



волн АЭ. Это позволило существенно упростить, решение задачи за счет инкапсуляции базовой функциональности модели в объектах, моделирующих поры, и обеспечить в рамках того же самого алгоритма моделирования, возникновения и развития разнообразных полей повреждений в разных условиях с учетом влияния концентрации напряжений.

Разработана математическая модель, связывающая АЭ и акустические свойства материала с процессом накопления повреждений, который трактуется как возникновение, рост и взаимодействие сферических пор с учетом влияния объемного распределения повреждений и геометрии концентратора на прохождение через материал акустических сигналов. Модель позволяет создавать эталоны АЭ для различных условий формирования поврежденности в материале. Усовершенствована методика аналитического расчета возникающих и распространяющихся в материале волн АЭ путем разбиения суммарной волны на

элементарные составляющие по волновым числам и комплексным частотам. Выполненные расчеты возникающих и распространяющихся в стержневых и плоских элементах конструкций акустических волн показали зависимость спектра, формы и амплитуд волн от толщины материала. Разработан и подтвержден экспериментально метод прогноза разрушающей нагрузки, основанный на сравнении данных реальных АЭ испытаний с эталонами, получаемыми с помощью математической модели накопления повреждений, представленных в виде вектора состояния материала.

Научные результаты, полученные в работе, подтверждены на практике при анализе состояния действующих конструкций, внедрены и применяются в производственных условиях при диагностическом контроле и непрерывном АЭ мониторинге труб, барабанов котлов, сосудов давления, хранилищ и оборудования цехов производства аммиака, на мостовых переходах труб аммиакопровода.



ПО СТРАНИЦАМ ЖУРНАЛА «WELDING and CUTTING», 2009, № 6

СТИМУЛЫ РАЗВИТИЯ РЫНКА СВАРОЧНОЙ ТЕХНИКИ

Несмотря на экономический кризис, начавшийся с Уолл-стрита и охвативший за несколько месяцев весь мир, тенденция развития экологически чистой энергоиндустрии (финансируемой Всемирным банком, например, в областях солнечной и ветроэнергетики, ядерной и гидроэнергетики) способствует сохранению спроса на сварочное оборудование и материалы, которые составляют не менее 11% на мировом рынке и в настоящее время.

Ежегодный рост инвестиций в эту отрасль ожидается на уровне 6,9% (с 1,9 млрд в 2008 г. — до 3 млрд USD в 2015 г.), причем основные затраты предполагаются не на замену энергетического оборудования, а на его техническое обслуживание и текущий ремонт, для выполнения которого необходимо использование сварочной техники.

Исходя из всеобщего дефицита квалифицированных сварщиков, изготовители сварочных конструкций переходят

к использованию высокоавтоматизированных сварочных процессов с минимальными требованиями к обслуживающему персоналу.

Необходимость повышения производительности сварочных процессов и качества сварных швов, снижения расхода сварочных материалов, использования алюминия взамен стали способствует разработке и внедрению гибридных способов сварки и аппаратуры для изготовления и ремонта сварных узлов.

Таким образом, потребность в изготовлении, техническом обслуживании и текущем ремонте энергетического оборудования, реализуемая известными и новыми способами сварки (дуговая сварка под флюсом, сварка в среде защитных газов и гибридные способы сварки), всегда останется насущной необходимостью даже в условиях глобального кризиса.



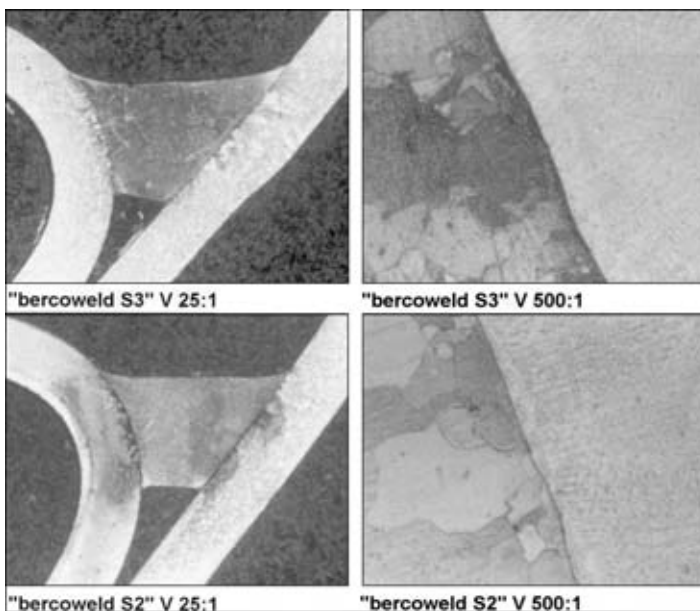
НОВЫЕ ЭЛЕКТРОДНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ПРОЦЕССОВ СВАРКИ И ПАЙКИ

Оцинкованная листовая сталь широко применяется в автомобильной промышленности, и если вначале ее сваривали электродами на основе стальной оцинкованной проволоки, то при переходе на проволоку из медных сплавов оказалось возможным увеличить производительность и снизить себестоимость сварочных процессов за счет сокращения затрат на исправление брака.

Новые электродные проволоки компании «Berkenhoff» (Германия) «bercoweld S2» и «bercoweld S3» для высокотемпературной пайки и сварки стальных оцинкованных листов на основе сплава типа SG-CuSi3Mn обеспечивают получение по сравнению со сварочной проволокой сплава CuSi3Mn более пластичных сварных швов, менее подверженных охрупчиванию за счет строгого ограничения содержания кремния в металле ниже 3 %, что, к тому же, улучшает адгезию фосфатных и лакокрасочных покрытий.

Автомобилестроители в условиях жесткой конкуренции вынуждены постоянно повышать качество внешнего вида автомобильного кузова и при этом постоянно снижать себестоимость его изготовления. В процессах сборки элементов кузова погрешности их изготовления приводят к резкому увеличению сварочного зазора. Поэтому к основным требованиям, предъявляемым к присадочному материалу, добавляется необходимость качественного соединения листов при наличии больших зазоров, повышения скорости сварки, сокращения расхода материалов и времени. Именно с этих позиций была проведена разработка проволоки «bercoweld S3» диаметром от 0,8 до 1,6 мм, пригодная для большинства процессов соединения автомобильных кузовных узлов, включая стандартные МИГ-процессы, лазерную и плазменную пайку.

Возможность получения качественных паяных соединений проволоками «bercoweld S3» и «bercoweld S2» при зазорах, превышающих толщину соединяемых листов, показана на прилагаемых фотографиях.



К достоинствам проволоки «bercoweld S3» относится возможность соединения высокопрочных сталей, которые все чаще стали использоваться в автомобилестроении.

Компания «Berkenhoff» обеспечивает полный цикл изготовления проволоки из цветных металлов, начиная от плавки сырья в собственном литейном цеху, протяжки проволоки в алмазных фильерах, вплоть до упаковки, что обеспечивает высокое качество готовой продукции как по стабильности химического состава, так и по чистоте поверхности проволоки.

Помимо присадочной проволоки из цветных металлов, используемых в процессах сварки и пайки, компания «Berkenhoff» выпускает прецизионную проволоку для электроискровой обработки металлов и других отраслей промышленности, включая электронную и медицинскую.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ КОНЦЕНТРАЦИИ ДИФФУЗИОННОГО ВОДОРОДА В СВАРНЫХ ШВАХ

Высокая диффундирующая способность атомов водорода в металлах способствует формированию в нем очагов разрушения. Причем водород проникает в металл не только в процессе его обработки, например, при плавлении, травлении, термической обработке, но и в процессе коррозии. Более того, атомарный водород всегда образуется в изделиях в зонах, подверженных напряжениям растяжения.

В процессах сварки водород проникает в сварные швы из влаги, содержащейся в присадочных и свариваемых материалах, в окружающей атмосфере, и других источниках. Концентрация водорода в зонах нарушения строения кристаллической решетки металла может приводить к рекомбинации атомарного водорода с повышением локального давления вплоть до 1000 атм, что сопровождается возникновением в металле холодных трещин.

Метод горячей экстракции водорода из исследуемых образцов металла по сравнению с ртутным методом позволяет

точнее измерять его содержание и за более короткое время, например, анализатором водорода «G4 Phoenix DH». Этот прибор прост в обслуживании, снабжен автоматической системой проведения измерений, удобной компьютерной программой обработки данных и выдает результат в промилле или в миллилитрах на 100 грамм.

Измерение концентрации водорода в образце происходит при его нагреве инфракрасными лучами до температуры порядка 400 °С в кварцевой трубе диаметром 30 мм. Транспортным агентом выделяемого водорода является аргон высокой чистоты, который затем прокачивается через датчик измерения теплопроводности газа, калиброванный на содержание водорода.

Результаты анализа водорода анализатором «G4 Phoenix DH» и форма выдачи результатов измерения соответствуют международным стандартам AWS A4.3, а также DIN EN ISO 3690.

НЕКОТОРЫЕ НОВИНКИ НА ЯРМАРКЕ «ЭССЕН — СВАРКА-2009»

В области дуговой сварки плавящимся электродом фирма «Lorch» представила процесс «SpeedArc» и «SpeedPulse», обеспечивающие более глубокое проплавление, стабильное

горение дуги и почти полное отсутствие разбрызгивания. Кроме того, этим процессом можно выполнять вертикальные швы без необходимости выполнения электродом движений



типа «елочки», что позволяет повысить скорость сварки почти на 100%.

Фирма «Fronius» представила усовершенствованный способ сварки «СМТ advanced», учитывающий сочетание полярности сварочного тока и момента включения обратного перемещения сварочной проволоки. Это нововведение позволяет перейти к сварке более тонкого или ультратонкого металла при увеличении сварочного зазора и при изменении его величины.

Фирма «EWM» разработала процесс «ForceArc», обеспечивающий повышенную стабильность направления дугового факела и его осевую концентрацию за счет более высокого давления дуги, более глубокого проплавления металла без подреза сварного шва, с хорошим формированием корневого

шва. При этом появляется возможность вести сварку металла с двусторонней разделкой при одностороннем нагреве металла толщиной 15 мм и более.

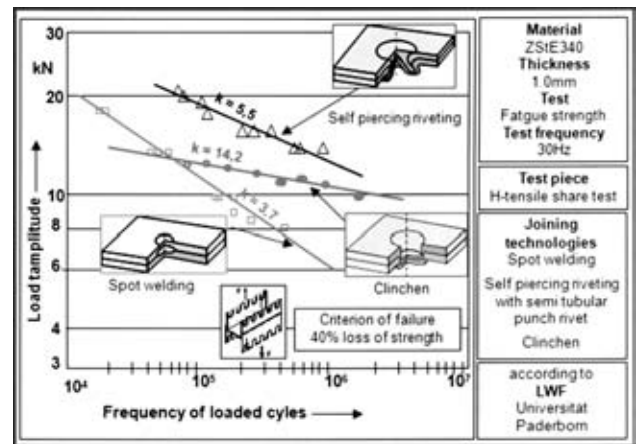
В области газотермической резки металлов представляет интерес бензорез фирмы «Javac», состоящий из бачка для бензина с ручной помпой для подачи бензина в резак давлением воздуха. По второму рукаву в резак подается кислород. К преимуществам бензореза относится возможность разрезания металла большей толщины, за меньшее время и с более чистым резом, чем при использовании ацетилено-кислородной резки, отсутствие обратных ударов пламени, высокая эффективность процесса резки и низкие производственные расходы.

ПРЕИМУЩЕСТВА МЕХАНИЧЕСКИХ СОЕДИНЕНИЙ ПО СРАВНЕНИЮ СО СВАРНЫМИ

Механические соединения (типа клепки) используют взамен сварных или паяных, в тех случаях, когда исключается возможность нагрева соединяемых деталей или при необходимости соединения разнородных материалов, например, алюминия со сталью, соединения металлов с пластмассами, композитными и другими материалами.

Преимущества механических соединений материалов способствуют увеличению объема их использования в автомобильной промышленности, при изготовлении мебели и аппаратуры домашнего обихода (холодильники, кондиционеры, кухонные плиты и т. п.), где особенно велики требования к качеству поверхности.

Результаты нескольких проведенных проектов по исследованию прочностных свойств различных типов соединений показывают, что в отношении усталостной прочности соединений механические соединения имеют явные преимущества по сравнению с соединениями, полученными точечной контактной сваркой (см. рисунок).



ОТСЛЕЖИВАНИЕ СВАРОЧНОГО ЗАЗОРА ПРИ ЛАЗЕРНОЙ СВАРКЕ МЕТОДОМ ВИХРЕВЫХ ТОКОВ

При лазерной сварке для корректировки лазерного луча необходимо использовать контактные или бесконтактные датчики отслеживания сварочного зазора, пригодные для определения его расположения в нахлесточном или угловом типе соединения.

Проблема разработки датчика возникает при сварке листовых материалов с нулевым зазором. Однако такого типа соединения используются все чаще, так как при этом отпадает необходимость в присадочном материале, обеспечивающем получение сварного шва без подрезов или усадки.

Высокочастотные датчики, использующие вихревые токи, применяются в автомобилестроении в процессах дуговой

сварки плавящимся электродом в среде инертного газа, где вполне допустима точность отслеживания сварочного зазора на уровне 0,5 мм, однако для процессов лазерной сварки этот параметр должен быть существенно выше.

В связи с этим в рамках исследовательского проекта были проведены разработка и испытания конструкции дифференциального датчика с Т-образным сердечником с использованием метода наводки вихревого тока в контакте соединяемых деталей с нулевым зазором, которые показали возможность определения местоположения сварочного зазора с точностью 25 мкм относительно его центра.

НЕКОТОРЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ ПРИЧИН ОТКАЗОВ, СВЯЗАННЫХ СО СВАРКОЙ И РЕЗКОЙ МЕТАЛЛА ПРИ ИЗГОТОВЛЕНИИ ГАЗОВЫХ ТУРБИН

Форсунки мощных газовых турбин подвергаются высоким статическим и динамическим нагрузкам и их надежность в процессе эксплуатации во многом определяется выбором типа сварного шва и материалов, используемых в сварных соединениях.

На основе трех выбранных примеров появления трещин в сварных соединениях показано, что разрушение их в большинстве случаев происходит в результате совокупного воз-

действия нескольких причин. В этом отношении особое значение должно быть уделено рассмотрению причин, вызываемых просчетами конструкции, нарушениями технологии изготовления, сборки и режима эксплуатации.

Анализ поверхностей излома показывает, что основными механизмами металлургического разрушения металла являются усталостное разрушение и горячие трещины.