

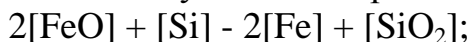
**Контрольные задания на экзамен по дисциплине  
«Теория сварочных процессов»**

1. Первое начало термодинамики. Внутренняя энергия.
2. Изохорические и изобарические процессы. Энтальпия.
3. Второй закон термодинамики. Энтропия.
4. Термодинамические потенциалы. Энергия Гиббса и Гельм-Гольца.
5. О достижении равновесия при сварке. Уравнение изотермы реакции.
6. Равновесие физико - химических систем. Равновесие в гомогенной системе.
7. Равновесие в гетерогенных системах.
8. Окисление металла газообразным кислородом. Упругость диссоциации оксидов металлов.
9. Испарение металла.
10. Растворимость атомарного водорода в металле сварных швов. Влияние концентрации растворенного водорода на свойства металла.
11. Растворимость молекулярного водорода в металле сварных швов.
12. Растворимость азота в металле сварных швов. Влияние концентрации растворенного азота на свойства металлов.
13. Растворимость кислорода в металлах при сварке. Влияние концентрации растворенного кислорода на свойства металлов.
14. Раскисляющая способность легирующих элементов.
15. Кристаллизация металла сварных швов. Особенности кристаллизации.
16. Теория образования горячих трещин. Кристаллизационные и полигонизационные горячие трещины. Механизм их образования.
17. Методы предупреждения образования горячих трещин.
18. Влияние легирующих элементов на образование горячих трещин.
19. Методы испытания металла сварных соединений на стойкость против горячих трещин.
20. Теория образования холодных трещин. Задержанное разрушение металла. Механизм образования холодных трещин.
21. Методы предупреждения образования холодных трещин.
22. Методы испытания металла сварных соединений на стойкость против холодных трещин.
23. Теория образования пор при сварке. Этапы порообразования. Механизм образования пор.
24. Методы предупреждения пор при сварке.
25. Шлаковые включения в металле сварных швов.
26. Сварочные шлаки. Их функции, свойства и структура.
27. Физические свойства сварочных шлаков.
28. Состав сварочных шлаков. Взаимодействие металла и шлаков при сварке
29. Рафинирование металла сварных швов сварочными шлаками.
30. Легирование металла сварных швов.

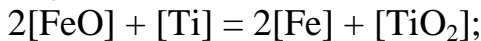
## Задачи:

### Задача 1

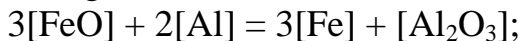
Процесс раскисления стали более активным раскислителем в металлургии хорошо изучен и представляется следующими выражениями:



$$\lg R_{\text{Si}} = \lg [\% \text{O}]^2 [\% \text{Si}] = -48174/T + 21,63.$$



$$\lg [K_{\text{Ti}}] = \lg [\% \text{O}]^2 [\% \text{Ti}] = 30700/T + 10,33.$$



$$\lg K_{\text{Al}} = \lg [\% \text{O}]^3 [\% \text{Al}]^2 = -58715/T + 16,5.$$

Определить равновесную концентрацию раскислителя при изменении остаточного содержания кислорода в металле шва. Температура постоянная.

Таблица 1

Показатели	Вариант									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Температура T, К	1800	1900	2000	1800	1900	2000	1800	1900	1950	2000
Раскислитель	Si			Ti			Al			
Содержание кислорода, %	0,300	0,225	0,150	0,020	0,015	0,010	0,00025	0,0002	0,00015	0,0001

### Задача 2

Определить концентрацию легирующего элемента, вводимого через электродную проволоку, в первом наплавленном слое.

Таблица 2

Показатели	Вариант									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Содержание элемента в основном металле	0,10	0,01	0,03	0,05	0,06	0,07	0,08	0,09	0,02	0,03
Содержание элемента в электродном металле	3,5	1,5	1,7	2,0	2,3	2,5	2,7	2,6	5,0	4,0
Доля основного метал- ла в наплавке	0,65	0,50	0,55	0,60	0,70	0,61	0,59	0,57	0,63	0,64
Коэффициент перехода элемента из основного металла	0,95	0,71	0,84	0,85	0,63	0,70	0,60	0,72	0,55	0,52
Коэффициент перехода элемента из электрода	0,90	0,60	0,77	0,79	0,58	0,60	0,52	0,66	0,48	0,45

### Задача 3

В формуле Международного института сварки химическая активность отдельных соединений оценивается из соотношения

$$B = \frac{CaO + MgO + BaO + SrO + K_2O + Na_2O + CaF_2 + 0,5(MnO + FeO)}{SiO_2 + 0,5(Al_2O_3 + TiO_2 + ZrO_2)},$$

Определить степень основности сварочного флюса. Химические составы флюса изменяются в некоторых пределах, расчет необходимо произвести дважды: при минимальном (по рецептуре) содержании основных оксидов и максимальном – кислых; при максимальном содержании основных оксидов и минимальном – кислых. Укажите, кислым или основным является флюс заданной марки

Таблица 3 - Составы флюсов для сварки сталей

Флюс	Массовая доля оксида, %							
	SiO <sub>2</sub>	MnO	CaO	MgO	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CaF <sub>2</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	TiO <sub>2</sub>
АН-348А	41,0-44,0	34,0-38,0	до 6,5	5,0-7,5	до 4,5	4,0-5,5	2,0	-
АН-348В	40,0-44,0	30,0-34,0	до 10,0	6,0-9,0	до 8,0	4,0-6,0	2,0	2,0-6,0
АН-348М	41,0-44,0	34,0-38,0	до 6,5	5,0-7,5	до 1,5	3,5-4,5	2,0	-
ОСЦ-45	38,0-44,0	38,0-44,0	до 6,5	до 2,5	до 5,0	6,0-9,0	2,0	-
АН-60	42,5-46,5	36,0-41,0	3,0-11,0	0,5-3,0	до 5,0	5,0-8,0	1,5	-
ФЦ-9	38,0-41,0	38,0-41,0	до 6,5	до 2,5	10,0-13,0	2,0-3,0	2,0	-
АН-2	48,0-50,0	14,5-15,5	28,0-30,0	-	-	2,5-3,5	-	-
АН-3	48,0-50,0	15,5-18,5	15,0-18,0	8,5-10,5	-	2,0-3,5	2,0	-

### Задача 4

Определить, успевают ли всплыть шлаковые частицы со дна сварочной ванны глубиной 1 см, не учитывая перемешивания металла, для заданных условий сварки.

Таблица 5

Вариант	Плотность шлаково-го включения $\gamma_2$ , г/см <sup>3</sup>	Вязкость металла $\eta$ , Па·с	Время пребывания ванны в жидком состоянии, с	Радиус включения $r$ , см
1	2,55	0,0010	8,0	$6,0 \cdot 10^{-4}$
2	2,60	0,0011	7,0	$6,2 \cdot 10^{-4}$
3	2,70	0,0012	9,0	$6,4 \cdot 10^{-4}$
4	2,80	0,0013	10,0	$6,6 \cdot 10^{-4}$
5	2,90	0,0014	9,0	$6,8 \cdot 10^{-4}$
6	3,00	0,0015	8,0	$4,0 \cdot 10^{-4}$
7	2,50	0,0010	7,5	$4,1 \cdot 10^{-4}$
8	2,65	0,0011	7,0	$4,2 \cdot 10^{-4}$
9	2,75	0,0012	6,0	$4,3 \cdot 10^{-4}$
10	3,00	0,0013	5,0	$4,4 \cdot 10^{-4}$

### Задача 5

Рассчитать температуру предварительного подогрева по методике Сеферияна для предотвращения холодных трещин при сварке. Эквивалент углерода определить по формуле:

$$C_{\text{Э}} = C + \frac{Mn + Cr}{9} + \frac{Ni}{18} + \frac{Mo}{13}.$$

Таблица 4

Вариант	Марка стали	Толщина стали, мм	Химический состав стали, %					
			C	Mn	Cr	Ni	Mo	V
1	30ХН3А	50	0,33	0,60	0,90	3,15	-	-
2	40хМФА	40	0,44	0,70	1,10	-	0,30	0,16
2	20Н2М	55	0,25	0,70	-	1,90	0,30	-
3	40ХН	42	0,41	0,80	0,75	1,40	-	-
4	30ХГС	45	0,35	1,10	1,10	-	-	-
5	38Х2Н2МА	42	0,37	0,50	1,70	1,70	0,25	-
6	40ХН2МА	40	0,40	0,80	0,90	1,65	0,22	-
7	30ХГСН2А	45	0,33	1,30	1,20	1,80	-	-
8	30ХГН	38	0,43	1,10	0,80	1,00	-	-
9	40Х2Н2МА	42	0,42	0,60	1,65	1,75	0,30	-
10	38ХН3МА	36	0,40	0,50	1,20	3,25	0,25	-

### Задача 6

Для предупреждения образования закалочных структур рассчитать температуру предварительного подогрева при сварке пластин толщиной  $\delta$  из стали 55Х. Критическая скорость охлаждения при 700 °С равна 12 град/с.

№	I <sub>СВ</sub> , А	U <sub>д</sub> , В	S, мм	η <sub>u</sub>	V <sub>СВ</sub> , м/ч
1	600	34	10	0,8	36
2	700	36	10	0,8	36
3	750	38	11	0,85	38
4	800	38	11	0,85	38
5	850	40	11	0,85	40
6	900	40	12	0,9	40
7	950	42	12	0,9	42
8	1000	42	12	0,9	42
9	1050	44	13	0,95	44
10	1100	44	13	0,95	44

## Тесты:

1. Скорость всплывания шлаковых частиц зависит от их

1. Размера и поверхностного натяжения
2. Плотности и вязкости
3. Вязкости и поверхностного натяжения
4. Размера и плотности

2. Растворимость смеси газов подчиняется закону

1. Аррениуса
2. Генри – Дальтона
3. Гиббса – Коновалова
4. Ле - Шателье

3. Часть гетерогенной системы, отделенной физической границей раздела, называется

1. Фазой
2. Изолированной системой
3. Фракцией
4. Раствором

4. Водород в твердом металле может быть в состоянии

1. Диффузионно- подвижном
2. Остаточном и диффузионно- подвижном
3. Связанном и остаточном
4. Диффузионно- подвижном, остаточном и связанном

5. Термодинамическая устойчивость соединения при его образовании в данных физических условиях определяется

1. Изменением энергии Гиббса
2. Изменением энтропии
3. Изменением энтальпии
4. Изменением теплоемкости

6. Формула для определения энергии Гиббса

1.  $G = H + T \cdot S$
2.  $G = dU + p \cdot dv$
3.  $\Delta G_T^0 = \Delta H_{298}^0 - T \cdot \Delta S_{298}^0 - \Delta C_{p298}^0 \cdot T \cdot M_0$
4.  $G = dQ/T$

7. Изохорический процесс изменения давления и температуры определяется законом

1. Шарля
2. Менделеева – Клапейрона
3. Бойля - Мариотта
4. Гей – Люссака

8. При  $p = \text{const}$  равновесие обратимых реакций с повышением температуры смещается в сторону

1. Экзотермических реакций
2. Эндотермических реакций
3. Стремления энтропии к максимальному значению
4. Термодинамического равновесия

9. Для сохранения высокой раскисляющей способности кислых шлаков целесообразно

1. Разбавлять шлаки нейтральными в химическом отношении добавками
2. Связыванием их в комплексные соединения кислотными оксидами
3. Заменять  $\text{SiO}_2$  на  $\text{TiO}_2$  и вносить элементы - раскислители, дающие основные оксиды
4. Ограничивать количество одного вводимого раскислителя.

10. Выбрать термодинамический процесс, по которому необходимо производить расчет при РДС в атмосфере воздуха

1. Адиабатичный
2. Изобарный
3. Изотропный
4. Изохорный

11. Какой термодинамический потенциал является основным при термодинамических расчетах процессов сварки плавлением?

1. Адиабатичный
2. Изобарный
3. Изотропный
4. Изохорный

12. Какое свойство шлака влияет на его газопроницаемость?

1. Плотность
2. Температурный интервал плавления
3. Вязкость
4. Смачиваемость

13. Какой закон лежит в основе диффузионного раскисления сварочной ванны?

1. Стефана-Больцмана
2. Джоуля-Ленца
3. Ле-Шателье
4. Нернста

14. Какие из перечисленных факторов являются основными на растворимость газа в металле сварочной ванны?

1. Парциальное давление, состояние, температура
2. Парциальное давление, концентрация, вязкость
3. Концентрация, вязкость, температура
4. Температура, плотность, концентрация

15. На каком участке ЗТВ металл имеет наилучшие механические свойства?

1. Отпуска
2. Перегрева
3. Нормализации
4. Рекристаллизации

16. Какой из химических элементов уменьшает вероятность образования горячих трещин?

1. Углерод
2. Марганец
3. Фосфор
4. Хром

17. Каким оксидом лучше заменить  $\text{SiO}_2$  при раскислении сварочной ванны, чтобы шлак оставался кислотным и стал более коротким и активным?

1.  $\text{Cr}_2\text{O}_3$
2.  $\text{MnO}$
3.  $\text{TiO}_2$
4.  $\text{Al}_2\text{O}_3$

18. Наиболее сильно снижают растворимость кислорода в железе

1. Углерод и кремний
2. Марганец и хром
3. Углерод и ванадий
4. Алюминий и хром

19. Как скорость сварки влияет на образование пористости в металле шва?

1. С увеличением скорости сварки пористость в металле шва возрастает
2. С увеличением скорости сварки пористость в металле шва уменьшается
3. По-разному, в зависимости от условий поглощения и выделения газов и удаления газовых пузырьков
4. Изменение скорости сварки существенно не влияет на образование пористости в металле сварных швов.

20. Какие виды ликваций наблюдаются в металле шва?

1. Внутрикристаллитная и дендритная
2. Межкристаллитная и зональная
3. Зональная и внецентренная
4. Дендритная и зональная

Донбаська державна машинобудівна академія

Освітньо-кваліфікаційний рівень Бакалавр  
 Напрямок підготовки Зварювання  
 Спеціальність Технологія та устаткування зварювання Семестр 12  
 Навчальна дисципліна Теорія процесів зварювання

**ЕКЗАМЕНАЦІЙНИЙ БІЛЕТ № 1**

1. Первое начало термодинамики. Внутренняя энергия.
2. Методы предупреждения образования горячих трещин.
3. Выбрать термодинамический процесс, по которому необходимо производить расчет при РДС в атмосфере воздуха
  1. Адиабатичный
  2. Изобарный
  3. Изотропный
  4. Изохорный
4. Скорость всплывания шлаковых частиц зависит от их
  1. Размера и поверхностного натяжения
  2. Плотности и вязкости
  3. Вязкости и поверхностного натяжения
  4. Размера и плотности
5. Процесс раскисления стали более активным раскислителем в металлургии хорошо изучен и представляется следующими выражениями:

$$2[\text{FeO}] + [\text{Si}] - 2[\text{Fe}] + [\text{SiO}_2];$$

$$\lg R_{\text{Si}} = \lg [\% \text{O}]^2 [\% \text{Si}] = -48174/T + 21,63.$$

Определить равновесную концентрацию раскислителя при изменении остаточного содержания кислорода в металле шва. Температура постоянная. Исходные данные: температура  $T=1800 \text{ K}$ , раскислитель – Si, содержание кислорода  $-0,3 \%$ .

6. Для предупреждения образования закалочных структур рассчитать температуру предварительного подогрева при сварке пластин толщиной  $\delta$  из стали 55Х. Критическая скорость охлаждения при  $700 \text{ }^\circ\text{C}$  равна  $12 \text{ град/с}$ .

$I_{\text{CB}}, \text{ A}$	$U_{\text{д}}, \text{ В}$	$S, \text{ мм}$	$\eta_{\text{и}}$	$V_{\text{CB}}, \text{ м/ч}$
600	34	10	0,8	36

Затверджено на засіданні кафедри \_\_\_\_\_

Протокол № \_\_\_\_\_ від „\_\_\_\_\_” \_\_\_\_\_ 2012 року

Завідувач кафедри \_\_\_\_\_  
 (підпис) (прізвище та ініціали)

Екзаменатор \_\_\_\_\_  
 (підпис) (прізвище та ініціали)