Сделать рерайт статьи

Уникальность текста не ниже 90%

Уникальное название

Полное соответствие тексту

|  |  |
| --- | --- |
| 19.12.2016  Марочник сталей и сплавов: Ст15Г  Steel grade guide | 21.12.2016  Зарождение кристаллов в жидкости (Часть 2).  Для образования зародышей критического размера недостаточно энергии, выделяющейся при переходе атомов из жидкости в кристаллы. Она лишь на две трети компенсирует энергетические затраты, связанные с формированием поверхностной энергии или половине энергии, освобождающейся вследствие перехода атомов из жидкой в кристаллическую фазу.  Критический размер зародыша уменьшается с увеличением переохлаждения. От степени переохлаждения зависит и величина флуктуации энергии, необходимой для образования зародыша. Чем больше ΔТ, тем меньше работа образования зародыша. Опыты над металлами подтверждают это. Например, относительная устойчивость (метастабильность) расплавленных металлов резко уменьшается с увеличением переохлаждения и, если оно велико, удержать расплавы от кристаллизации невозможно. При небольших переохлаждениях жидкость настолько устойчива, что можно пользоваться понятием об области метастабильности и ее границе. При температуре выше границы хорошо очищенная от примесей метастабильная жидкость устойчива и без введения зародышей ее трудно закристаллизовать. Граница метастабильности многих чистых металлов соответствует переохлаждениям в десятки и даже сотни градусов. При температурах ниже границы метастабильноси кристаллизация начинается быстро.  Скорость зарождения кристаллов оценивают числом зародышей, образующихся в единицу времени в единице объема жидкости. Поскольку набор фазовых флуктуаций и критическая величина зародыша с понижением температуры изменяются, то меняется и число центров кристаллизации: с увеличением переохлаждения скорость образования зародышей возрастает.  Для металлов скорость образования зародышей монотонно увеличивается с переохлаждением, рис.1.  Для неметаллических веществ связь скорости образования зародышей со степенью переохлаждения сложнее: кривая имеет не только восходящую (1), но и ниспадающую (2) ветвь, рис.1, б. Появление ее обусловлено увеличением вязкости расплава с переохлаждением. Формирование центров кристаллизации связано с переходом атомов от жидкой фазы к зародышевой группировке. Такой переход с понижением температуры затрудняется и скорость образования центров кристаллизации уменьшается. При больших переохлаждениях она может оказаться настолько малой, что жидкости, не кристаллизуясь, переходят при охлаждении в аморфные тела.  ENGL  Crystals nucleation in liquids (Part 2).  For formation of nucleuses of critical size there is not enough energy, exuded during atoms transfer from liquid to crystals. It compensates these energetic consumptions for two thirds, connected with surface energy or for half of energy, released owing to atoms transfer from liquid to crystal phase.  Nucleus critical size is decreasing with increasing of overcooling. The value of energy fluctuation, necessary for nucleus formation, also depends on the overcooling level. The bigger ΔТ, the less is work of nucleus formation. Experiments with metals confirm this. For example, relative stability (metastability) of molten metals significantly decreases with increasing the overcooling level and, if it is high, it is impossible to keep melt from crystallization. If the overcooling level is low, the liquid is so stable that the conception of metastability area and its interface can be used. If the temperature is higher than interface, nicely cleaned from impurities metastable liquid is stable and it is hard to crystallize it without nucleuses insertion. The interface of metastability of big amount of pure metals corresponds to overcooling to tens or even hundreds degrees. If the temperature is lower than metastability interface, the crystallization will begin quickly.  The speed of crystals formation is valued as the quantity of nucleuses, formed in time unit in liquid volume unit. Since phase fluctuations set and critical value of nucleus are changed with decreasing the temperature, the number of crystallization centers also changes: with increasing overcooling, the speed of nucleuses formation increases.  The speed of nucleuses formation for metals increases droningly with overcooling increasing, fig. 1.  Fig. 1. Influence of overcooling (ΔТ) on nucleuses formation speed (U3) in metals (a) and nonmetals (b)  The relation of nucleuses formation speed for nonmetallic materials with change of overcooling level is more difficult: the curve has both ascending (1) and descending (2) branches, fig. 1, b. Its occurrence is determined by increasing the viscosity of melt during overcooling. The formation of crystallization centers connected with atoms transfer from liquid phase to nucleus grouping. Such transfer becomes more complicated with temperature decreasing and the speed of crystallization centers formation decreases. Under conditions of high overcooling levels it can be so small that during cooling liquids transfer to amorphous bodies without crystallization. |
| 23.12.2016  Трещины при сварке и их классификация.  По размерам и влиянию на прочность металла различают две категории трещин (местных разрушений): микротрещины (размеры их соизмеримы с размерами параметров кристаллической решетки; имеются практически всегда в реальных кристаллах) и макротрещины, возникающие в сварном соединении в процессе сварки или эксплуатации изделия (являются опасным дефектом – причиной разрушения конструкции).  Образование трещин второй категории становится возможным тогда, когда пластические деформации, возникавшие в металле при неравномерном нагреве и охлаждении, исчерпают его деформационную способность, и напряжения, возрастая, достигнут значений предела прочности, т.е. только в том случае, когда величина собственных напряжений в шве достигнет значений предела прочности металла при данной температуре.  Можно выделить два интервала температур, в которых возможно образование трещин:  1) вблизи температуры солидуса (горячие трещины);  2) в области более низких температур (для стали 750°С), где наблюдается резкое понижение пластичности вследствие структурных превращений (холодные трещины).  Горячие (кристаллизационные) трещины появляются обычно в металле шва на завершающей стадии процесса кристаллизации при температурах, близких к солидусу. Холодные трещины возникают чаще всего в результате структурных превращений в металле.  Горячие трещины имеют межкристаллитный характер, т.е. проходят по границам между кристаллами, а холодные чаще всего пересекают кристаллы и границы между ними.  ENGL  Welding cracks and their classification.  According to dimensions and influence on metal density are there two categories of cracks (local ruptures): microcracks (their dimensions are comparable to dimensions of crystal lattice parameters; are available almost always in real crystals) and macrocracks which appear in weld joint in the course of welding or use of product (are dangerous defect – reason for structural failure).  Formation of cracks of the second category becomes possible only when plastic deformations which appear in metal due to non-uniform heating and cooling exhaust its deformation capability, and stresses increasing will reach ultimate strength values, i.e. only in that case when the value of inherent stresses in weld will reach ultimate strength values of metal at this temperature.  It is possible to specify two temperature intervals when the formation of cracks is possible:  1) Near solidus temperature (hot cracks);  2) In the area of lower temperatures (for steel 750°С) where is observed a sharp reduction of ductility due to structural transformations (cold cracks).  Hot (crystal) cracks usually appear in metal of weld at the closing stage of crystallization process at the temperatures close to solidus. Cold cracks mostly appear as a result of structural transformations in metal.  Hot cracks have intergranular character, i.e. they pass along the boundaries between crystals and the cold cracks mostly cross the crystals and boundaries between them. | 26.12.2016  Испытание на растяжение (ЧАСТЬ 5)  Для любого материала, на котором проводят испытание на растяжение, эта кривая имеет постоянный наклон. Этот наклон называется модулем упругости.  Модуль упругости (или модуль Юнга) стали при комнатной температуре равен около 30000000 фунт-сил/кв. дюйм, а у алюминия этот параметр составляет 10500000 фунт-сила/кв. дюйм. На самом деле этим числом определяется жесткость металла: чем выше модуль упругости, тем жестче металл.  В дальнейшем деформация начинает возрастать быстрее, чем напряжение, а это означает, что при данной нагрузке металл растягивается в большей мере. Этим изменением характеризуется окончание упругой работы и начало пластической (неупругой), или остаточной, деформации. Точка на кривой, обозначающая конец линейной характеристики, называется пределом упругости или пределом пропорциональности. Если действие нагрузки прекратить в любой момент до достижения этой точки, образец вернется к своей первоначальной длине.  Многие металлы склонны к резкому переходу их области первоначальной упругости. Как это видно на рис.1,  Рис.1. Типичная кривая «напряжение - деформация» для низкоуглеродистой стали.  напряжение и деформация не только перестают быть связанными линейной зависимостью, на напряжение может фактически падать или оставаться неизменным, а деформация будет возрастать. Это явление характерно для состояния текучести пластичной стали. Напряжение возрастает и доходит до какого-то максимального предела, а затем падает вниз до известного нижнего предела. Эти пределы называются верхним и нижним пределами текучести, соответственно. Верхний предел текучести – это такое напряжение, при котором наблюдается заметный рост деформации, или пластическая деформация, не сопровождаемое ростом напряжения. Затем напряжение падает и сохраняется практически постоянным на уровне нижнего предела текучести, а деформация продолжает возрастать в процессе так называемого удлинения на пределе текучести.  Для металла, обладающего такими свойствами, предел текучести наступает при напряжении, соответствующем верхнему пределу текучести или какому-то среднему уровню между верхним и нижним пределами.  ENGL  Tensile tests (PART 5)  For each material, tested for tensile tests, this curve has constant slope. This slope is called elastic modulus.  Steel elastic modulus (or Young modulus) under conditions of room temperature is equal approximately to 30000000 pound-force/inch square, and in case of aluminum this parameter is 10500000 pound-force/inch square. As a matter of fact, this number determines the stiffness of metal: the bigger is elastic modulus, the stiffer is metal.  Henceforth the deformation starts increasing faster than strain, and it means that under conditions of this stress the metal stretches in greater extent. The end of elastic work and beginning of plastic (inelastic) or residual strain is characterized by this change. Point on the curve, signifying the end of linear characteristics, is called elastic limit or proportionality limit. If stop stress action in any moment before reaching this point, the sample will return to its initial length.  A lot of metals are susceptible to sharp transfer of their area of initial elasticity. It can be seen on fig. 1.  Fig. 1. Typical “stress-strain” curve for low-carbon steel.  Stress and strain don’t only stop being related by linear dependence, the stress can practically drop or stay the same, and deformation will grow. This phenomenon is typical for fluidity state of plastic steel. The stress increases and reaches some maximal limit, and then drops down to certain lower limit. These limits are called upper and lower yield stress. Upper yield stress is certain stress, under conditions of which the significant growth of strain is observed, or plastic deformation not accompanied by stress increasing. Then stress decreases and remains practically constant at the level of lower yield stress, and strain continues increasing during so-called lengthening on the yield stress.  For metal with such properties, the yield stress appears during strain which corresponds to upper yield stress or certain medium level between upper and lower yield stress. |
| 28.12.2016  Поры в сварном шве (Часть 1).  В соответствии с документом AWS A3.0 пористость определяется, как «нарушение сплошности в виде пустот, образуемых захваченным газом в процессе затвердевания». Таким образом, мы вправе рассматривать поры, как некие пустоты или газовые карманы внутри затвердевшего металла сварного шва. Благодаря характерной сферической форме, поры принято считать наименее опасным нарушением сплошности. В то же время, в случаях, когда речь идет о сварном шве сосуда, в котором хранится газ или жидкость, поры способны причинить большой ущерб. Это связано с тем, что пористость может привести к образованию течи.  Как и в случае с растрескиванием, разные виды пор имеют разные названия. Как правило, они обозначают конкретное местонахождение зоны пористости или форму отдельных карманов пористого участка. Поэтому для более точного определения явлений пористости используют такие названия, как равномерно распределенные поры, скопление пор, цепочечные поры, а также туннельные поры. Одиночная полость называется порой, или полостью.  Термин «равномерно распределенные поры» относится к многочисленным порам, распределенным по всему сварному шву без какого-либо четкого порядка. Термины «скопления пор» и «цепочечные поры» используют для обозначения определенного порядка расположения нескольких пор. Скопление пор представляет собой несколько пор, расположенных группой, а термин «цепочечные поры» относится к нескольким пустотам, сгруппированным в виде прямой линии.  Бывают такие виды пор, при которых отдельные карманы пор имеют не сферическую, а вытянутую форму. Такой вид пор часто называют свищем. Подобное состояние поверхности может стать результатом захвата газов между расплавленным металлом и отвердевшим шлаком. Данное явление может происходить при избыточной глубине гранулированного флюса, используемого при дуговой сварке под флюсом. При этом масса флюса оказывается настолько значительной, что препятствует надлежащему выходу газа.  ENGL  Pores in welded joint (part 1).  According to AWS A3.0 document the porosity is determined as “continuity transgression in the form of hollow space, formed by captured gas in consolidation process”. Thus we have a right to examine pores as certain hollow spaces or gas pockets inside consolidated metal of welded joint. Thanks to characteristic spherical form the pores are considered to be the least dangerous continuity transgression. At the same time in case, when we are talking about welded joint of the vessel, where gas or liquid are kept, the pores are able to cause big damage.  As in the case of fracturing, different types of pores have different names. Usually, they signify certain location of porosity zone of form of separate pockets of porous area. That is why for more precise determination of porosity phenomenon we use such names, as uniformly distributed porosity, pores agglomeration, chained pore, and also tunnel pores. Single cavity is called pore ore cavity.  “Uniformly distributed porosity” term is related to numerous pores, distributed by all welded joint without certain clear order. “Pores agglomeration” and “chained pores” terms are used for indication certain order of pores arrangement. Pores agglomeration is several pores, located as a group, and “chained pores” term is related to several cavities, grouped as straight line.  There are some types of pores, when some pore pockets have elongated form instead of spherical. This pore type is often called worm-hole. Similar surface state can be a result of gas capturing between melted metal and indurated slag. This phenomenon can occur under conditions of surplus depth of granule flux, used in the process of submerged arc welding. At that the flux mass is so significant, that it prevents appropriate gas outlet. | 30.12.2016  Образование горячих трещин.    Возможность образования горячих трещин в шве определяется следующими факторами:  1) величиной и характером пластических деформаций, возникающих в металла шва при кристаллизации;  2) скоростью (темпом) нарастания этих деформаций;  3) деформационной способностью металла шва в температурном интервале образования горячих трещин.  Величина и характер пластических деформаций при кристаллизации шва зависят от относительного изменения объема металла. Объем металла с уменьшением температуры уменьшается, во время структурного превращения аустенита в мартенсит (перлит) увеличивается, а при переходе металла из жидкого состояния в твердое уменьшается скачкообразно.  Если бы сокращение объема металла происходило в свободном состоянии, то в металле не возникало бы никаких напряжений и деформаций. Однако в условиях сварки изменение объема металла в зоне сварного шва сдерживается окружающими участками основного металла.  Определение фактических деформаций кристаллизующегося и остывающего металла шва имеет существенное значение для оценки вероятности появления горячих трещин, так как последние могут образоваться только в том случае, если в металле шва возникнут деформации растяжения, превышающие деформационную способность материала при данной температуре.  Так как металл шва связан с основным металлом, то фактическая деформация его может существенно отличаться от температурных деформаций для отдельно выделенного участка металла шва.  Под действием сварочного источника тепла температура основного металла также изменяется, причем некоторые участки его в данный момент времени остывают и в связи с этим укорачиваются, но с другой скоростью, чем остывающий металл шва, а более удаленные участки продолжают нагреваться и, следовательно, расширяются.  Если в каждый момент времени деформации расширения былибы равны деформациям укорочения*,* то шов не испытывал бы растяжения. Необходимым условием возникновения горячих трещин является наличие существенной разницы между фактическими деформациями кристаллизующегося и остывающего металла шва и теми тепловыми деформациями, которые имели бы место в том случае, если бы металл шва претерпевал укорочение, пропорциональное снижению температуры в процессе его охлаждения.  ENGL  Hot cracks formation  Possibility of hot cracks formation in welded seam is determined by next factors:   1. Size and character of plastic deformations, formed in metal of welded seam during crystallization; 2. The speed (rate) of increasing these deformations; 3. Deformational capacity of welded seam metal in temperature range of hot cracks formation.   Size and character of plastic deformations during crystallization of welded seam depend on relative change of metal volume. The volume of metal decreases with decreasing of the temperature, it is also increasing in the process of martensitic transformation into austenite (pearlite), and during metal transfer from liquid to solid state, it is unevenly decreased.  If metal volume shortening occurred in free state, no strains or deformations will originate. However, under conditions of welding the changing of metal volume in welded seam area is controlled by surrounding sector of basic metal.  The determination of actual deformations of crystallizing and cooling metal of welded seam has essential meaning for evaluation of hot cracks formation possibility, since the last one can form only in the case if in metal of welded seam deformations of tension occur, that exceed deformational capacity of material under conditions of current temperature.  Since the metal of welded seam is connected to basic metal, its actual deformation can significantly differ from temperature deformations for separately marked section of welded seam metal.  Under influence of welding source of heat, the temperature of basic metal is also changed, at that few its sections at this moment of time are cooling and because of this fact they are shortening, and more distant areas continue to heat up and, consequently, enlarge.  If in each moment of time of deformation enlargements would be equal to shortening deformations, the welded seam would not experience tensions. The necessary condition for hot cracks formation is existence of significant difference between actual deformations of crystallizing and cooling metal of welded seam and those heat deformations, which could appear in the case, if metal of welded seam endures shortening, which is proportional to temperature decreasing during the process of their cooling. |
| 02.01.2017  Методы оценки стойкости сварных соединений против холодных трещин (Часть 1).  Наиболее частым дефектом зоны сплавления при наплавке является холодная трещина (откол), расположенная на некотором расстоянии от поверхности сплавления. Температурные условия образования таких трещин и характер их развития дают основание связать процесс их образования с явлением замедленного разрушения  При разработке методики оценки склонности наплавленного металла к образованию отколов следует учитывать следующее.  Во-первых, для получения количественной характеристики прочности зоны сплавления необходимо испытание 15— 20 образцов одного наплавляемого металла. Отсюда следует требование простоты, экономичности и малой металлоемкости методики.  Во-вторых, наплавочные сплавы, как правило, обладают весьма низкой пластичностью и склонностью к образованию сетки трещин в слое наплавки, что накладывает ограничения на выбор формы образцов, процесс наплавки и схему нагружения.  В-третьих, для достижения тождественности условий формирования стоков энергии в зонах сплавления лабораторных образцов и реальных изделий необходимо, чтобы термодеформационные циклы их зон сплавления были близки. Учитывая сказанное и основываясь на предположении, что остаточные напряжения первого рода, как источник энергии зарождения и развития холодных трещин, можно моделировать путем приложения к наплавленному образцу ограниченных размеров постоянных внешних усилий (непосредственно после наплавки), была разработана методика количественной оценки склонности наплавочных сплавов к образованию отколов. Данная методика заключается в следующем: образец, состоящий из планки 2 (рис. 1) с отверстием диаметром 12 мм и массивного бруска 1,  Рис.1 Вид образца и схема приложения к нему нагрузки: 1 – брусок; 2 – планка.  собирают так, чтобы между планкой и бруском был зазор 1мм. Брусок 1 имитирующий наплавляемую деталь, изготовляют из стали, на которую производят наплавку.  Планка 2 может быть изготовлена из любой стали. После сборки отверстие заплавляют соответствующим электродом. Поскольку планка в начальный момент изолирована от бруска, дуга возбуждается между электродом и основным металлом, проплавляя его на некоторую глубину. На одном бруске можно наплавить до сорока точек, используя все четыре его грани. Ввиду малого отношения объема наплавленного металла к объему образца и кратковременности действия источника тепла, термический цикл зоны сплавления отличается значительными скоростями охлаждения, сопоставимыми с реальными. | 04.01.2017  Аттестация технологии сварки (Часть 6).  Общая программа мероприятий по аттестации технологии путем проведения испытаний:  - определение параметров сварки;  - проверка пригодности оборудования и материалов;  - наблюдение за сборкой под сварку и за процессом выполнения сварки с регистрацией всех важных параметров и результатов;  - выбор, определение и вырезка необходимых контрольных образцов;  - испытание и оценка образцов;  - анализ результатов испытаний на предмет соответствия требованиям стандартов;  - разрешение на использование утвержденной технологии в процессе производства;  - индивидуальная аттестация сварщиков в соответствии с данными техническими требованиями;  - наблюдение за использованием данной технологии при реализации производственного процесса для обеспечения стабильных удовлетворительных результатов.  Несмотря на то, что между процедурами, которые применяются в различных компаниях, могут существовать некоторые отличия, большинство указанных мероприятий достаточно важны и заслуживают внимания. Инспектору по сварке может потребоваться принять участие во всех 9 этапах или только в некоторых из них, что также зависит от организационной структуры компании.  Необходимо понять, что одним из наиболее важных аспектов аттестации технологии является ее использование в ходе производственных сварочных работ. Зачастую компании проводят испытания по программе аттестации исключительно в целях удовлетворения требований заказчика. По завершении аттестации протоколы испытаний помещаются в папку, которая хранится на полке или в шкафу для документации. Это не приносит какой-либо пользы сварщику в цеху, который должен знать информацию, указанную на бланках аттестации технологии.  Описания технологий представляют собой инструкции по сварке, поэтому при работе они должны быть легко доступны для сварщика. Указанные в них данные включают в себя всю необходимую информацию относительно утвержденной технологии сварки, что позволяет сварщику просматривать эти требования при возникновении каких-либо вопросов. Это также удобно для инспектора по сварке, который может проверять требования к технологии сварки и сравнивать их с фактическими параметрами, применяемыми сварщиком на производстве. Контроль при выполнении сварки также позволяет выявить недостатки технологии, которые могут проявиться только в процессе проведения сварочных работ. При обнаружении недостатков инспектор по сварке может сообщить о них бригадиру или инженеру-сварщику в целях выполнения корректирующих действий.  Для каждого сборника норм и правил были разработаны стандартные бланки, позволяющие в краткой форме представить информацию об аттестации технологии, которые используются в целях упрощения работы. |
| 06.01.2017  Зарождение кристаллов в жидкости (Часть 2).  На величину критического размера зародыша влияет поверхностное натяжение (γ) на границе кристалла и жидкости. Чем больше энергия межфазной границы, тем большие флуктуации энергии необходимы и образование зародышей затрудняется. Способность расплавов к переохлаждению зависит от сходства ближних порядков упаковки атомов в жидком и кристаллическом состояниях. Если сходство мало, то поверхностное натяжение между кристаллами и жидкостью велико и для образования межфазной поверхности потребуется бо́льшие флуктуации энергии. Самопроизвольное образование зародышей в чистом виде встречается лишь в тщательно очищенных от примесей жидкостях. Такую очистку производят многократным фильтрованием, перегонкой в вакууме, выкристаллизовыванием из растворов и другими путями. В технических металлах всегда имеются неметаллические включения, на поверхности которых и происходит гетерогенное зарождение центров кристаллизации уже при небольшом переохлаждении. Зарождение кристаллов катализируется и поверхностью стенок сосудов (форм), в которых кристаллизуется жидкость.  При гетерогенном зарождении кристаллик возникает на поверхности постороннего твердого тела, как на подложке. Обычно принимается, что он имеет форму полусферического купола. Кристаллик становится устойчивым по достижении некоторого размера. При этом существенным является не число атомов в кристалле, а кривизна поверхности его раздела с жидкостью.  На зарождение кристалла эффективно влияют включения, решетка которых сходна по типу (изоморфна) с решеткой кристаллизующегося вещества и параметры сопрягающихся решеток включения и кристаллизующегося металла близки (отличие не превышает 9%). В этом случае в образующемся на поверхности включения адсорбированном слое расположение атомов будет почти таким же, как и в кристалле данного вещества, или близким к нему. Вследствие этого изоморфные включения являются хорошей подложкой и затвердевание жидкости начинается при меньшем переохлаждении, чем в случае гомогенного зарождения. | 09.01.2017  Методы оценки стойкости сварных соединений против холодных трещин (Часть 2).  Металлургические процессы, происходящие при наплавке точки, несмотря на кратковременность их протекания, воспроизводятся, по-видимому, с той же степенью завершенности, как и при наплавке реальных изделий.  Симметричность наплавленной точки позволяет прикладывать к ней усилия двух типов: отрыва, вызывающего в зоне сплавления нормальные напряжения σ и кручения, вызывающего в зоне сплавления касательные напряжения Ƭ.  Известно, что при наплавке металлом, претерпевающим структурные превращения мартенситного типа, в зоне сплавления возникают касательные напряжения значительной величины, при релаксации которых зарождаются микротрещины. Поэтому нагружение точки кручением дает дополнительную возможность более детального изучения как самого явления задержанного разрушения, так и прочностных характеристик зоны сплавления испытуемого наплавляемого металла.  Для экспериментальной проверки методики разработана и изготовлена двухпозиционная испытательная машина, кинематическая схема которой изображена на рис.1.  Рис.1. Кинематическая схема испытательной машины: а – для нагружения образца отрывом; б – для нагружения образца кручением (1, 3, 4 – рычаги; 2 – неподвижная ось вращения; 5 – карданный вал; 6 – планка; 7 – брусок).  Проводили сравнительную оценку склонности к образованию отколов двух марок наплавляемого металла. Наплавку производили порошковой проволокой, обеспечивающей химический состав наплавленного металла, приведенный в таблице 1.  По окончании наплавки образец нагружали отрывом или кручением. Промежуток времени между окончанием наплавки и приложением нагрузки к образцу был равен 2 *мин.*  Таблица 7.1 – Химсостав наплавленного металла  (Марка сплава), (содержание элементов в наплавленном металле в %)  За показатель склонности наплавленного металла к образованию отколов принимается наибольшее (критическое) напряжение, при котором не происходит разрушение образцов в течение 20 *ч.*  На рис. 2 представлены результаты испытаний сплавов двух марок. Видно, что и при кручении, и при отрыве время до разрушения образца зависит от величины приложенного напряжения, причем с уменьшением внешних напряжений оно увеличивается.  Рис.2. Кривые задержанного разрушения образцов: а – при нагружении отрывов; б – при нагружении кручением (1 – сплав У250Х5; 2 – сплав У250Х5Т5).  Следует отметить существенную разницу в результатах испытаний образцов при приложении к ним усилий отрыва и кручения. Так, при нагружении образцов отрывом (рис. 2, *а)* время до разрушения во всем диапазоне напряжений вплоть до точки перегиба кривой чрезвычайно мало, что указывает на высокую скорость развития холодных трещин. В то же время при нагружении образцов кручением оно значительно больше. Изменяется также и соотношение критических напряжений. При нагружении отрывом критическое напряжение в сплаве У250Х5Т5 в два раза больше, чем сплава У250Х5. При испытании кручением величина соотношения напряжений приблизительно равна 4,5. |
| 11.01.2017  Методы оценки свойств материалов на стадии образования и развития трещины.  Раньше считалось, что как в основном металле, так и в сварном соединении недопустимо наличие трещин, а их появление в процессе службы изделия означает почти мгновенное его разрушение.  Однако, в действительности оказалось, что изготовить конструкцию без трещин удается далеко не всегда и довольно часто конструкциям значительное время приходится работать при наличии развивающихся трещин.  Разрушение таких конструкций зависит от того, какая нагрузка может выдерживаться материалами, содержащими трещину. Показателем нагрузки, выдерживаемой материалом при наличии трещины, является так называемая вязкость разрушения, характеризующая сопротивление распространению трещин.  Зная вязкость разрушения можно оценить критическую длину трещины, вызывающей хрупкое разрушение при нагружении или выбрать рабочие напряжения, при которых не будет осуществлено хрупкое разрушение.  Наука, занимающаяся изучением поведения тел с трещиной при нагружении называется **механикой разрушения**.  Начало исследований развития трещин относится к 1913 г. – работы Инглиса, Мусрелишвили – в рамках теории упругости решена задача о равновесии бесконечности тела с эллипсоидальной полостью.  Грифитс (1920) – начало нового этапа механики разрушения, этап детального изучения самого процесса разрушения. Считалось, что в теле уже имеются трещины, которые и приводят к хрупкому разрушению. Он учел внутренние силы – силы поверхностного натяжения – получил для бесконечно хрупкого тела с прямолинейной трещиной полушириной l критические напряжения при достижении которого трещина распространится самопроизвольно без подвода энергии извне:  Важный этап в развитии теории распространения трещин связан с именем Ирвина и Орована. Своими работами они развили теорию квазихрупкого разрушения – для вязких материалов, разрушающиеся хрупко при определенных условиях. **Квазихрупкий механизм** – пластическая деформация сосредоточена в очень узком слое вблизи поверхности разрушения.  Для таких материалов можно воспользоваться уравнением Грифитса, вводя вместо поверхностной энергии работу пластической деформации у поверхностной трещины.  Вставить формулу 1 (не переводить)  т.к. p >> γ ; P - работа пластической деформации в приповерхностном слое трещины.  Обозначив величину 2Р через Gc получим  Вставить формулу 2 (не переводить)  где Gc - характеризует работу, которую необходимо затратить на образование новой поверхности трещины единичной площади в момент начала ее самопроизвольного роста.  Эта величина зависит от вида напряженного состояния, развивающегося в период роста трещины. Gc - энергетический критерий вязкости разрушения.  Известно, что линейная теория упругости дает однозначные соотношения между напряжением (σ), деформацией и энергией (Gc). Поэтому, энергетический критерий вязкости разрушения Gc (GIc) имеет эквивалентный критерий, выраженный через напряжение.  Ирвин нашел связь энергетического критерия разрушения с напряженным состоянием у кончика трещины. | 13.01.2017  Марочник сталей и сплавов: Ст20Г  Steel grade guide |
| 16.01.2017  Испытание на растяжение (ЧАСТЬ 5).  При проведении испытания на растяжение наступление предела текучести отмечается снижением показаний прибора или записывающего устройства. Предел текучести можно определить путем наблюдения и регистрации такого снижения нагрузки. Такой метод называется методом падения рычага испытательной машины, которое показывает, что испытываемый образец достиг предела упругости.  В момент проявления этого свойства текучести пластическая деформация металла возрастает с такой скоростью, что снятие напряжений происходит быстрее их возникновения. Когда пластическая деформация наступает при комнатной температуре, она называется холодной обработкой (нагартовкой). Такое воздействие придает металлу повышенные прочность и твердость, а металл называется нагартованным. Поэтому текучесть сохраняется до тех пор, пока металл не становится нагартованным до такой степени, что для дальнейшего удлинения от требует приложения дополнительной нагрузки. Из этого следует, что кривая начинает расти вверх нелинейно.  Напряжение и деформация продолжают возрастать с разными скоростями, пока не будет достигнут какой-то максимальный уровень напряжения. Этот уровень называется максимальным напряжением, или пределом прочности при растяжении. На рис.1 можно видеть точку, в которой достигается максимальное напряжение и за которой начинается заметное снижение напряжения.  Рис.1. Сравнение истинной и инженерной кривых напряжение-деформация.  Хотя рост деформации продолжается (инженерная кривая). Это происходит вследствие сужения сечения на участке, где начинается формирование шейки, в результате которого фактическая площадь сечения, сопротивляющегося приложенному напряжению, меньше первоначальной площади. Поскольку напряжение вычисляется на основе первоначального значения площади, может показаться, что нагрузка падает, а на самом деле она фактически продолжает возрастать, если рассматривать ее значение, выраженное в фунт-силах на квадратный дюйм.  Если в ходе проведения испытания на растяжение непрерывно вычислять нагрузку на базе фактической площади, сопротивляющейся прилагаемой нагрузке, можно построить истинную кривую «напряжение – деформация». На рис.1 для сравнения показаны две кривые: истинная кривая и упомянутая ранее инженерная кривая. Можно видеть, что деформация образца нарастает по мере роста напряжения. На истинной кривой заметно, что разрушение происходит как при максимальном напряжении, так и в точке максимальной деформации. | 18.01.2017  Поры в сварном шве (Часть 2).  Туннельные поры представляют собой еще один вид удлиненных пор. Обычно туннельные поры с образованием усадочной раковины представляют собой наиболее опасный дефект в том случае, если основное назначение сварного шва заключается в удержании газа или жидкости; поскольку при этом существует большая вероятность образования пути утечки.  Причиной формирования пор обычно бывает наличие загрязняющих веществ или влага в зоне сварки, которые, распадаясь под воздействием высокой температуры, превращаются в газ. Источниками появления загрязняющих веществ или влаги может служить электрод, основной металл, защитный газ или окружающая атмосфера. Однако изменения в методике сварки также могут стать причиной появления таких пор. В качестве примера можно привести использование слишком длинной дуги при сварке металлическим покрытым электродом безводородного типа. Другой пример – слишком высокая скорость перемещения источника тепла при выполнении дуговой сварки под флюсом, в результате чего образуются туннельные поры. Таким образом, наличие пор указывает на то, что в каком-либо аспекте сварочные работы выполняются ненадлежащим образом.  На радиографическом изображении поры выглядят как четко очерченная затемненная зона, поскольку их наличие означает значительное уменьшение плотности материала. Обычно такая зона имеет округлую форму, за исключением туннельных пор. У такого типа пор будет заметен шлейф с характерным закруглением.  На рис.1 показан пример радиографического изображения скопления пор. |
| 20.01.2017  Аттестация сварщиков (Часть 1).  Результаты аттестации технологии сварки приобретают практическую значимость лишь после аттестации отдельных сварщиков для выполнения сварочных работ в соответствии с данной технологией. Эти два типа мероприятий отличаются друг от друга в силу различных целей их осуществления. Предположим, что с помощью того или иного метода были приняты и утверждены надлежащие технологии сварки. Для того чтобы определить, обладают ли сварщики достаточной квалификацией для выполнения качественных сварных швов с применением данных технологий, необходимо провести испытания по программе аттестации сварщиков.  В случае с аттестацией технологий основная задача заключается в проверке совместимости материалов и методов выполнения работ. После подтверждения совместимости проводится аттестация отдельных сварщиков, позволяющая определить уровень их квалификации. Таким образом, испытания по программе аттестации сварщиков проводятся по несколько иному принципу.  Несмотря на некоторые различия, аттестация сварщиков имеет ряд общих элементов с аттестацией технологии. К их числу относится существование основных параметров. В случае с аттестацией сварщиков данные параметры могут включать в себя положение сварки, геометрию соединения, тип и размер электродов, тип основного металла, толщину основного металла, а также конкретные методы выполнения сварки. Указанные параметры относятся к тем аспектам сварочных работ, которые непосредственно зависят от индивидуальных особенностей сварщика.  Как правило, в сборниках норм и правил четко оговариваются ограничения, которые распространяются на основные параметры. К примеру, в AWS D1.1 очень хорошо показаны ограничения для положений определенных типов сварных швов, применяемых при аттестации сварщиков. | 23.01.2017  Зарождение кристаллов в жидкости (Часть 3).  Большое влияние на зарождение оказывает и топография поверхности включения. Если на поверхности имеются углубления, то величина зародыша критического размера и работа образование его меньше, чем для плоской поверхности. Влияние неизоморфных примесей на зарождение кристалла может усилиться, если они предварительно находились в контакте с кристаллами данного вещества. При не очень низкой температуре под воздействием атомов кристалла строение поверхностного сбоя примесного включения изменяется, приспосабливаясь к строению кристалла. Такой процесс называют активацией примеси. На активированном включении легче адсорбируются атомы жидкости и оно становится подложкой. Таким образом, примеси играют роль катализаторов кристаллизации.  При перегреве выше точки плавления адсорбированный слой разрушается. Может сильно измениться и поверхностный слой включения. Оно может и частично раствориться и оплавиться. Это дезактивирует примесь, и при охлаждении перегретая жидкость ведет себя как очищенная. Если после расплавления металл не перегревался, кристаллизация его происходит с образованием такой же мелкозернистой структуры, которая существовала до расплавления. В связи с этим говорят о наследственности, устраняемой перегревом.  Таким образом, активные и активированные включения и стенки формы, способствуя образованию на подложке плоских зародышей, облегчают возникновение центров кристаллизации расплава. Принципиальная же картина кристаллизации остается той же. Кривая скорости образования зародышей для жидкостей с примесями смещается в сторону меньших переохлаждений. Величина смещения зависит от природы жидкости и включений и состояния их поверхности. Переохлаждаемость, например, тщательно очищенного висмута 45 – 46 град, а окисленного 12 град.  На скорость образования центров кристаллизации оказывают влияние и растворенные примеси, находящиеся в жидком металле в виде отдельных атомов (ионов). Они влияют на межфазную поверхностную энергию, в результате чего изменяются критические размеры зародыша.  Добавки к жидким металлам примесей, облегчающих зарождение кристаллов, широко используют в технике. Примесь, катализирующую образование центров кристаллизации, называют модификатором, а процесс введения ее в расплав и воздействие на кристаллизацию – модифицированием. Частицы окислов алюминия или ванадия облегчают зарождение кристаллов железа. Алюминий, медь и их сплавы модифицируют соответственно титаном и железом. |
| 25.01.2017  Критерии вязкости разрушения.  Для продвижения трещины в металле под действием растягивающих усилий необходимо затратить работу на протекание пластической деформации по границам образующей трещины и на образование новых поверхностей. Д. Ирвин и Е. Орован предложили ввести величину *G*, выражающую работу пластической деформации у устья трещины при продвижении ее на единицу длины в момент начала движения. Величина *G* может быть выражена в единице силы на единицу длины (Н/мм) или, как принято в механике разрушения, в единицах работы на единицу площади (Дж/мм2).  Величина *G* зависит от материала, геометрических размеров образца, длины трещины.  При растяжении пластинчатого образца с трещиной исходной длины *lо* (рис.1, а) будет происходить увеличение ее длины по мере нарастания нагрузки *Р*. При этом будет увеличиваться *G*, что объясняется ростом сопротивления распространению трещины *R*. Сопротивление развитию трещины *R* можно изобразить кривой, вид которой зависит от типа материала (рис.1, б, в). В некоторый момент наступает нестабильный (самопроизвольный) рост  трещины, что указывает на достижение величиной *G* критического значения, которое обозначается как *Gс*. Нестабильность разрушения начинается в точке, где прямая, выходящая из начала координат, касается кривой *R* (рис.1, б, в).  **Рис.1. Образец с трещиной (а) и типы *R* – кривых для хрупкого (б) и пластичного (в) металла**  Критическая величина *Gс* зависит от длины трещины и толщины образца (рис. 2), достигая минимального значения при некоторой толщине *δс*, при которой реализуется условие плоской деформации. Минимальное значение энергии, необходимой для нестабильного роста трещины, обозначают символом *G1с*. Известно, что линейная теория упругости дает однозначные соотношения между напряжением, деформацией и энергией. Поэтому энергетический критерий вязкости разрушения *Gс (G1с)* имеет эквивалентный критерий, выраженный через напряжения. Д. Ирвин предложил связать энергетический критерий с напряженным состоянием у кончика трещины, используя так называемый коэффициент интенсивности напряжений *К*, характеризующий величину усилия, передаваемого через область вершины трещины.  Рис.2. Влияние толщины образца на величину и характер излома (схема)  Коэффициент интенсивности напряжений зависит от материала, его структурного состояния, толщин испытуемого образца (подобно зависимости *Gс*из рис. 2) и направления усилия по отношению к плоскости трещины. Критическая величина коэффициента при отрыве будет достигаться при определенной толщине образца и обозначается *К1с*. Критический коэффициент интенсивности напряжений *К1с* является основным критерием вязкости разрушения материала и позволяет решать многие практически важные задачи выбора материала для металлических конструкций большой материалоемкости. Величины *К1с* и *G1с* связаны между собой простым математическим соотношением (для условий плоской деформации)  Вставить формулу 1 (не переводить)  Где *Е* - модуль упругости материала (МПа);  *ν* - коэффициент Пуассона.  Несмотря на некоторую необычность размерности *К1с* (Н/мм3/2 или МПа), его можно отождествлять с напряжением, действующим впереди вершины трещины по линии ее распространения на расстоянии 1/√2π от вершины. Иными словами, если мы знаем в какой-то момент нагружения значение коэффициента *К1*, то поделив его на 1/√2π, (≈2.5), получим напряжение в точке, удаленной в направлении ожидаемого распространения трещины от вершины ее на 1 мм. | 27.01.2017  Методы оценки склонности металла шва к образованию горячих трещин (Часть 1).  В качестве критерия, оценивающего сопротивляемость металла шва образованию горячих трещин, приняты максимальная величина и темп нарастания внутренних пластических деформаций, которые металл может выдержать в процессе сварки без разрушения.  Испытания проводят по следующей схеме. В канавку образца (рис.1) наплавляют валик с использованием тех сварочных материалов, которые подвергаются испытанию. При помощи отверстий Ǿ22 мм образец закреплен в губках испытательной машины и может растягиваться при сварке вдоль оси с определенной скоростью *А, мм/мин.*  Растягивание образца начинается не одновременно с зажиганием дуги, а в тот момент, когда дуга пройдет среднее сечение, где сделаны отверстия Ǿ7, служащие концентраторами деформаций. Наличие концентраторов вызывает изгиб отдельных ветвей образца. Зазор между ветвями увеличивается, в результате чего, наряду с продольным, появляется также поперечное растяжение металла шва. Это дает возможность приблизить условия испытаний к схеме деформаций, реально возникающей в шве при сварке.  Рис.1. Форма образца для испытаний металла на технологическую прочность  Если при известной скорости перемещения зажимов испытательной машины в температурном интервале хрупкости металл шва разрушился и в нем появилась трещина, то дальнейшая деформация образца способствует раскрытию этой трещины до отчетливо наблюдаемых размеров. Когда горячих трещин нет, металл шва деформируется пластично до конца испытаний. Таким образом, меняя скорость (темп) перемещения зажимов в разных опытах (при постоянстве всех прочих условий), можно найти критическую скорость растяжения образца, превышение которой вызывает появление горячих трещин в металле шва. Эта критическая скорость Акр и принята в качестве критерия сопротивляемости металла шва образованию горячих трещин при сварке, т. е. является показателем его технологической прочности. |
| 30.01.2017  Рост кристаллов (Часть 1).  Рост зародышей происходит в результате перехода к ним атомов жидкости. Во многих случаях, однако, он не сводится к такому одностороннему переходу атомов. Атом, принадлежащий жидкости, попадая на плотноупакованную грань кристалла, не обязательно останется на ней. Вероятность возвращения его в жидкость зависит от того, насколько прочно он удерживается соседними атомами. Одиночный атом А (рис.1)  Рис.1. Схема присоединения атомов к грани кристалла  слабо связан с гранью и может вернуться в расплав. Подобной может быть и судьба группировки из двух или нескольких атомов, осевших на грань. Прочнее удерживается атом в положении Б и еще лучше – в положении В. На плоской поверхности атомы могут закрепляться в том случае, если образуют скопления определенной (критической) величины. Такие группировки называют двухмерными зародышами. Присоединяясь к их кромкам в позициях типа Б и В, атомы прочнее удерживаются на поверхности кристалла, реже возвращаются в жидкость и слой растет быстрее. Благодаря нарастанию нового слоя на гладкой поверхности кристалла вновь образуется двухмерный зародыш и т.д. Таким образом, перемещение фронта кристаллизации происходит не непрерывно, а с паузами, необходимыми для образования двухмерного зародыша.  Допустим, что на идеализированной атомно-гладкой поверхности кристалла возник участок нового слоя, состоящий из m атомов. Изменение термодинамического потенциала при этом складывается из уменьшения химического потенциала на Δμ x m благодаря переходу атомов из жидкости в кристалл и из увеличения потенциала, обусловленного избыточной энергией атомов, находящихся на кромке двухмерного зародыша.  Затруднения, связанные с образованием двухмерных зародышей, испытывают, по-видимому, лишь плотноупакованные атомно-гладкие грани. Необходимость в двухмерных зародышах отпадает, если на поверхности кристалла имеются дислокации и двойники. Дислокации (если вектор сдвига не лежит в плоскости грани) могут явиться постоянным источником ступенек, удобных для закрепления атомов. | 01.02.2017  Цепочка пор.  Цепочка пор в сварном шве возникает из-за малого тока, высокой скорости сварки и неравномерной подачи газа или газа повышенной влажности.  Цепочка пор является допустимым дефектом. Ремонт регламентируется нормативными документами на сварку.  На снимке цепочка пор видна в виде черных точек расположенных по прямой линии.  Рис.1. Цепочка пор. |
| 03.02.2017  Методы оценки склонности металла шва к образованию горячих трещин (Часть 2).  При испытании металл шва в процессе кристаллизации непрерывно подвергается поперечным деформациям, из-за чего в шве может образоваться продольная кристаллизационная трещина.  Начальную скорость деформации *А* выбирают настолько большой, чтобы возникновение трещины было гарантированным, а по мере перемещения дуги вдоль образца ее монотонно уменьшают (рис.1). Возникшая в начале шва трещина развивается вглубь кристаллизующегося металла вслед за перемещающейся дугой. Усилие, необходимое для деформации образцов, в этом случае незначительно, так как шов за дугой полностью разделен продольной трещиной, жидкая ванна деформируется свободно, а сопротивление деформации оказывает только слой металла.  Так как в процессе сварки скорость деформации *А* постоянно уменьшается, то с некоторого момента времени *t* она станет настолько малой, что металл, выдержит такую деформацию без образования трещины. Произойдет схватывание и начнется пластическая деформация упрочнившегося в результате охлаждения металла.  **Рис.1. Изменение скорости принудительной деформации в процессе испытания**  Преимущество данной методики перед другими методиками заключается прежде всего в чистоте эксперимента, так как испытанию подвергается только тот слой металла шва, свойства которого нас интересуют, и именно в тех условиях, которые весьма близки к реальным. Важно подчеркнуть, что в процессе испытания основной металл образцов и металл шва, деформации не подвергаются и их свойства на результаты испытаний не накладываются. | 06.02.2017  Марочник сталей и сплавов: Ст30Г  Steel grade guide |
| 08.02.2017  Испытание на растяжение (ЧАСТЬ 5). Стр.318 | 10.02.2017  Аттестация сварщиков (Часть 2). Стр.281 |
| 13.02.2017  Рост кристаллов (Часть 1).  Стр.41 книга металлография/ Выход на поверхность кристалла…….. |  |

## 