Последствия брака в сварке.

Сварщик — это профессия ответственная, почти виртуозная, от качества работы которого, зависит многое — долговечность и устойчивость строительных конструкций, их работа и срок службы различной техники.

Качественная сварка – залог надежности конструкции. Брак в сварке может привести к серьезным последствиям, включая уменьшение прочности соединений, увеличение затрат на переработку и опасность аварии. Понимание последствий брака позволит улучшить процессы сварки и повысить безопасные эксплуатационные характеристики сварных соединений.

В связи с возросшими требованиями, предъявляемыми к долговечности и прочности сварных металлоконструкций и к их качеству, с появлением новых, некачественных металлов и сплавов на рынке, появилась необходимость в умении выявлять их, избегая наличия вредных примесей в свариваемых материалах, так как это отражается на качестве сварки.

Сварка является важной технологией в строительстве и производстве, а потому понимание последствий брака в сварке имеет высокую актуальность для обеспечения безопасности и долговечности конструкций.

Во время сваривания металлических деталей периодически возникают ситуации, когда шов может получиться не таким, как это должно быть по инструкции. Существуют различные виды отклонений и брака, которые могут сделать соединение непригодным для эксплуатации. Иногда возникают дефекты сварных швов и соединений, после которых детали не допускаются в работу, так как эти проблемные места снижают технические характеристики изделия. Они не смогут выдерживать запланированные нагрузки. Чтобы все не закончилось трагедией, перед использованием полученные швы проходят специальную проверку.

Существуют допустимые дефекты сварных соединений, величина и род которых не смогут повлиять на характеристики достаточно сильно, но есть и те, которые категорически недопустимы. Чтобы шов был максимально качественным, его состав должен полностью совпадать с составом основного металла. Чем больше будет различий, тем меньше станет прочность соединения.

Во время образования сварочной ванны и формирования валика шва внутрь расплавленного металла могут попадать различные посторонние предметы и элементы, которые нарушат целостность структуры. Если в наплавленном металле появляются из-за этого пустоты, вкрапления посторонних веществ, поры и прочие включения, то такие дефекты сварных швов становятся серьезной причиной, чтобы не допустить их к использованию.

Чаще всего встречаются такие виды дефектов как неравномерность валика, неполномерность шва, раковины и крупная чешуйчатость. При использовании автоматической сварки причинами возникновения брака могут стать: − проскальзывание проволоки в держателе; − скачки в параметрах электросети; − люфты механизма подачи; − сдвиг угла наклона электрода; − затекание в зазор расплавленного металла. При работе вручную нередко возникают проблемы, связанные с человеческим фактором. Рассматривая дефекты сварных швов и причины их образования, стоит отметить следующее: во время точечной сварки, которая проводится под давлением, часто возникают неравномерность шага точек, смещение осей стыкуемых деталей и вмятины от силового воздействия.

Для определения наружных и скрытых дефектов используются разнообразные методы, для которых может потребоваться особое оборудование. Механические испытания сварных соединений показывают все недостатки созданных деталей. Дефекты сварных швов проверяются по ГОСТ 30242-97 – Дефекты соединений при сварке металлов плавлением.

Если допущенные в изделии отклонения не превышают установленных допусков, изделие (сварной шов) может быть принято в эксплуатацию. Здесь важно знать, на что влияет допущенное отклонение, как при этом изменяется характеристика изделия (конструкции). К примеру, усиление шва не снижает прочности при статических нагрузках, однако сильно влияет на вибрационную прочность. Чем больше усиление шва и, следовательно, меньше угол перехода от основного металла к наплавленному, тем сильнее оно снижает предел выносливости.

Кратеры, как и прожоги, во всех случаях — недопустимые дефекты и подлежат исправлению. Часто кратер является очагом развития трещин.

Наплывы, резко изменяя очертания швов, образуют концентраторы напряжений и тем самым снижают выносливость конструкций. Наплывы, имеющие большую протяженность, следует считать недопустимыми дефектами, так как они нередко сопровождаются непроварами. Небольшие местные наплывы считают допустимыми дефектами.

Опасным дефектом является подрез. Он не допускается в конструкциях, работающих на выносливость. Подрезы небольшой протяженности, ослабляющие сечение шва не более чем на 5% в конструкциях, работающих под действием статических нагрузок, можно считать допустимыми.

Трещины — наиболее опасный дефект сварных швов. Они являются сильными концентраторами напряжений. Выявленные трещины оставлять без исправления (подварки) обычно не разрешается. Сварные швы с трещинами исправляют по специальной технологии, гарантирующей надежную работу сварного соединения.

Непровары снижают работоспособность сварного соединения за счет ослабления рабочего сечения, создают концентрацию напряжений в шве. При вибрационных нагрузках мелкие непровары снижают прочность соединения до 40%. Большие непровары корня шва могут снизить прочность на 70%.

Поры, газовые и шлаковые включения. Этот вид дефекта незначительно влияет на прочность соединения в целом. Но расположенные в виде цепочки поры уже представляют опасность, существенно снижая прочность. Так что здесь очень важно геометрическое расположение пор и включений, чем более они упорядочены, тем большую опасность представляют. Если шлаковые включения расположены в глубине шва, это тем более опасно.

В заключение следует сказать, что изготовить ряд швов, не имеющих дефектов вообще, практически невозможно. Все дело в том, чтобы было минимум допустимых дефектов.

Причинами возникновения аварийных ситуаций являются, как правило, отказы технических систем вследствие ошибок в проектировании, нарушения технологии изготовления, условий и режимов эксплуатации, деградация свойств материалов при длительной эксплуатации, природные явления типа землетрясений, цунами и др.

# Самые большие катастрофы, спровоцированные неграмотной сваркой:

1. Нью-Йорк, 2008 год, Падение крана.

Дефект был обнаружен в сварном шве поворотной платформы крана, благодаря которой и происходит изменение направления движения. Деталь была отправлена ​​на ремонт всего за несколько месяцев до катастрофы. Причиной падения крана стало разрушение ремонтного шва в этой детали.   
В результате этой катастрофы обвалилась 60 метровая часть крана. Значительных жертв удалось избежать, погибли два работника (один из них работал на этом кране, другой — попал под обломки крана при его падении).

2. Хьюстон (штат Техас) 2004, Взрыв на фабрике по переработке нефтепродуктов.

Трагедия произошла в декабре 2004 года, в городе Хьюстон (Техас) на фабрике Marcus Oil facility, которая занимается переработкой полиэтиленовых восков для промышленного использования. В баке, который взорвался, находились неочищенные парафины, которые являются побочным продуктом производства.

По неизвестным причинам произошел взрыв одного из хранилищ высокого давления, в котором хранились необработанные продукты нефтехимической промышленности. Сначала прогремел взрыв, тогда начался очень сильный пожар, который удалось затушить только спустя 12 часов. Несколько жителей были ранены в результате ранения осколками, которые разлетелись более чем на 500 метров. Во многих окрестных домах и автомобилях вылетели стекла. В результате пожара была практически полностью уничтожена фабрика Marcus Oil facility, сгорело 50000 фунтов (22700 кг) нефтепродуктов.

В ходе расследования CSB было выяснено, что взорвалось хранилище высокого давления №7. Незадолго до этого, данный сосуд проходил модернизацию, а именно установку нагревательных катушек. После этой модернизации необходимо герметизировать сосуд, путем приварки временной стальной пластины над техническим отверстием. Следствие выяснило, что ремонтные швы не соответствовали принятым стандартам качества для хранилищ высокого давления. Владелец фабрики грубо нарушил технику безопасности, наняв неквалифицированного сварщика, который выполнил шов ненадлежащего качества (не было выполнено скоса кромок, поэтому произошел значительный непровар. Также была замечена концентрация пор в шве, что абсолютно недопустимо для резервуаров, работающих под давлением). Также было выяснено, что никаких проверок после работ не было проведено, резервуар сразу был пущен в работу. Именно из-за разрушения шва между пластиной и временным отверстием и произошел взрыв. Механические характеристики (прочность и жесткость) сварного соединения были в четыре раза меньше, чем минимально допустимые для такого класса оборудования.

3. Берингово море (у берегов Аляски) Декабрь 2004, Разлом корабля MV Selendang Ayu, экологическая катастрофа.

28 ноября 2004 Selendang Ayu покинул Сиэтл, Вашингтон, направляясь в Сямэнь, Китай. На борту находился груз 60,200 тонн соевых бобов, а также 1000 тонн мазута. Прибытие в Китай был назначено на 17 декабря, но из-за сильных штормов судно шло на тихом ходу, поэтому прибытие переносилось.  
 После того, как корабль прошел через пролив Unimak, у судна появились значительные неполадки двигателя, поэтому его было решено отключить. На тот момент судно находилось на 46 миль (74 км) к юго-западу от острова Bogoslof и около 100 миль (160 км) от порта Dutch Harbor.  
Было установлено, что причиной отказа двигателя являлась трещина во вкладыше третьего цилиндра, поэтому инженеры корабля решили изолировать этот цилиндр, перезапустить двигатель, используя пять оставшихся цилиндров и отойти к гавани, где можно было бы отремонтировать дефектный цилиндр. Однако после изоляции цилиндра двигатель запустить не удалось. Шквальный ветер (8 по шкале Бофорта) относил корабль в сторону берега со скоростью 3 км / ч. Не смотря на все усилия, с утра двигатель не запустился на 5 цилиндрах, поскольку оказалось, что 4 из них были сильно повреждены (трещины в поршнях).  
За несколько дней, которые корабль пробыл в свободном дрейфе, он успел приблизиться к мели. Попытки оттянуть корабль буксиром терпели неудачу, поскольку буксир не мог преодолеть силы волн (высотой до 7.6 метров).

###### В этом случае сварка не являлась причиной катастрофы, но поскольку корабль, находясь на мели сломался (именно по швам), некачественные швы можно обвинить в экологической катастрофе, поскольку при разломе корабля в море было выброшено около 900т нефтепродуктов. Эксперты отметили, что в процессе постройки корабль не проходил надлежащий контроль сварных швов.

4. Мексиканский залив (штат Луизиана) 2005, Падение нефтяной платформы

Thunder Horse PDQ является крупнейшей полупогруженной нефтедобывающей платформой в мире.

Затраты на строительство составили около пяти миллиардов долларов, а платформа, как ожидается, должна работать в течение 25 лет.  
Thunder Horse PDQ была эвакуирована в связи с приближением урагана Dennis в июле 2005 года. После того, как ураган закончился, платформа сильно накренилась. Комиссия, которая осматривала платформу незадолго до этого, не обнаружила никаких нарушений целостности конструкции и рекомендовала отправить платформу на постоянное место работы.

После осмотра платформы было выяснено, что трубы, которые вели к подводному коллектору оказались оторванными. Все трещины прошли по сварным швам, что и доказало, что причиной стало очень низкое их качество.  
 Главный инженер платформы Гордон Аакер отметил, что «такая поломка на месте добычи могла бы вызвать экологическую катастрофу»  
 Однако меньше чем через год платформа была полностью отремонтирована и вновь работала.

Необходимо отметить, что, несмотря на существующие исследования, предотвращение критических ситуаций, остаётся сложной задачей.

Дефекты часто возникают при недостатке квалификации: знаний и опыта. Новички ошибаются при настройке аппарата, подготовке деталей, сборке элементов под прихватки и сварку, выборе скорости работы.

С опытом ошибок и дефектов становится меньше. Чтобы избегать их, надо точно подбирать режим сварки, расходные материалы, тщательно готовить поверхность и делать пробные швы на подходящем куске металла.

Изготовление металлоконструкций – это крайне тяжелый вид производства, подразумевающий использование оборудования по последнему слову техники и выполнение работ высококвалифицированным персоналом. Качество данного материала зависит от многих факторов, процесс контроля которых должен быть предусмотрен на всех этапах его производства.

В условиях современной строительной площадки - при большой насыщенности ее строительными машинами и механизмами и одновременном производстве работ многими субподрядными организациями - строгое соблюдение требований техники безопасности не может быть обеспечено только инженерно-техническими работниками и работниками службы охраны труда. Личная и коллективная безопасность работающих может быть обеспечена только при правильном отношении к требованиям охраны труда всех членов коллектива.

Все работники организации, в том числе ее руководитель, обязаны проходить обучение по охране труда и проверку знаний требований охраны труда в порядке, определенном Правительством Российской Федерации. Для всех поступающих на работу лиц, а также для лиц, переводимых на другую работу, работодатель (или уполномоченное им лицо) обязан проводить инструктаж по охране труда, организовывать обучение безопасным методам и приемам выполнения работ и оказания первой помощи пострадавшим.

Расследованию и учету подлежат несчастные случаи, происшедшие на производстве с работниками и другими лицами при выполнении ими трудовых обязанностей и работы по заданию организации и индивидуального предпринимателя, в том числе подлежащие обязательному социальному страхованию от несчастных случаев на производстве и профессиональных заболеваний.

Список использованных источников

1. Винокуров, В. А. Сварные конструкции. Механика разрушения и критерии работоспособности / В. А. Винокуров, Г. А. Николаев ; под ред. Б. Е. Патона. – М. : Машиностроение, 1996. – 576 с., ил.

2. Николаев, Г. А. Сварные конструкции. Прочность и деформации конструкций : учебное пособие / Г. А. Николаев, С. А. Куркин, В. А Винокуров. – М. : Высшая школа, 1982. – 272 с.

3. Пояркова, Е. В. Прочность сварных конструкций : учебное пособие / Е. В. Пояркова, Л. С. Диньмухаметова, Ж. Г. Калеева. – Орск : Изд-во Орского гуманитарно-технологического института (филиала) ОГУ, 2012. – 222 с.

4. Алексеев Е.К., Мельник В.И. Сварка в промышленном строительстве – М Стройиздат, 1977 –377 с

5. Межгосударственный стандарт ГОСТ 2.312–72\* «Единая система конструкторской документации. Условные изображения и обозначения швов сварных соединений» (утв. постановлением Государственного комитета стандартов Совета Министров СССР от 10 мая 1972 г. №935)

6. Электронные ресурсы

<https://www.bibliofond.ru/view.aspx?id=868479>

<https://www.svarcka.ru/poleznye-materialy/kak-izbezhat-defektov-pri-svarke.html>

<https://www.svarcka.ru/poleznye-materialy/deformacii-pri-svarke.html>