Краткую запись лекции, варианты ответов на вопросы, а также домашнее задание переслать мастеру производственного обучения, Кутузову Константину Викторовичу, на электронный адрес[**kytyzov84@mail.ru**](mailto:kytyzov84@mail.ru)в формате **PDF** или **JPG**

**Дистанционный урок МДК 01.01**

**№ 26 – 1 час группа № 16**

(согласно КТП на 1-2 полугодие 2019-2020г)

**Тема:** **«Термическая обработка сварных конструкций**

При изготовлении сварных машиностроительных конструкций важное место в технологическом процессе занимает термическая обработка. Во многих случаях для обеспечения высокого качества сварных соединений возникает необходимость в т е р м и ч е с к о й обработке после сварки.

Непосредственно после сварки металл в различных зонах сварного соединения существенно различается по структуре, уровню внутренних напряжений, механическим (прочность, твердость, пластичность и т.д.) и специальным (жаропрочность, коррозийная стойкость и т.д.) свойствам.

Значительные внутренние сварочные напряжения приводят к изменению размеров и формы сварного соединения, создают в околошовной зоне участки с измененной структурой, повышенными прочностью и твердостью, и пониженной пластичностью. Появление подобных термодеформированных участков приводит к образованию трещин, разрушающих сварное соединение. Такому хрупкому разрушению в наибольшей мере подвержены легированные и углеродистые стали большой толщины (около 40 мм).

Поэтому при изготовлении сварных конструкций необходимость в термической обработке возникает в тех случаях, когда сваривается металл большой толщины, используются легированные стали или требуется повысить коррозионную стойкость сварных соединений.

Термическая обработка снижает уровень остаточных сварочных напряжений примерно на 80 % и вызывает процессы перекристаллизации металла сварного соединения, при которых восстанавливается структура и свойства термодеформированных участков.

Термическая обработка препятствует хрупкому разрушению сварных соединений и улучшает их механические и специальные свойства. Таким образом, для многих ответственных сварных конструкций термическая обработка является одной из наиболее важных технологических операций, обеспечивающей их высокое качество и эксплуатационную надежность.

В заводских условиях широко применяется объемная термическая обработка, при осуществлении которой вся сварная конструкция подвергается нагреву в стационарной термической печи. При монтаже используется местная термическая обработка, при выполнении которой нагревают только сварной шов и прилегающие к нему участки основного металла.

Процесс термической обработки состоит из трех последовательных этапов: нагрева сварного соединения до определенной температуры с заданной скоростью, выдержки при этой температуре в течение определенного времени и последующего охлаждения с заданной скоростью.

В зависимости от параметров процесса на каждом из этих этапов термическая обработка подразделяется на высокий отпуск, нормализацию, отдых, аустенизацию, стабилизирующий и рекристализационный отжиг, улучшение, закалку и старение.

Основным видом термической обработки сварных соединений является высокий отпуск, который предназначен для снижения уровня остаточных сварочных напряжений, улучшения структуры и свойств металла сварного соединения. Высокий отпуск применяется как для углеродистых, так и для легированных сталей. Он заключается в нагреве сварных соединений до температуры 600 ... 620 оС с последующей выдержкой при этой температуре в течение 1 ... 1,5 ч и медленном охлаждении (со скоростью не более ЗОО ... 400 0 С/ч) под слоем теплоизоляции до температуры ЗОО о С, после чего допускается охлаждение на спокойном воздухе. В результате высокого отпуска уровень остаточных сварочных напряжений снижается на 70...90 %, а металл сварного соединения становится более однородным по структуре и свойствам.

Другие виды термической обработки используются при изготовлении сварных конструкций значительно реже.

Нормализация применяется для местной термической обработки сварных соединений тонкостенных труб диаметром до 100 мм. Соединения нагревают до температуры 900 ... 950 о с, выдерживают при этой температуре в течение нескольких минут и охлаждают на спокойном воздухе. В монтажных условиях охлаждение производится под слоем теплоизоляции, что обеспечивает высокую пластичность металла сварных соединений.

Отдых предназначен для сварных соединений толстостенных труб и корпусных конструкций из низкоуглеродистых и низколегированных сталей, которые плохо поддаются высокому отпуску и имеют повышенную склонность к образованию трещин. Соединения нагревают до температуры 250 ... ЗОО о С с последующей выдержкой в течение нескольких часов. Отдых металла приводит к уменьшению содержания водорода в сварных соединениях и некоторому снижению уровня остаточных сварочных напряжений.

Аустенизация и стабилизирующий отжиг применяются для сварных соединений из коррозионно-стойких сталей. При аустенизации соединение нагревают до температуры 1 050 ... 1 100 о с, выдерживают в течение 1 ... 2 ч и охлаждают на воздухе. В результате такой обработки удается получить однородную структуру аустенита\*, улучшить механические свойства стали и снизить уровень остаточных сварочных напряжений на 70 ... 80 %.

Улучшение (нормализация с последующим высоким отпуском) применяется для отдельных узлов сварных трубопроводов и корпусных конструкций, выполненных из легированных сталей, и сварных узлов сложной конструкции из низкоуглеродистых сталей. Этот процесс осуществляется в стационарных термических печах и служит для полного восстановления структуры и свойств металла.

Рекристаллизационному отжигу подвергают титан и его сплавы, которые широко используются в авиации, ракетостроении и других отраслях техники благодаря таким свойствам, как высокая температура плавления, небольшая плотность, высокая прочность и коррозионная стойкость. Отжиг производится при температуре 700 800 о С, значительно превосходящей температуру (500 о С), при которой в титане образуются новые зерна.

Рекристализационный отжиг предназначен для восстановления структуры и свойств металла. Такая термическая обработка титановых новых сплавов приводит к измельчению зерен и улучшению их пластических свойств. Для повышения износоустойчивости эти сплавы подвергают азотированию — такой химико-термической обработке, при которой поверхность металла насыщается азотом.

Алюминий и его сплавы используют в тех случаях, когда важное значение имеют малая плотность и высокая удельная прочность материалов. Чистый алюминий не применяется для изготовления сварных конструкций из-за его низкой прочности. Для этой цели в большей мере подходят сплавы на основе алюминия. К наиболее распространенным сплавам можно отнести дюралюминий который содержит добавки меди, магния, марганца, кремния и железа, и после специальной термической обработки приобретает высокую прочность.

Упрочняющая термическая обработка алюминиевых сплавов состоит из двух циклов — закалки и старения. Закалка производится путем нагрева материала до температуры около 500 о с и последующего быстрого охлаждения в воде. При этом образуется пересыщенный твердый раствор, состоящий из одного вида кристаллов и имеющий одну кристаллическую решетку. В таком неустойчивом твердом растворе происходят изменения, приводящие к выделению избыточной фазы. Этот процесс, называемый старением, может быть естественным, происходящим при комнатной температуре, и искусственным, осуществляемым при повышенной температуре.

Детали, изготовленные из высокопрочных алюминиевых сплавов, приобретают максимальную прочность через 10...20 ч, а из дюралюминия — только через 5...7 сут. после закалки.

**Контроль температуры**

В процессе термообработки необходимо тщательно следить за температурой нагрева. Для достижения этой цели используют специальные средства, такие как термокарандаш и термокраска. При достижении определенной температуры они резко меняют свой цвет. В зависимости от принципа действия, такие терморегуляторы бывают химическими и плавильными.

При достижении определенной температуры, химические регуляторы температуры меняют свой цвет в результате реакции между компонентами. На точность измерения напрямую влияет время термического воздействия на материал, а также колебания давления.

В карандашах и красках второго типа изменение оттенка возникает в результате плавление вещества, которое очень чувствительно к повышению температуры. В отличие от химических термоиндикаторов, эти средства меняются независимо от длительности теплового воздействия. Это позволяет более точно установить температуру нагрева. При этом погрешность составляет не более 2С.

**Вопросы для закрепления материала:**

1. К чему приводят значительные внутренние сварочные напряжения?
2. В каких случаях возникает необходимость в термической обработке сварной конструкции?
3. Чему препятствует термическая обработка?
4. Какой вид термической обработки сварных соединений является основным. В чем он заключается?
5. Для каких конструкций предназначен отдых. Как происходит процесс?

**Домашнее задание:**

Составить глоссарий терминов.

**Список литературы в помощь**

1. Галушкина В.Н. Технология производства сварных конструкций: учебник для нач. проф. Образования / В.Н. Галушкина-4-е изд., стер. -М.: Издательский центр «Академия», 2013. -192с.
2. Овчинников В.В. Технология ручной дуговой и плазменной сварки и резки металлов: Овчинников В.В.-3-е изд., Издательский центр «Академия», 2013. -240стр.
3. Маслов В.И. Сварочные работы: Маслов В.И.-9-е изд., перераб. И доп.-М: Издательский центр «Академия», 2012. -288с.
4. Овчинников В.В. Современные виды сварки: Овчинников В.В.-3-е изд., стер. –М; Издательский центр «Академия», 2013. -208стр.
5. Овчинников В.В. Сварка и резка деталей из различных сталей, цветных металлов и их сплавов, чугунов во всех пространственных положениях: учебник для студ. учреждений сред. проф. образования. – М. Издат. Центр «Академия», 2013. – 304с.