

УДК 681.325
РОБОТОТЕХНИЧЕСКАЯ УСТАНОВКА ДЛЯ УЛЬТРАЗВУКОВОГО
КОНТРОЛЯ СВАРНЫХ ШВОВ МАГИСТРАЛЬНЫХ ГАЗОПРОВОДОВ

Г.С.ЛЕНЕВСКИЙ, Г.В.БОЧКАРЁВ, Н.А.АРТЕМЬЕВА
Государственное учреждение высшего профессионального образования
«БЕЛОРУССКО-РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Могилев, Беларусь

Главным условием для развития промышленности и сельского хозяйства, повышения жизненного уровня людей во многих странах является обеспеченность энергоносителями, важнейшим из которых является природный газ. Для перемещения его на большие расстояния и в больших объёмах строятся магистральные трубопроводы, количество которых постоянно растёт, а требования к их надёжности ужесточаются. Особенно это касается тех газопроводных объектов, которые прокладываются в труднодоступных зонах, например, по дну морей. Для выполнения этих требований при строительстве трубопроводов должен осуществляться сплошной контроль кольцевых сварных соединений труб.

Повысить производительность контроля позволяют робототехнические средства, способные работать в автономном режиме и оснащенные как приборами для выявления дефектов, так и устройствами для их перемещения с заданной скоростью и по заданной траектории. При этом они должны обеспечивать высокую эксплуатационную надёжность, оперативность и достоверность получаемой информации с одновременным удержанием установки на трубе в любой её точке.

Так как эксплуатация установки должна осуществляться в полевых условиях, то особые требования предъявляются к её массогабаритным параметрам. Все её компоненты должны иметь минимальную массу, что позволит сократить расход электроэнергии аккумуляторной батареи и продлить временной интервал между её подзарядками.

С целью удовлетворения вышеперечисленных требований была разработана робототехническая установка, обеспечивающая выполнение контрольно-измерительных операций по выявлению дефектов в сварных швах трубопровода в автоматическом режиме. Для перемещения установки, оснащенной ультразвуковым дефектоскопом и вспомогательным оборудованием вдоль поперечного кольцевого сварного шва, использован шаговый электропривод с электронным микропроцессорным блоком управления, обеспечивающим работу всех компонентов установки по разработанному алгоритму.

Особое внимание было уделено проектированию электромеханического блока, обеспечивающего надёжную фиксацию всей системы контроля к трубе в различных режимах её работы. Для удержания установки на

трубе, особенно в нижней её части, разработаны специальные электромагниты. Для увеличения времени работы аккумуляторной батареи необходимо было минимизировать значение потребляемого электромагнитами тока, т.е. подобрать их параметры такими, при которых потребляемый ток был бы минимальным при создании необходимой для удержания установки на трубе силы притяжения. Для этого была разработана математическая модель объекта исследования, определена целевая функция, проводилось оптимизационное моделирование работы электромагнитов с последующим расчётом и выбором их параметров, удовлетворяющих целевой функции. При этом учитывались следующие факторы:

- зазор между полюсами электромагнита и трубой;
- толщина стенки трубы;
- основные параметры, характеризующие магнитные свойства материала трубы;
- основные параметры, характеризующие магнитные свойства материала сердечника электромагнита;
- развиваемое усилие электромагнита;
- напряжение автономного источника питания.

С помощью разработанного программного обеспечения и моделирования на ЭВМ были получены оптимальные значения следующих параметров:

- геометрические размеры сердечника электромагнита;
- диаметр провода обмотки электромагнита;
- величина тока обмотки электромагнита.

При моделировании был использован метод равномерного поиска (метод перебора). Работоспособность программы проверялась в математическом пакете MathCAD v11.

Управление работой робототехнической установки в автоматическом режиме осуществляется с помощью разработанной микропроцессорной системы. Записанные в постоянную память контроллера программы задают режим перемещения установки, при котором выполняется измерение пройденного расстояния с момента начала сканирования сварного шва ультразвуковым дефектоскопом, запись во флэш-память электронного блока координат найденных дефектов, управляют срабатыванием маркера при обнаружении дефекта, следят за состоянием аккумуляторной батареи.

После завершения сканирования сварного шва на дисплее пульта управления отображаются координаты дефектов и их количество. Предусмотрена также связь с персональной ЭВМ после завершения контрольно-измерительных операций на объекте. Управление работой установки в различных режимах осуществляется с помощью специально разработанного пульта.