

Кроме того, была определена температурная зависимость поверхностного натяжения для дистиллированной воды (рис. 1). Нами также были проанализированы методы изменения поверхностного натяжения жидкости. Для этого мы добавляли соль и мыльный раствор в дистиллированную воду.

Таким образом, в процессе выполнения данной работы мы:

- изучили физику данного явления;
- познакомились с методами определения поверхностного натяжения жидкостей (метод Лапласа; метод отрыва пластины);
- экспериментально определили коэффициент поверхностного натяжения для различных жидкостей, сравнив их с табличными значениями.

Опираясь на результаты проделанной работы, можно сделать следующие выводы:

1. Из исследованных нами жидкостей самый высокий показатель поверхностного натяжения у солевого раствора, а самый низкий у растительного масла.
2. Увеличение температуры жидкости ведёт к уменьшению её поверхностного натяжения.
3. Введение примесей в жидкость приводит к изменению поверхностного натяжения. Увеличение концентрации соли приводит к увеличению поверхностного натяжения жидкости, мыльного раствора – к уменьшению.

Литература.

1. Хайдаров Г.Г., Хайдаров А.Г., Машек А.Ч. Физическая природа поверхностного натяжения жидкости // Вестник Санкт-Петербургского университета. Серия 4 (Физика, химия). 2011. Выпуск 1. с.3-7.
2. Элементарный учебник физики: Учебное пособие. В 3 т./ Под ред. Г.С. Ландсберга: Т. 1. Механика. Теплота. Молекулярная физика – 13-е изд. – М.: Физматлит, 2003. — 608 с.
3. Поверхностное натяжение [Электронный ресурс] – URL: http://www.physbook.ru/index.php/SA_Поверхностное_натяжение

РАСЧЕТ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ТЕМПЕРАТУРНЫХ ПОЛЕЙ ПРИ СВАРКЕ С УПРАВЛЯЕМЫМ КАПЛЕПЕРЕНОСОМ ЭЛЕКТРОДНОГО МЕТАЛЛА

*Н.В. Павлов, ст. преподаватель, А.В. Крюков, к.т.н., доц., Е.А. Зернин, к.т.н., доц.,
В.А. Полищук, студент гр. 10690*

*Юргинский технологический институт (филиал) Национального исследовательского
Томского политехнического университета
652055, Кемеровская обл., г. Юрга, ул. Ленинградская, 26, тел. (38451) 5-09-06
E-mail: pavlin123@rambler.ru*

Реализация большинства сварочных процессов связана с нагревом деталей разными видами источников теплоты, а эффективность того или иного сварочного процесса определяется условиями нагрева и охлаждения основного и присадочного материала. Характер протекания тепловых процессов определяет производительность плавления основного и присадочного материалов, направление и полноту протекания металлургических процессов в сварочной ванне, условия формирования структуры металла шва и зоны термического влияния. Условия нагрева и охлаждения во многом определяют характер и уровень остаточных напряжений в сварной конструкции, а также ее деформацию. Поэтому в инженерной практике часто возникает необходимость расчетного определения температурно-временных параметров термических циклов сварки в различных зонах свариваемых деталей, размеров зон нагрева, скоростей нагрева и охлаждения [1,2].

В середине XX в. Рыкалиным Н.Н. были получены теоретические выкладки для расчета температурных полей в телах при их нагреве различными источниками теплоты.

Однако существующие работы в данной области в основном направлены на процессы сварки со стационарным движением электродной проволоки.

При этом в последние годы, при производстве сварных металлоконструкций, все более широкое применение находят способы сварки с управляемым каплепереносом электродного металла (УКЭП) [3].

В основу процесса дуговой сварки с УКЭП, положено использование дополнительной силы (силы инерции, действующей в период торможения электрода), которая прикладываясь к капле, резко изменяет характер плавления и переноса электродного металла аналогично импульсу электродинамической силы при импульсно - дуговом процессе.

В качестве защитного газа используется смесь (70%Ar+30%CO₂), что позволяет обеспечить лучшее формирование шва и меньшую величину разбрызгивания электродного металла, чем при сварке в чистом углекислом газе [4].

Цель работы: Адаптация существующей классической теории распределения температурных полей для способа сварки с УКЭМ в смеси газов

Для решения поставленной цели базовыми были взяты:

- алгоритм расчета распределения температурного поля предельного состояния от линейного источника постоянной мощности, движущегося прямолинейно с постоянной скоростью, в бесконечной пластине с теплоотдачей [1]

$$T = \frac{q}{2\pi\delta\lambda} e^{\frac{V_{св}x}{2a}} \text{Ko}\left(\frac{V_{св}r}{2a} \sqrt{1 + \frac{4ba}{v^2}}\right), \quad (1)$$

где q – эффективная тепловая мощность, определяемая по формуле:

где η – к.п.д. источника.

λ – коэффициент теплопроводности;

a – коэффициент поверхностной теплопроводности;

b – коэффициент поверхностной теплоотдачи, определяемый по формуле:

δ – толщина металла;

$V_{св}$ – скорость сварки;

x – расстояние вдоль оси Ox от источника до точки, берется со знаком плюс если точка находится впереди источника, и со знаком минус, если точка – позади источника.

$\text{Ko}(U)$ – коэффициент Бесселя нулевого порядка, берется по таблице в зависимости от величины аргумента U ;

r – расстояние от источника до точки, в которой определяется температура, определяется по формуле:

где y – расстояние вдоль оси Oy от источника до точки, берется со знаком плюс если точка находится впереди источника, и со знаком минус, если точка – позади источника.

- алгоритм расчета скорости охлаждения в зависимости от температуры:

$$\omega(T) = -2\pi\lambda c\rho \frac{(T - T_H)^3}{\left(\frac{q}{V_{св}\delta}\right)^2}, \quad (2)$$

Данные выражения требуют адаптации вследствие того, что в процессе сварки с УКЭМ происходит постоянное изменение длины дуги и соответственно силы тока, амплитуда тока за один период каплепереноса изменяется в пределах от 64 до 368А. На основании этого среднее значение определяется в зависимости от длительности каждого из двух периодов (рисунок 1).

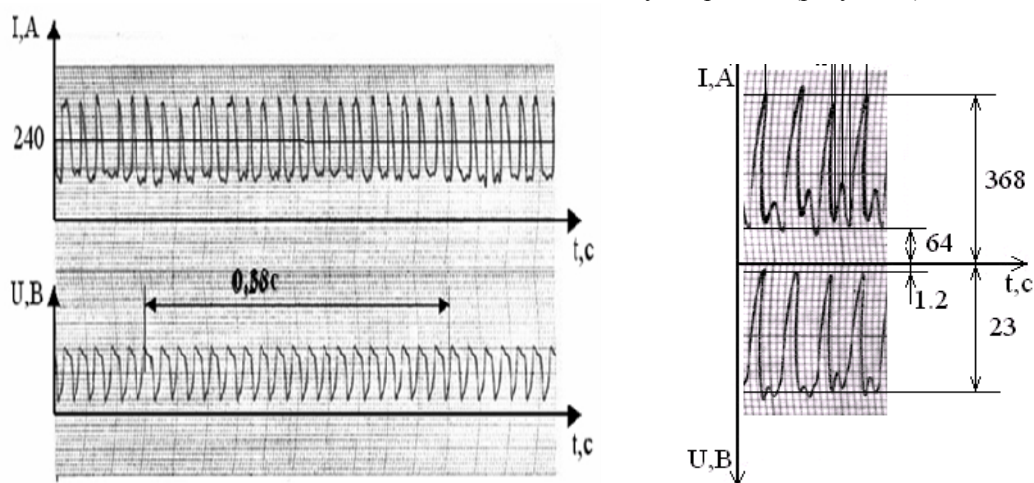


Рис. 1. Осциллограмма процесса сварки с управляемым каплепереносом электродного металла в смеси газов

Основываясь на полученных осциллограммах расчет эффективной тепловой мощности источника теплоты следует осуществлять согласно формуле:

$$q = \eta U \left(\frac{I_1 t_1 + I_2 t_2}{t_{\text{ц}}} \right), \quad (3)$$

где t_1 – длительность сварочного тока при коротком замыкании, с; t_2 – длительность сварочного тока в период образования капли электродного металла, с; $t_{\text{ц}}$ – длительность цикла сварки.

На основе выражения (3) алгоритмы расчета распределения температурных полей на поверхности изделия (T) и скорости охлаждения на оси шва при заданной температуре ($\omega(T)$) будут выглядеть следующим образом:

$$T = \frac{\left(\frac{I_1 t_1 + I_2 t_2}{t_{\text{ц}}} \right) U \eta \frac{V_{\text{св}} x}{2a}}{2\pi\delta\lambda} e^{-\text{Ko} \left(\frac{V_{\text{св}} r}{2a} \sqrt{1 + \frac{4ba}{v^2}} \right)}, \quad (4)$$

$$\omega(T) = -2\pi\lambda c p \frac{(T - T_{\text{н}})^3}{\left[\frac{\left(\frac{I_1 t_1 + I_2 t_2}{t_{\text{ц}}} \right) U \eta}{V_{\text{св}} \delta} \right]^2}, \quad (5)$$

Проверка адекватности модели. Проверка адекватности моделей выполнена при сварке серии образцов стыкового соединения без зазора. В состав экспериментальной установки входили: автоматическая сварочная головка ГСП-2, укомплектованная механизмом обеспечивающим управляемым перенос электродного металла [5], источник питания ВС-300Б, смесительное оборудование, состоящее из трех ротаметров и смесительной камеры.

Для исследования, использовались пластины, из стали 12Х18Н9Т (толщиной 3мм);

При сварке стали аустенитного класса использовалась сварочная проволока 12Х18Н9Т (диаметром 1мм).

Режимы сварки представлены в таблице 1.

Таблица 1

Режимы сварки								
Способ сварки	Марка материала	I, А	U, В	η	λ , Вт/(см·К)	α , см ² /с	ср, Дж/(см ³ ·К)	V, см/с
Сварка с УПЭП в среде Ar	12Х18Н9Т	70	18	0,7	0,25	0,06	4,7	0,14
Сварка с УПЭП в среде защитных газов 70%Ar+30%CO ₂	12Х18Н9Т	70	18	0,72	0,25	0,06	4,7	0,2

Экспериментальные значения распределения температурных полей и скорости охлаждения были получены по средствам тепловизионной аппаратуры ThermaCAM (формат кадра 320×240 элементов, температурная чувствительность -0,05°С), с частотой 1 кад/сек.

Для обработки экспериментальных данных использовалась методика, описанная в работе [6], заключающаяся в том, что имеющееся исходное тепловизионное изображение обрабатывается по средствам математического пакета MATLAB, в результате чего получаются изображения температурных полей (термограмм).

Теоретические значения распределения температурных полей были получены с помощью компьютерного приложения «Моделирование тепловых полей при сварке» [7].

Экспериментальные и расчетные значения распределения температурных полей представлены на рисунке 2.

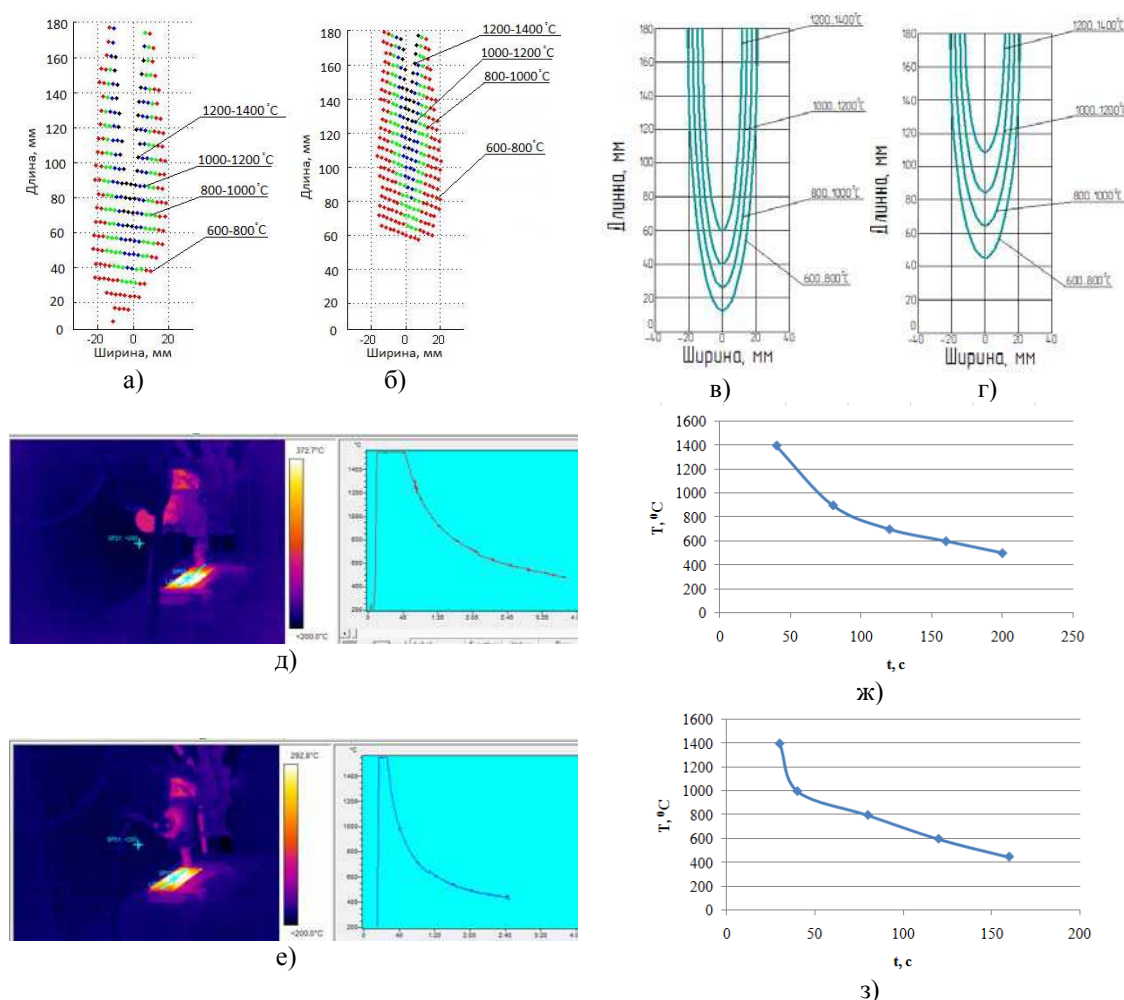


Рис. 2. Температурные поля:

а, д) сварка с УПЭП в среде чистого Ar стали 12Х18Н9Т (экспериментальные);
 б, е) сварка с УПЭП в среде защитных газов 70%Ar+30%CO₂ стали 12Х18Н9Т (экспериментальные);
 в, ж) сварка с УПЭП в среде чистого Ar стали 12Х18Н9Т (расчетные); г, з) сварка с УПЭП в среде защитных газов 70%Ar+30%CO₂ стали 12Х18Н9Т (расчетные)

Вывод: Получены адаптированные алгоритмы расчета распределения температурных полей на поверхности изделия и скорости охлаждения на оси шва при заданной температуре учитывающие процесс изменения длины дуги за один период каплепереноса электродного. Сравнение экспериментальных и расчетных значений распределения температурных полей на поверхности изделия показало адекватность модели при 8% уровне значимости, а адекватность расчета скорости охлаждения на оси шва при заданной температуре – 7%.

Литература.

1. Теория сварочных процессов: Учебник для вузов по спец. «Оборудование и технология сварочного производства» // под ред. В.В. Фролова. – М.: Высш.шк., 1988. 559с.
2. Теория сварочных процессов: Учебник для вузов / Под ред. В.М. Неровного. – М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана. 2007. – 752с.: ил.
3. Патон Б. Е. Проблемы сварки на рубеже века / Б. Е. Патон // Автоматическая сварка. –1999. –№1. –С. 4 – 14.
4. Павлов Н.В. Сварка с импульсной подачей проволоки в смеси газов / Н.В. Павлов, А.В. Крюков, Е.А. Зернин // Сварочное производство. –2010. –№4. –С. 27 – 28.
5. Механизм импульсной подачи сварочной проволоки: пат. 2254969 Рос. Федерация. заявл. 15.03.2004; опуб. 27.06. 05, Бюл. № 18. – 5 с.

6. Чинахов Д.А. Методика обработки температурных полей при сварке плавлением / Д.А. Чинахов, А.А. Давыдов А.А., Д.А. Нестерук // Сборник трудов Международной научной конференции, посвященной 100-летию со дня рождения профессора А.А. Воробьева «Становление и развитие научных исследований в высшей школе»: – Том 2/ Томский политехнический университет. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2009. – 462с.
7. Свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ 2010612255 от 25.03.2010г. Моделирование тепловых полей при сварке. Павлов Н.В., Крюков А.В., Чинахов Д.А.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ВРАЩАЮЩЕГО МОМЕНТА ТРАНСМИССИИ ГЕОХОДА

Д.А. Михеев, студент гр. 10790, научный руководитель: Журавлев В.А.
Юргинский технологический институт (филиал) Национального исследовательского
Томского политехнического университета
652055, Кемеровская обл., г. Юрга, ул. Ленинградская, 26
E-mail: df1999@mail.ru

Трансмиссия является одной из основных систем геохода, обеспечивающих передачу усилия внешнему движителю, и формирование напорного усилия на исполнительном органе.

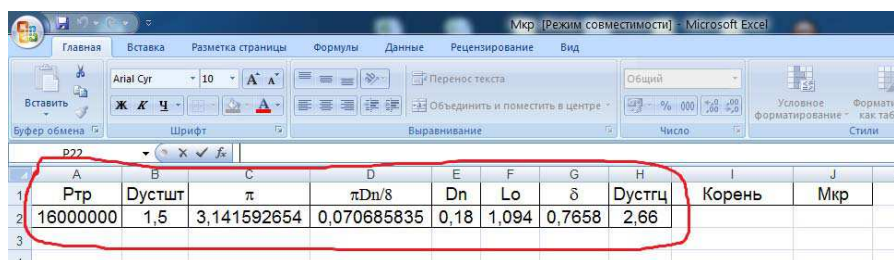
На кафедре горно-шахтного оборудования мы занимаемся научной работой. Объектом нашего исследования является геоход, а конкретно его трансмиссия. Нам была поставлена задача: найти вращающий момент трансмиссии геохода, развиваемый гидроцилиндрами по мере выдвигания их штоков. Исходными данными была формула:

$$M_{BPI} = P_{TP} \cdot D_{уст.шт} \cdot \frac{\pi \cdot D_{\Pi}^2}{8} \cdot \int_0^{\delta} \sqrt{1 - \frac{\left(\left(\frac{D_{уст.шт}}{2} \right)^2 + (L_0 + \delta)^2 - \left(\frac{D_{уст.гц}}{2} \right)^2 \right)^2}{D_{уст.гц} \cdot (L_0 + \delta)}} d\delta$$

где – D_{Π} – диаметр поршня гидроцилиндра, м; P_{TP} – давление, подводимое в поршневую полость гидроцилиндра, Па; $D_{уст.шт}$ – диаметр окружности вращения цапфы (установки цапфы) штока на головной секции, м; $D_{уст.гц}$ – диаметр окружности установки цапфы корпуса гидроцилиндра на обечайке хвостовой секции, м (фиксированное значение, определяемое конструктивно); $(L_0 + \delta)$ – расстояние между осью цапфы корпуса гидроцилиндра и осью цапфы штока в произвольном положении, м; L_0 – расстояние между цапфами корпуса и штока гидроцилиндра в сложенном состоянии (при минимальной раздвижности), м; δ – текущая величина выдвигания штока гидроцилиндра, м.

Исходя из полученного опыта, при изучении Microsoft Excel, мы пришли к выводу, что вращающий момент можно вычислить с помощью определённого интеграла в Microsoft Excel.

Создаём файл Microsoft Excel. В первой строке пишем коэффициенты. Во второй строке заполняем их значения.



	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
1	Ртр	Дустшт	π	πDн/8	Dн	Lo	δ	Дустгц	Корень	Мкр	
2	16000000	1,5	3,141592654	0,070685835	0,18	1,094	0,7658	2,66			
3											
4											

Столбец G будет содержать пределы интегрирования δ (дельта) от 0 до 0,75 с шагом 0,03.