**Тема : - «Напряжения и деформации при сварке». Дата: 06 апреля 2020 года. Группа № 17 «Сварщики». Дисциплина: МДК.02.01 «Техника и технология ручной дуговой сварки (наплавки, резки) покрытыми электродами.**

**Прочитайте внимательно материал и дайте правильные ответы на тестовое задание по теме. Отправьте тесты с ответами на электронную почту мастера. (логин моей почты** **--pwaapt@yandex.ru****).**

**Тема: - Напряжения и деформации при сварке.**

 **§.1 Сварочные напряжения. (СН)**

В результате неравномерного нагрева металла источником тепловой энергии в сварной конструкции возникают временные и остаточные сварочные напряжения, которые подразделяют: **А) *по принципу действия***—сварочные напряжения подразделяют на временные и остаточные. ***Временные***—действуют только в период сварки при изменении температуры свариваемого материала, тогда как ***остаточные*** сохраняются в металле после окончании сварки и полного остывания конструкции. Сварочные напряжения возникают в результате стесненного термического расширения и стесненной усадки металла при его нагреве и остывании. Жесткое закрепление свариваемых деталей в приспособлениях также препятствует нормальному протеканию процессов термического расширения и усадки, и возникают ***реактивные остаточные*** напряжения.

**Б) *по направлению действия в пространстве***—различают ***линейные***, или ***одноосные***, сварочные напряжения, действующие по одной оси. ***Плоскостные***, или ***двухосные***, действующие в двух взаимно перпендикулярных направлениях. ***Объемные***, или ***трехосные***, действующие в трех взаимно перпендикулярных направлениях.



 **В)** в зависимости от ***направления действия по отношению к оси шва*** различают ***поперечные*** и ***продольные*** сварочные напряжения.

 

 **Г)** в зависимости ***от объема***, в котором они развиваются, различают сварочные напряжения трех родов. **--**остаточные напряжения (ОН) первого рода возникают и уравновешиваются в крупных объемах, соизмеряемых с размерами изделия или его частей. Они возникают в основном конструкциях из низкоуглеродистой и низколегированной стали. --(ОН) второго рода уравновешиваются в пределах микрообъемов, т.е. в пределах одного или нескольких зерен металла. Характерны для швов из среднеуглеродистых и высокоуглеродистых сталей. --(ОН) третьего рода уравновешиваются в мельчайших объемах—в пределах атомной решетки. Характерны для швов из высоколегированных сталей.

 **§ 2. Сварочные деформации. (СД)**

Если значения сварочных напряжений достигают предела текучести металла, происходит его пластическая деформация, т.е. изменение размеров и форм сварной конструкции, называемое ***короблением***. **А)** ***по принципу действия*** ***СД*** также, как и СН разделяют на ***временные (ВСД)***, развивающиеся только во время сварки СК, и ***остаточные (ОСД)*,** сохраняющиеся после завершения сварки и остывания СК. **Б)** ***по размерам СД*** делят на ***местные СД*** к которым относятся отдельные деформированные элементы изделия и выражаются в виде выпучин, хлопунов, волнистости и ***общие СД,*** при которых изменяются размеры и форма всего изделия. **В**) ***по характеру образования СД*** подразделяют на СД ***«в плоскости»*** которые уменьшают размеры СК, поэтому при раскрое и сборке под сварку предусматривают припуск на изменения размеров.

 

1—форма соединения до сварки, 2—после сварки

 СД ***«из плоскости»*** вызывает образование выпучин («хлопунов»), местный изгиб листов, грибовидность пояса при сварке таврового и двутаврового сечения, угловое отклонения от оси и др. изменения формы СК.

а) серповидность балки; б) грибовидность полок балки; в) угловая деформация стыкового соединения. 1,2,3,4-порядок наложения швов.

 Величина и характер ОСД в значительной степени зависит от толщины и свойств ОМ, режимов сварки, формы сварных швов, последовательности их выполнения, конструкции свариваемых изделий. При увеличении толщины свариваемого металла СД уменьшается, что связано с большой жесткостью конструкции. **Если величина ОСД выходит за пределы допуска, проводят правку СК.**

 **§ 3. Основные мероприятия по уменьшению деформаций (СД) при сварке.**

 При сварке изделий невозможно полностью избежать остаточных деформаций. При всестороннем защемлении сварного изделия можно лишь свести деформацию к концу охлаждения к минимальной величине и к тому же это практически трудно осуществить. Используют только такие способы, которые позволяют получить сварные изделия с минимальными ОСД. Некоторые способы борьбы с ОД приводят к возрастанию внутренних напряжений например, закрепление сварных изделий перед сваркой.

 Для борьбы со СД применяют ***конструктивные*** и ***технологические*** способы.

 **Конструктивные способы:**  **1.** Уменьшение, по возможности, кол-ва сварных швов и их сечения, что снижает кол-во вводимой при сварке теплоты. Между кол-вом теплоты и величиной деформации при сварке существует прямая зависимость. Например, резервуары изготавливают из листов больших размеров или из предварительно собранных в заводских условиях полос и карт (наименьшее кол-во и протяженность швов и их сечения, следовательно меньше деформация изделия).

 **2.** Симметричное расположение швов для уравновешивания деформаций.



 **3.** Симметричное расположение ребер жесткости и по возможности их минимальное кол-во.

 

 **4.** Применение гнутых, профильных и гофрированных профилей в сварных конструкциях.

 **5.** Избегать перекрещивающихся швов, угловых швов вместо возможных стыковых, не допускать в конструкциях сварных швов, неудобных для их выполнения.

 **Технологические способы:**

 **1. Рациональная технология сборки и сварки,** которая включает правильный выбор вида и режима сварки, а также правильную последовательность наложения швов. Например, при РДС деформация получается вдвое больше, чем при автоматической. Соединения без скоса кромок дают меньшие деформации, чем соединения с разделкой кромок. Соединения с двусторонним скосом кромок образуют меньшие деформации, чем с односторонним скосом.

 **А)** Величина СД и СН зависят от способа сборки деталей под сварку. Детали собирают с жестким креплением по кромкам соединения, не допускающим какого-либо смещения одной детали относительно другой (сборка на жестких прихватках, жестких сборочных приспособлениях, с эластичным креплением, допускающим смещения деталей в процессе выполнения шва и др.) Жесткое крепление применяют для тонких деталей t до 8 мм, эластичное (податливое) крепление—для деталей t более 8 мм.

 **Б)** На величину СД и СН влияет последовательность наложения швов.

 Например, наименьший изгиб по длине узла будет при такой последовательности выполнения швов: сначала выполняется поперечный шов ***2***, затем продольный ***1*** и после него поперечный вертикальный ***3***.

**В)** Для уменьшения СД и СН, особенно для малопластичных металлов (чугун или закаливающиеся стали) можно применять предварительный подогрев кромок от места стыка на расстоянии 40-50 мм**. tᵒ** предварительного подогрева выбирают в зависимости от хим. состава металла, его t и жесткости конструкции: для стали—400-600ᵒС, для чугуна—500-800ᵒС, для алюминиевых сплавов—200-270ᵒС, для бронзы—300-400ᵒС. Подогрев выполняют газовыми горелками, электрическими или индукционными нагревателями. СД и СН от сварки уменьшаются еще больше, если наряду с предварительным применять и сопутствующий подогрев.

**Г)** Применение многослойного шва вместо однослойного способствует выравниваю нагрева металла шва, что уменьшает СД и СН в изделии. **Д)** При обратноступенчатомспособе сварки происходит более равномерное нагревание МШ по всей его длине и этим способом можно снять СД и СН.

 **2.** **Жесткое закрепление собранного под сварку узла, изделия.** Собранное на прихватки изделие полностью сваривают, когда его закрепят на фундаменте, монтажном столе (плите) или в приспособлении, которые имеют жесткость, в несколько раз большую по сравнению с жесткостью самого узла или изделия. После сварки и полного охлаждения изделия зажимы удаляют. После освобождения от жесткого закрепления ОСД изделия будет меньше на 10-30%, чем при сварке в свободном состоянии.Полностью устранить СД закреплением ***невозможно***, так как при освобождении от зажимов сваренное изделие продолжает деформироваться за счет силы, сконцентрированной на участке металла, испытывающего упругопластическую деформацию в сварном изделии.

 **3.** **Обратный выгиб собранного изделия.**



 Способ применяют прежде всего при изготовлении сварных балок и в тавровом соединении. Детали балок или листов изгибают в обратную сторону по сравнению с изгибом, вызываемым сваркой. Выгиб производится в специальных силовых установках (прессы, домкраты, лебедки и т.д.) Изделие с пластическим изгибом сваривается в свободном состоянии.

 **4.** **Применение механической и термической обработки металла сварного изделия.**

 Когда деформация все же произошла и их величины выходят за пределы допустимых, применяют правку изделий различными способами: **А)** ***Механическая правка***. В этом случае с помощью молотков, домкратов, винтовых, гидравлических и пневматических прессов и др. уст-йств создается ударная или статическая нагрузка которую прилагают со стороны деформированных мест. Изделия из тонколистового металла можно править прокатыванием между валками, в результате прокатки сварной шов растягивается, в нем происходят пластические деформации, снимающие напряжение и вызванные ими коробление.

 

**Б)** ***Термическая правка*.** Этот способ заключается в местном нагреве небольших участков металла деформированной конструкции. Нагрев производят сварочными горелками большой мощности или пламенем газового резака; нагрев ведут быстро и только до пластического состояния верхних волокон на выпуклой стороне изделия. При охлаждения нагретых участков последние сжимаются и выпрямляют изделие.

 

 **В) *Термомеханическая правка*** Заключается в сочетании местного нагрева с приложением статической нагрузки, изгибающей исправляемый элемент конструкции в нужном направлении. Такой способ применяют для правки жестких сварных узлов.

 **§** **4. Основные мероприятия по уменьшению внутренних напряжений (СН) при сварке.**

Существует несколько методов уменьшения внутренних напряжений. Наиболее распространённые: предварительный или сопутствующий подогрев при сварке, проковку или прокатку сварных швов, статическое нагружение СК, отпуск после сварки. Некоторые рассматривались выше. **1. Предварительный или сопутствующий подогрев.** Применяют при сварке сталей, склонных к закалке и образованию трещин. Температуру подогрева выбирают в зависимости от марки стали и жесткости конструкций (в пределах 100-600ᵒС). Подогрев, производится многопламенными горелками, в индукционных печах, уменьшает пластические деформации сжатия, что значительно снижает остаточные напряжения и благоприятно влияет на структуру МШ и околошовной зоны. **2.** **Послойная проковка швов**. Выполняют пневматическим молотком с закругленным бойком непосредственно после сварки по горячему металлу (горячая проковка) или после полного его остывания (холодная проковка). Благодаря осадке металла в направлении удара происходит его раздача в разные стороны, что снижает растягивающие напряжения. Проковку рекомендуют при многослойной сварке металла большой толщины, причем во избежание трещин и надрывов первый и последний слои многослойного шва не проковываются. Швы на металле, склонном к закалке, проковывать нельзя. **3. Статическое нагружение** элементов СК возможно в процессе сварки или чаще всего после полного остывания шва. В качестве такого нагружения применяют растяжение или изгиб с образованием растягивающих напряжений в зонах, где остаточные напряжения максимальны. Это приводит к пластическим деформациям и значительному уменьшению ОН. **4. Отпуск после сварки.** Применяют для выравнивания структуры шва и околошовной зоны, что снижает внутренние напряжения. Отпуск может быть общим, когда нагревается все изделие, или местным, когда нагревается лишь часть его в зоне сварного соединения. Преимущество общего отпуска состоит в том, что снижение ОН происходит во всей сварной СК независимо от ее сложности. Чаще всего применяют высокий отпуск при tᵒ нагрева 550-680ᵒС. Операция отпуска состоит из 4-х стадий: --нагрев; --выравнивание tᵒ по длине и сечению СК; --выдержка при tᵒ отпуска; --охлаждение.

 Выдержка независимо от толщины металла обычно составляет около 3 часов, после чего происходит естественное охлаждение на воздухе. По частоте применения отпуск СК значительно превосходит все методы снятия внутренних СН.

**Зачет по МДК 02.01 № 6 «Напряжения, деформации и металлургические процессы, возникающие при сварке».**

**1. Как подразделяются сварочные напряжения (СН):** а) по принципу действия по времени\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_б) по направлению действия в пространстве\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ в) по направлению действия по отношению к оси шва\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ г) в зависимости от объема в котором они развиваются- -\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ **- \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ - \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_**

**2. Как подразделяются сварочные деформации (СД):** а) по принципу действия по времени\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_б) по размерам \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_в) по характеру образования на плоскости**\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_**

**3. Причина возникновения деформаций при сварке - это:**а) неравномерный нагрев и охлаждение свариваемой детали
б) нерациональная сборка детали под сварку
в) неправильно проведенная термообработка детали после сварки

**4. Сварочные деформации при сварке плавлением возникают:**а) всегда
6) очень редко
в) никогда

**5. Перечислите конструктивные способы по уменьшению деформаций при сварке:** а)\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_б)\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ в)\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_г)\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_д**)\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_**

**6. Перечислите технологические способы по уменьшению деформаций во время сварки:** а)\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ б)\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ в)\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_г)\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_д)\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_

**7. Обратноступенчатый шов выполняется следующим образом:**
а) от центра (середины) детали к краям
б) участками (ступенями), длина которых равна длине при полном использовании одного электрода
в) длину шва разбивают на ступени и сварка каждой ступени производится в направлении, обратном общему направлению сварки

**8. Существуют способы уменьшения, предупреждения деформаций при сварке. Один из них - обратный выгиб детали - это:**
а) когда деформированное соединение обрабатывают на прессе или кувалдой
б) перед сваркой детали предварительно изгибают на определенную величину в обратную сторону по сравнению с изгибом, вызываемым сваркой
в) перед сваркой детали очень жестко закрепляют и оставляют в таком виде до полного охлаждения после сварки

**9. Перечислите основные способы по устранению остаточных деформаций после сварки:** а) \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ б)\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ в)\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ г**)\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_**

**10. Выберете основные мероприятия которые применяют для уменьшения и устранения внутренних напряжений при сварке:** а)- предварительный и сопутствующий подогрев; б)- послойная проковка швов; в)- статическое нагружение элементов сварной конструкции; г)- отпуск конструкции после сварки; д)- термическая правка деталей после сварки; е)- термомеханическая правка деталей после сварки; ж)- жесткое закрепление сварной конструкции.

**11. Предварительный, сопутствующий подогрев и горячий отпуск изделия применяют для:** а)- для выравнивания микроструктуры сварного шва; б)- для выравнивания микроструктуры сварного шва и околошовной зоны; в)- для выравнивания микроструктуры всего сварного изделия ; г)- для исправления наружных дефектов сварного шва; д)- для исправления внутренних дефектов сварного шва;

**12. Выберете порядок наложения сварного шва, L= 1000 мм и более, для уменьшения его деформации:** а) от центра (середины) детали к краям;
б) участками (ступенями), длина которых равна длине при полном использовании одного электрода;
в) длину шва разбивают на ступени и сварка каждой ступени производится в направлении, обратном общему направлению сварки; г) не останавливаясь от начала до конца сварного шва.

**13. Выберете способ разделки кромок изделия, при сварке которым, произойдет наименьшая деформация изделия:** а)- Х-образная разделка; б)- U- образная разделка; в)- V- образная разделка.

**Фамилия, № группы и логин своей эл. почты\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ Выделите правильные ответы желтым цветовым фоном-**  *(как пример)*

**11. Перечислите основные отличия металлургических процессов при сварке от процессов, протекающих в обычных сталеплавильных печах:** а)\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ б)\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ в)\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ г)\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_д**)\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_**

**8. Из за чего происходит окисление металла шва при сварке: \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_**

**9. Какой оксид железа является наиболее опасным для качества сварного шва: а) FeO; б) Fe3O4; в) Fe2O3;**

**11. Какие химические элементы применяют в качестве раскислителей металла шва:**

**12. Что означает термин - рафинирование металла шва:**

**\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_**

**13. Что означает термины -- *десульфорация* и *дефосфорация*:**

**а) *десульфорация это-\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_* б) *дефосфорация это-\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ \_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_***

**12. Обозначьте основные зоны строения сварного шва указанных на рисунке:**

**1.\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_**

**2.\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_**

**3.\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_**

**\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_**

 **4.\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_**

**Фамилия, № группы\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_**