

Из полученных и представленных результатов можно сделать следующие выводы:

- построена конечно-элементная модель с помощью которой определено напряженно-деформированное состояние грунта вокруг трубопровода;
- суммарные перемещения переменны по длине, и существенно зависят от действия распределенных нагрузок на конусную часть.

Литература

1. Шаммазов А.М., Мугаллимов Ф.М., Нефедова Н.Ф. Подводные переходы магистральных нефтепроводов. – М.: Недра, 2000. – 237 с.
2. Бурков П.В., Буркова С.П., Тимофеев В.Ю., Ащеулова А.А. и Ключ О.В. Анализ напряженно-деформированного состояния трубопровода в условиях вечной мерзлоты Вестник Кузбасского государственного технического университета, 2013.– №. 6. – С. 77–79.
3. Burkov P.V. , Chernyavsky D.Y. , Burkova S.P. , Konan A. Simulation of pipeline in the area of the underwater crossing [Electronic resources] // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. 2014. Vol. 21. Issue 1. p. 1-5. - Mode of access: <http://www.scopus.com>. 109.123.164.47.
4. Burkov P. V. , Kalmykova K. G. , Burkova S. P. , Do T. T. Research of stress-deformed state of main gas-pipeline section in loose soil settlement [Electronic resorces] // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, - Bristol: IOP Publishing Ltd., 2014. Vol. 21. Issue 1. P. 1-5. Mode of access: <http://www.scopus.com>. 109.123.164.47.

АВТОМАТИЗАЦИЯ СВАРКИ НЕПОВОРОТНЫХ СТЫКОВ ПРИ СТРОИТЕЛЬСТВЕ МАГИСТРАЛЬНЫХ ТРУБОПРОВОДОВ

Н.А. Перфильев, Т.В. Бородина

Научный руководитель доцент А.В. Веревкин

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

В связи с выработкой ресурсов магистральных трубопроводов актуальная проблема автоматизации сварки неповоротных стыков в сочетании с повышением надежности сварных соединений, особенно на трубопроводах большого диаметра (1020÷1420) мм и давлении до 75 ат, приобрела еще большую остроту. Принципиально решение этой проблемы может быть реализовано по двум различным направлениям.

Первое направление решает проблему путем сварки стыка одновременно по всему сечению и периметру на основе электроконтактной сварки, сварки трением и электронно-лучевой сварки с вакуумированием стыка. При этом требуется оборудование с большой пиковой мощностью и высокой стоимостью, что в условиях Севера и бездорожья неприемлемо, кроме того, при сварке давлением возникают проблемы с контролем качества сварного соединения.

Второе направление решает проблему на основе дуговых методов сварки с расчленением операций, подобно поточно-расчлененной ручной дуговой сварке.

Заварка корневого слоя может осуществляться изнутри трубы с использованием внутреннего центризатора-сварочной станции. Последующие слои завариваются снаружи при сварке на «спуск», причем каждый автомат настроен только на один слой (один режим) и после его заварки перемещаются на следующий стык.

В настоящее время более перспективной представляется автоматизация сварки неповоротных стыков трубопроводов на базе дуговых процессов. Для того чтобы производить сварку неповоротных стыков необходимо обеспечить направленный перенос электродного металла в сварочную ванну и удержание ванны расплавленного металла в положениях отличных от нижнего.

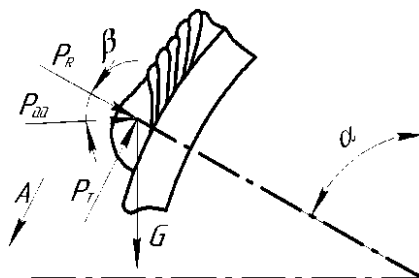


Рис. 1. Схема сил действующих на сварочную ванну

G – вес сварочной ванны;

$P_{дл}$ – давление дуги;

P_T, P_R – тангенциальная и нормальная составляющие силы поверхностного натяжения;

A – направление вытекания металла в положении $\alpha=0^\circ-90^\circ$.

При сварке неповоротных стыков трубопроводов основным возмущением является непрерывное изменение пространственного положения сварочной ванны (рис. 1), которое необходимо учитывать при автоматизации процесса. В результате изменения пространственного положения результирующая сила, действующая на сварочную ванну, непрерывно изменяется по величине и направлению действия (рис. 2). Ранее разработанные способы сварки не учитывали эту особенность и не могли активно влиять на удержание сварочной ванны в положениях отличных от нижнего, а также обеспечить управляемый перенос электродного металла. Это объясняется тем, что методы дуговой сварки разрабатывались и предназначены по существу для сварки в неизменном пространственном положении.

Ранее разработанные способы сварки с импульсным питанием сварочной дуги и работой по программе не решают эту задачу, так как при этом процессе не учитывается движение металла сварочной ванны, что необходимо для осуществления сварки при непрерывно изменяющемся пространственном положении. Разработанные на кафедре «Оборудование и технология сварочного производства» НИ ТПУ способы импульсного питания позволяют решить эти проблемы.

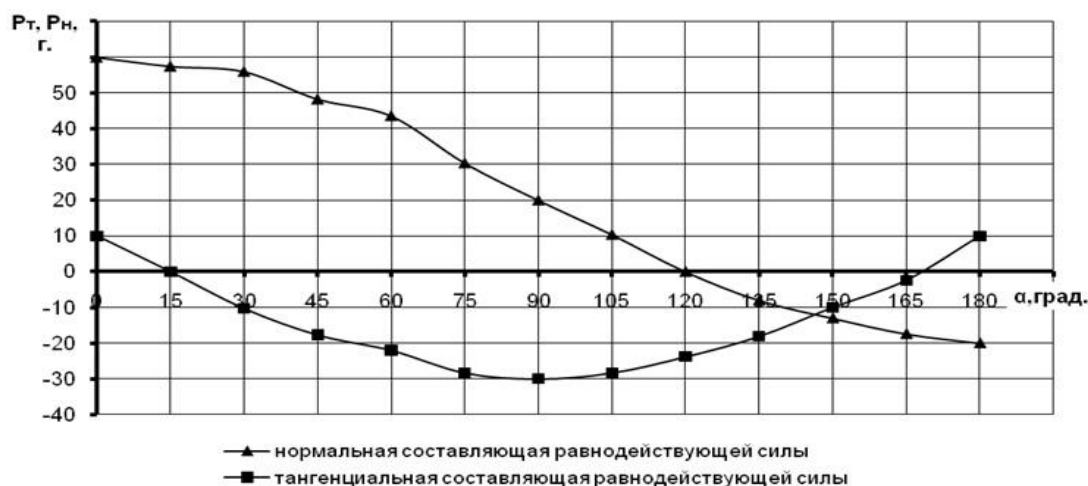


Рис. 2. Изменение нормальной (P_n) и тангенциальной (P_t) составляющих равнодействующей силы в зависимости от пространственного положения

Длительная работа, полученные результаты и продолжающиеся исследования в этой области, позволяют говорить о перспективности автоматизации сварки неповоротных стыков на базе импульсного питания сварочной дуги с плавящимся электродом в защитных газах, а также само защитной порошковой проволокой.

Такой процесс свободно программируется, либо управляется автоматически при помощи обратных связей. Разработан ряд алгоритмов [1, 2 и др.] импульсной модуляции сварочного тока, для различных слоев сварочного стыка, но все они позволяют отдельно и независимо управлять плавлением и переносом электродного металла с одной стороны и плавлением и кристаллизацией основного металла с другой стороны. И что особенно важно, при управлении процессом сварки с обратными связями по состоянию дугового промежутка обеспечивается динамическая стабилизация сварочной ванны (рис. 3).

Для автоматизации процесса сварки неповоротных стыков с импульсным питанием сварочной дуги необходимо определить критериальный параметр, характеризующий состояние дугового промежутка для обеспечения хорошего формирования шва и стабильного переноса электродного металла.

Наибольшую информацию может дать напряжение на дуге, но для того чтобы фиксировать колебания сварочной ванны и особенно скорость перемещения жидкого металла сварочной ванны за критериальный параметр была принята скорость изменения напряжения на дуге во время паузы (dU/dt). Введение обратной связи по скорости изменения напряжения во время паузы дает ряд положительных моментов. Во время паузы протекает небольшой ток 25-40А и силовое воздействие дуги на сварочную ванну минимально, поэтому сварочная ванна свободно перемещается под действием силы поверхностного натяжения и веса расплавленного металла сварочной ванны. Во время паузы электродная проволока практически не плавится, а на торце электродной проволоки находится небольшая капля электродного металла, сформировавшаяся к концу предыдущего импульса.



Рис. 3. График изменения частоты импульса в зависимости от пространственного положения сварочной ванны

Работу импульсной системы питания с обратной связью по скорости изменения напряжения можно представить так: в начале процесса сварки (в нижнем положении) на сварочную ванну действует небольшая по величине тангенциальная составляющая (P_T) (рис. 1) результирующей силы, и металл сварочной ванны относительно медленно передвигается по фронту кристаллизации. Следовательно, скорость изменения дугового напряжения будет минимальна, и частота следования импульсов фактически будет определяться скоростью подачи электродной проволоки. Приближаясь к вертикальному положению, тангенциальная составляющая результирующей силы будет увеличиваться, следовательно, скорость перемещения жидкого металла сварочной ванны из хвостовой части в головную возрастет. Пропорционально увеличится и скорость изменения дугового напряжения, при этом система с опережением включит ток импульса, для предотвращения вытекания металла сварочной ванны. При этом система импульсного питания уменьшит длительность импульсов, и автоматически увеличит частоту следования импульсов таким образом, чтобы средний ток оставался неизменным.

Выводы: введение обратной связи по скорости изменения напряжения обеспечивает динамическую стабилизацию сварочной ванны во всех пространственных положениях; полученные результаты позволяют адаптировать процесс сварки с импульсным питанием дуги, к непрерывному изменению пространственного положения сварочной ванны при сварке неповоротных стыков магистральных трубопроводов.

Литература

1. А.С. № 521089. Способ импульсно-дуговой сварки плавящимся электродом. А.И. Зайцев, А.Ф. Князьков, Р.И. Дедюх, Е.В. Щепкин, С.С. Митрошин. Опубликовано в бюл. № 22.03.1976 г.
2. А.С. № 522014. Способ импульсно-дуговой сварки плавящимся электродом. А.И. Зайцев, А.Ф. Князьков, Р.И. Дедюх, Б.Г. Долгун, Е.В. Щепкин, А.С. Максимов. Опубликовано в бюл. № 23.03.1976 г.
3. Патент Российской Федерации 2120843. Способ электродуговой сварки. Князьков А.Ф., Петриков А.В., Крампит Н.Ю., Опубликовано в бюл. № 30, 27.10.98; Патент РФ №2185941 Бюл. №21 от 27.07.2002],

ИССЛЕДОВАНИЕ НАПРЯЖЕННО-ДЕФОРМИРОВАННОГО СОСТОЯНИЯ УЧАСТКА ПРОЕКТИРУЕМОГО НЕФТЕСБОРНОГО ТРУБОПРОВОДА УГУТСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ В.Д. Самигуллин

Научный руководитель профессор П.В. Бурков
Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Одной из основных задач, решаемых при проектировании промысловых трубопроводов, является определение устройства линейной части трубопровода. Так как трассы проектируемых трубопроводов зачастую проходят в общем коридоре с другими проектируемыми линейными коммуникациями, необходимо принимать все возможные меры для сохранения их целостности. При пересечении с автомобильными дорогами широко применяется прокладка проектируемых трубопроводов в защитных футлярах из стальных труб [1]. Исследование напряженно-деформированного состояния таких участков является важной и актуальной задачей, решение которой определяет безопасную эксплуатацию данного промыслового трубопровода [2-4].

В качестве объекта исследования был выбран участок проектируемого промыслового нефтесборного трубопровода Угутского месторождения. В программном комплексе "PIPESIM" был выполнен гидравлический расчет, на основании которого был определен требуемый диаметр проектируемого трубопровода – 219 мм. Расчет выполнен на максимальные значения объемов добычи жидкости по рассматриваемому району. По результатам гидравлических расчетов была проведена предварительная трассировка трубопровода. Нормативное давление в промысловом нефтесборном трубопроводе было принято по давлению срабатывания предохранительного клапана установки измерительной площадки куста скважины и составило 4,0 МПа. Для