

УНИВЕРСАЛЬНОЕ АВТОМАТИЗИРОВАННОЕ УСТРОЙСТВО ДЛЯ СНЯТИЯ ОСТАТОЧНЫХ НАПРЯЖЕНИЙ ВИБРАЦИЕЙ В СВАРНЫХ КОНСТРУКЦИЯХ

Ю.С. Сергеев, С.В. Сергеев, А.В. Кононистов

Предложена конструкция устройства для снятия напряжений в металле вибрацией. Новизна конструкции состоит в том, что она может работать на резонансных частотах с автоматической синхронизацией технологических параметров виброприводов.

Ключевые слова: вибрация, остаточные напряжения, сварные конструкции, автоматизация процесса синхронизации колебаний.

Значительная часть металлоконструкций эксплуатируется в условиях сложного напряженно-деформированного состояния, при воздействии природных и технологических сред, вызывающих необратимые физико-химические изменения в металле, снижающие эксплуатационную надежность конструкции. Свойства металлических конструкций, в первую очередь, зависят от создаваемой структуры сварных соединений. При сварке в зоне сварного шва от воздействия концентрированного источника тепла происходит неравномерный нагрев металла. Такой нагрев вызывает образование временных и остаточных сварочных напряжений, и деформаций. Остаточные сварочные напряжения возникают в результате сопротивления

расширению и сжатию металла при его нагреве и охлаждении. Из-за этого сварная конструкция может даже изменить форму и размеры, т.е. деформироваться. В итоге, наличие остаточных напряжений и деформаций приводит к снижению работоспособности сварных конструкций или даже к разрушению, поскольку при их работе остаточные напряжения складываются с напряжениями от внешних нагрузок.

Одной из основных проблем, возникающих при вводе в эксплуатацию высоконагруженных сварных конструкций, является проблема снятия остаточных напряжений в таких конструкциях. Для повышения работоспособности сварных конструкций необходимо применять методы, снижающие величину сварочных деформаций и напряжений. На сегодня известно несколько методов снятия механических напряжений после, или непосредственно в процессе сварки. Все они имеют свои преимущества и недостатки. Существует две группы методов снятия остаточных напряжений в сварных конструкциях: термические и механические. К термической группе методов относится отжиг после сварки, являющийся наиболее эффективным способом уменьшения остаточных напряжений и одновременно позволяет улучшить пластические свойства и однородность структуры металла в различных зонах сварных соединений. Отжиг может быть общим, при котором нагревается все изделие, и местным, когда нагреву подвергается лишь часть его в зоне сварного соединения.

Недостатком данного метода является нецелесообразность применения к конструкциям, изготовленным из разнородных материалов, когда в результате отжига не происходит уменьшения остаточных напряжений. Также, отжиг не применим в тех случаях, когда жесткость частей конструкции сильно отличается. Вдобавок ко всему, возникают трудности обработки тяжеловесных конструкций и конструкций с большими габаритными размерами. К механической группе методов относят такие методы снятия остаточных механических напряжений, как проковка, прокатка, вибрация, ультразвуковая обработка, обработка взрывом и другие способы, основанные на создании пластической деформации противоположного знака, приводящей к снижению или полному устранению растягивающих остаточных напряжений в сварной конструкции. Проковка швов в процессе сварки заметно уменьшает деформации. Проковка уплотняет шов путем расплющивания остывающего слоя наплавки и в результате уменьшает действие усадки шва. Проковка швов осуществляется высокоскоростным ударным пневматическим устройством.

К недостаткам данного метода можно отнести неэффективность снятия остаточных напряжений в сварных конструкциях, полученных из высокопрочного материала. Ещё одним недостатком метода проковки является малый запас пластических свойств наплавленного металла, что может привести к образованию трещин и разрывов в сварных швах в процессе обработки. Также, не всегда возможно производить процесс проковки, из-за труднодоступности сварочных швов.

Прокатка шва и околошовной зоны узкими стальными роликами под давлением создает местное равномерное статическое осаживание металла по толщине, которое приводит к удлинению шва в зоне прокатки и снижению остаточных напряжений и деформаций от сварки во всем изделии. Прокатка в основном устраняет деформации, вызванные продольной усадкой. Пластические деформации от прокатки в поперечном направлении невелики и не компенсируют поперечную усадку от сварки. Главным недостатком этого метода, является возможность снятия остаточных напряжений исключительно в листовых металлах, что в значительной степени ограничивает номенклатуру современных сварных конструкций. Поэтому, наиболее приемлемым и востребованным на сегодняшний день, является метод вибрационной обработки сварных конструкций (искусственного старения), относящийся к механическим методам снятия остаточных напряжений. Метод вибрационной обработки является относительно простым, экономичным, процесс снятия напряжений протекает сравнительно быстро, а главным достоинством метода является отсутствие в металле и поверхности конструкции заметных физико-механических повреждений.

В свою очередь, современные устройства, выполняющие вибрационную обработку после сварки, являются не универсальными, а узкоспециализированными, то есть на определенные типы сварных конструкций.

Для устранения выявленных недостатков на машиностроительных предприятиях Урала, в условиях импортозамещения возникла необходимость в разработке собственного универсального автоматизированного устройства для снятия остаточных напряжений вибрацией в сварных конструкциях (УСОН). Преимуществами проектируемого устройства является, во-первых универсальность, то есть возможность обработки конструкций с разными массогабаритными параметрами. Во-вторых, возможность мониторинга параметров вибрации, и автоматизированного поддержания технологических параметров источника колебаний.

Проектируемое устройство (УСОН) представляет из себя вибрационную платформу (рис. 1), состоящую из монтажной плиты с Т-образными пазами. Монтажная плита, как и вибропривод соединяются с основанием, которое в свою очередь установлено на виброизолирующих опорах. Каркас виброплатформы составляют металлические профили.

Необходимым условием для достижения эффективного снятия остаточных напряжений является работа на резонансных или около резонансных частотах в течение определенного промежутка времени [1]. В связи с этим, при проектировании устройства, была разработана система управления процессом вибрационной обработки. Ее преимущество в том, что она включает в себя сбор у виброприводов параметрической информации, ее автоматическую обработку и поднастройку устойчивой синхронной работы системы посредством электрической обратной связи. Это достигается за счет того, что последняя непосредственно электрически интегрирована в систему виброприводов.



Рис. 1. Общий вид УСОН

Разработанная установка (рис. 2) отличается от известных тем, что позволяет производить мониторинг вибраций, возбуждаемых виброприводами, посредством измерения частоты вращения самосинхронизирующихся электровиброприводов, а затем после настройки автоматически поддерживать требуемый режим своей работы.

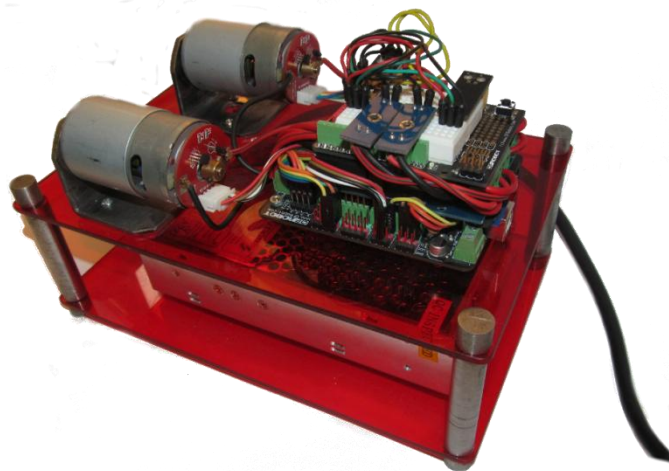


Рис. 2. Система мониторинга и поддержания технологических параметров

Разработанная АСМ позволяет в автоматизированном режиме контролировать работу виброприводов, как связанных принудительно, например, посредством электрической или кинематической передачи, так и имеющих физическую (неголономную) связь. Кроме того, предлагаемая система позволяет даже контролировать работу принципиально новых приводов са-

мовозбуждаемых колебаний, обладающих модулируемыми свойствами. Для функционирования АСМ была разработана специальная программа для ЭВМ (свидетельство о гос. рег. программы для ЭВМ №2014660855 от 20.08.2014 г.).

Практический интерес разработанной системы управления был подтвержден при участии в 10-ой Уральской выставке научно-технического творчества молодежи «Евразийские ворота России». Результаты были удостоены диплома первой степени за лучшую изобретательскую разработку с вручением медали выставки, и диплом лауреата Российской научно-социальной программы для молодежи и школьников «Шаг в будущее» за высокие результаты в научных исследованиях

Библиографический список

1. Сергеев, С.В. Вибрационные роторные приводы машин: монография / С.В. Сергеев, Б.А. Решетников, Р.Г. Закиров. – Челябинск: Изд-во ЮУрГУ, 2007. – 133 с.