

**ГОСУДАРСТВЕННОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ
«БЕЛОРУССКО-РОССИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
Кафедра «Оборудование и технология сварочного производства»**

СВАРКА И УПРОЧНЕНИЕ СПЕЦИАЛЬНЫХ СТАЛЕЙ

Методические рекомендации к самостоятельной работе для студентов специальности

1-36 01 06 «Оборудование и технология сварочного производства»



УДК 621.791

ББК 34.641

С 24

Рекомендовано к изданию
учебно-методическим отделом
Белорусско-Российского университета

Одобрено кафедрой «Оборудование и технология сварочного производства» от « » но
2017 г., протокол №

Составитель: канд. техн. наук, доц. А. Г. Лупачев

Рецензент

Даны задания для практических занятий по дисциплине «Сварка и упрочнение специальных сталей». А также приведены методические указания по их выполнению, перечень необходимой литературы.

Учебное-методическое издание

СВАРКА И УПРОЧНЕНИЕ СПЕЦИАЛЬНЫХ СТАЛЕЙ

Ответственный за выпуск	В. П. Куликов
Технический редактор	А. Г. Лупачев
Компьютерная верстка	А. Г. Лупачев

Подписано в печать . Формат 60x84/16. Бумага офсетная. Гарнитура Таймс.

Печать трафаретная. Усл.-печ.л. . Уч.-изд. л. . Тираж экз. Заказ №

Издатель и полиграфическое исполнение

Государственное учреждение высшего профессионального образования «Белорусско-Российский университет»

Свидетельство о государственной регистрации издателя, изготовителя, распространителя печатных изданий
№ 1/156 от 24.01.2014. Пр. Мира, 43, 212000, Могилев

© ГУ ВПО «Белорусско-Российский
университет», 2017

Расчет скорости охлаждения

При движении любого источника теплоты разные точки тела имеют одинаковый, по сути, термический цикл: повышение температуры, достижение ее максимального значения, снижение температуры.

Существует возможность определения мгновенных скоростей охлаждения при сварке. При этом обычно исходят из схемы быстродвижущихся источников теплоты, пренебрегают теплоотдачей с поверхности тела, а в качестве рассматриваемых точек принимают точки на оси шва.

Мгновенную скорость охлаждения при воздействии мощного быстродвижущегося источника теплоты на поверхности полубесконечного тела определяют по выражению (вариант 1 - 12)

$$\omega = -2\pi\lambda \frac{(T - T_H)^2}{\frac{q}{v}}, \quad (1)$$

где λ – температуропроводность, $\lambda = 0,39$ Вт/(см·К);
 $c\rho$ – объемная теплоемкость, $c\rho = 4,9$ Дж/(см³·К);

v – скорость сварки (см/с);

q – эффективная тепловая мощность дуги, Вт;

$q = \eta IU$;

T – критическая температура Ас₃, К;

T_H – температура окружающей среды, К.

$T_H = 293$ и 543 К;

Критическую температуру Ас₃ можно определить по эмпирической зависимости (2)

$$Ac_3 = 1210,2 - 476,5\%C + 56\%Si - 19,7\%Mn - 16,3\%Cu - 26,6\%Ni - 4,9\%Cr + 38,1\%Mo + 124,8\%V + 136,3\%Ti + 35,0\%Zr - 19,1\%Nb + 198,4\%Al + 331,59\%B \quad (2)$$

Для быстродвижущегося линейного источника теплоты в пластине (вариант 13 - 25)

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

где δ – толщина металла, см;

$c\rho$ – объемная теплоемкость, $c\rho = 4,9$ Дж/(см³·К);

Таблица 1 – Индивидуальное задание

Показатель	Вариант											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Сила сварочного тока, А	250	300	330	350	360	400	420	410	350	280	245	225
Напряжение дуги, В	26	28	34	36	38	40	46	44	40	38	38	35
Скорость сварки, см/с	1,0	1,1	1,2	1,3	1,4	1,5	1,4	1,4	1,3	1,2	1,1	1,5
Эффективный КПД дуги, η	0,80	0,81	0,82	0,87	0,86	0,85	0,84	0,83	0,88	0,89	0,9	0,88

Таблица 2 – Индивидуальное задание

Показатель	Вариант												
	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
Сила сварочного тока, А	250	300	330	350	360	400	420	410	350	280	245	225	215
Напряжение дуги, В	26	28	34	36	38	40	46	44	40	38	38	35	35
Скорость сварки, см/с	0,9	1,0	1,1	1,2	1,3	1,5	1,4	1,3	1,2	1,1	1,0	0,9	1,0
Эффективный КПД дуги	0,8	0,81	0,83	0,84	0,85	0,87	0,9	0,89	0,88	0,86	0,84	0,82	0,85
Толщина пластины, см	0,4	0,6	0,8	1,0	1,2	1,4	1,6	1,4	1,2	1,0	0,8	0,6	0,6

Таблица – 3 Химический состав

№	Тип стали	C	Si	Mn	Cr	Ni	Mo	W	V	Ti	Al	N	Cu	B	S	P
1	17ХГ2САФ	0,16	0,52	1,45	0,81	0,01	0,01	0,01	0,11	0,002	0,002	0,005	0,01	0,03	0,024	0,016
2	40Х	0,44	0,22	0,8	1,04	0,26	0,04	0,01	0,01	0,002	0,002	0,005	0,17	0,001	0,023	0,030
3	25ГФА	0,25	0,24	0,92	0,99	0,18	0,01	0,01	0,18	0,002	0,002	0,005	0,15	0,001	0,023	0,019
4	35ХМ	0,36	0,23	0,54	1,03	0,15	0,6	0,01	0,01	0,002	0,002	0,005	0,17	0,001	0,035	0,025
5	35ХМФА	0,36	0,31	0,51	1,13	0,22	0,3	0,01	0,11	0,002	0,002	0,005	0,01	0,001	0,035	0,024
6	30ХГСА	0,30	1,12	0,93	1,03	0,28	0,01	0,01	0,08	0,002	0,002	0,005	0,01	0,001	0,035	0,024
7	11ХЗНВФ	0,11	0,18	0,72	3,04	0,94	0,01	0,74	0,12	0,002	0,002	0,005	0,01	0,001	0,035	0,024
8	12ХЗНВФБ	0,12	0,29	0,63	3,02	0,80	0,01	0,92	0,20	0,12	0,002	0,005	0,01	0,001	0,035	0,024
9	20Х2МФ	0,20	0,13	0,32	2,70	0,19	0,47	0,60	0,60	0,002	0,002	0,005	0,01	0,001	0,035	0,024
10	15Х5М	0,15	0,38	0,44	4,98	0,01	0,55	0,01	0,01	0,002	0,002	0,005	0,17	0,001	0,023	0,030
11	20Х13	0,18	0,29	0,35	13,2	0,42	0,04	0,01	0,01	0,002	0,002	0,005	0,17	0,001	0,023	0,030
12	15Х11МФ	0,15	0,30	0,49	10,6	0,29	0,66	0,01	0,30	0,002	0,002	0,005	0,17	0,001	0,023	0,030

Задание Определить мгновенную скорость охлаждения. Данные для расчета взять из таблиц 1 и 2. Критическую температуру точки A_{c3} рассчитать по формуле 2. Расчет выполнить для двух температур окружающей среды (293 К и 543 К).

Список литературы

1 Ефименко Л. А., *Металловедение и термическая обработка сварных соединений*: учебн. пособие / Прыгаев А. К., Елагина О. Ю.– М.: Логос, 2007. – 456 с. : ил.

2 *Теория сварочных процессов: учебник для вузов/ А. В. Коновалов, и др.; Под ред. В. М. Неровного.* – М.: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, 2007. – 752 с.: ил.