**Введение.**

 Нагревательные печи в кузнечных цехах используют для нагрева под пластическую деформацию и под термическую обработку. Нагревательные печи для нагрева заготовок, слитков или блюмсов из черных и цветных металлов под ковку, прессование, штамповку, высадку, гибка и печи для термической обработки деталей, улучшающей их свойства, работают при 150-1300 С. Требования, к нагревательным современным печам:

 1)обеспечение необходимой температуры и заданного режима нагрева;

 2)высокая тепловая экономичность с полным сжиганием топлива и максимальным к.п.д.;

 3)простота конструкции и минимальные габаритные размеры, обеспечивающие нагрев большого ассортимента изделий при различных режимах и с высокой производительностью;

 4)механизация и автоматизация загрузки и выгрузки изделий, а также их продвижение в печи, что увеличивает её производительность, облегчает обслуживание и позволяет устанавливать в общем производственном потоке цеха или в поточных автоматических линиях;

 5)автоматическое регулирование теплового режима, обеспечивающее более точное соблюдение заданного режима по сравнению с ручным регулированием; В результате этого повышается качество нагреваемых изделий;

 6)удобство обслуживания при эксплуатациях и ремонтах;

 7)возможность применения защитной контролируемой атмосферы для получения без окислительного нагрева метала.

 Всем этим требованиям в первую очередь удовлетворяют электрические и газовые печи, работающие на природном газе и получающие преимущественное применение в кузнечно-термических печах. При нагреве стали под пластическую деформацию температура печи должна быть не ниже 1250 С. В кузнечных печах эту температуру наиболее просто достигнуть при использовании высоко калорийного топлива с высокой теоретической температурой горения.

 Для получения рабочей температуры 1200-1250 С теоретическая температура горения топлива должна быть для камерных и щелевых печей не ниже 1850 С, для методических толкательных – не ниже 1700С,Такие температуры можно получить и при сжигании низкокалорийного топлива, используя для горения подогретый воздух.

 В печах с интенсивной циркуляцией газов изделия нагреваются равномерно. Более высокие требования по равномерности нагрева предъявляют к печам для нагрева изделий и заготовок из лёгких сплавов и к термическим печам. В этих случаях максимальная разность температур в различных точках изделия не должна превышать 10С. Перепад температур определяют термопарами, помещёнными в нескольких точках нагреваемого изделия. Чем совершеннее конструкция печи, тем меньше перепад.

**1 Назначение и принцип работы печи**

**Назначение и область применения.** Печи нагревательные камерные с выдвижным подом применяются для нагрева слитков или крупных заготовок под ковку с конечной температурой нагрева 1100 – 1300 С. Загрузка на под и съем заготовок с пода осуществляются с помощью средств цеховой механизации (обычно мостовыми кранами).

Производительность печей может изменяться в зависимости от марки стали, размеров заготовок или слитков, вида топлива и должна уточняться в каждом конкретном случае.

**Состав установки печи.** В комплект установки печи входят рельсовые пути как в печи, так и внешние, механизмы выкатки пода и подъема заслонок, а также приборы теплового контроля и автоматики.

**Основные технические решения.** Печи этого типа отапливаются природным газом или жидким нефтяным топливом (мазутом), сжигаемым с помощью типовых горелок или форсунок. Применение для печей с выдвижным подом газовых горелок среднего давления (инжекционных) не рекомендуется.

Для подогрева воздуха, идущего на горение, печи этого типа оборудуются рекуператорами (трубчатыми, игольчатыми или радиационными).

Продукты горения отводятся в боров и дымовую трубу или вверх под зонт и далее в систему цеховых дымопроводов.

Тепловой режим и режим давлений в печах поддерживаются автоматически.

Кладка печей выполняется из шамотного, шамотного легковесного, диатомового и глиняного (красного) кирпича и заключается в сварной металлический каркас с обшивкой из листовой стали. Печи устанавливаются на специальный фундамент, общий для печи и для рельсовых путей выдвижного пода (внутри печи и вне ее).

В фундаменте предусматриваются приямки для размещения механизмов выкатки пода и для механизмов подъема заслонки.

Подины печей состоят из рамы, сваренной из проката, литой гарнитуры и футеровки из шамотного нормального и легковесного кирпича. Рама подины перемещается на цепях катков.

Механизмы выкатки пода применяются с рейками цевочного типа. В качестве механизмов подъема заслонок используются типизированные электрические лебедки или гидравлические подъемники.

Расположение механизмов может быть как правым, так и левым.

В случае необходимости выкатки пода на трансбордер подина устанавливается на колесах и выкатки ее осуществляется с помощью механизма трансбордера.

Рисунок 1 Печь с выкатным подом

1. Путь роликовый;
2. Механизм выкатного пода;
3. Под выкатной;
4. Дверце;
5. Механизм подъема дверцы;
6. Каркас;
7. Футеровка;
8. Горелка;
9. Дымоход;
10. Рекуператор;
11. Дымоход.

**2 Расчет горения топлива**

2.1 Расчет количества воздуха

Печь отапливается природным газом месторождение “Елшанское” при n = 1,07

 Состав газа

 Таблица 1.1

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| СН4 | С2Н6 | С2Н8 | С4Н10 | N2 | СО2 |
| 93,7 | 0,7 | 0,6 | 0,6 | 4,4 | - |

 Химические реакции горения

СН4 + 2О2 = СО2 + 2Н2О

С2Н6 + 3,5О2 = 2СО2 + 3Н2О

С2Н8 + 4О2 = 2СО2 + 4Н2О

С4Н10 + 6,5О2 = 4СО2 + 5Н2О

N2т N2п.г.

 Расчет ведем на 100м3 газа.

2.2 Расчет количества и состава продуктов горения

Таблица1.2 Расчет горения топлива

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Топливо | Воздух,м3 | Продукты горения,м3 |
| Составляющие | Содержание,% | Количество,м3 | О2 | N2 | Всего | СО2 | Н2О | О2 | N2 | Всего |
| СН4 | 93,7 | 93,7 | 187,4 | 196,15\*3,76 = 737,52 | 196,15+737,52 = 933,67 | 93,7 | 187,4 | - | 737,52+4,4 = 741,92 | 98,7+194,9+741,92 = 1035,52 |
| С2Н6 | 0,7 | 0,7 | 2,45 | 1,4 | 2,1 | - |
| С2Н8 | 0,6 | 0,6 | 2,4 | 1,2 | 2,4 | - |
| С4Н10 | 0,6 | 0,6 | 3,9 | 2,4 | 3 | - |
| N2 | 4,4 | 4,4 | - | - | - | - |
| СО2 | - | - | - | - | - | - |
|  | 100 | 100 | 196,15 | 737,52 | 933,67 | 98,7 | 194,9 | - | 741,92 | 1035,52 |
| Коэффициент расхода воздуха,n | n = 1,0 состав,% | 21 | 79 | 100 | 9,53 | 18,82 | - | 71,65 | 100,00 |
| n = 1,07 количества,% | 209,88 | 789,15 | 999,02 | 98,7 | 194,9 | 13,73 | 793,55 | 1100,88 |
| n = 1,07 состав,% | 21 | 79 | 100 | 8,97 | 17,70 | 1,22 | 72,11 | 100,00 |

2.3 Расчет температуры горения

 Температура горения топлива – важный показатель при расчете горения топлива. Различают температуры калориметрическую, теоретическую и практическую.

Калориметрической температурой tк горения называют температуру, которую имели бы продукты горения при отсутствии потерь теплоты в окружающее пространство и на диссоциацию. В этом случае подразумевают, что вся теплота, выделяемая при сгорании, идет только на нагрев продуктов горения. Калориметрическая температура является расчетной величиной.

1. Определяют состав продуктов горения топлива, Qн и объем продуктов горения единицы топлива Vп.г.пр. при заданном коэффициенте расхода воздуха n.

2. Определяют действительное удельное количество теплоты 1 м3 продуктов горения (кДж/м3):

iп.г. = Qн/V,п.г.пр.

iп.г. – действительное удельное количество теплоты

Qн – теплота сгорания газообразного топлива

V,п.г.пр. – объем продуктов горения практический

V,п.г.пр. = 1100,88 : 100 = 11,0088 м3

Qн = 358\*СН4 + 638\*С2Н6 + 913\*С2Н8 + 1187\*С4Н10 = 358\*93,7 + 638\*0,7 + 913\*0,6 + 1187\*0,6 = 5051,2 кДж/м3

iп.г.пр. = 5051,2/ 11,0088 = 458,833 кДж/м3

3. По значению полученного удельного количества теплоты продуктов горения iп.г. приблизительно определяют соответствующую ему температуру продуктов горения t1.

4. По температуре t1 рассчитывают удельное количество теплоты 1 м3 продуктов горения данного состава (кДж/м3):

при 1900С

i1 = 0,01\* t1( СО2\*Ссо2 + Н2О\*Сн2о + N2\*СN2 + О2\*Со2) i1 = 0,01\*1900(8,97\*2,42 + 17,70\*1,93 + 72,11\*1,48 + 1,22\*1,57) = 3125,69 кДж / м3

при 2000С

i2 = 0,01\* t2( СО2\*Ссо2 + Н2О\*Сн2о + N2\*СN2 + О2\*Со2) i2 = 0,01\*2000( 8,97\*2,43 + 17,70\*1,94 + 72,11\*1,49 + 1,22\*1,58) = 3310,2 кДж/м3

5. По значениям температур t1и t2 и удельным количествам теплоты i1п.г. и i2п.г, соответствующим этим температурам, находят tк.

 i0-i1

tк = t1 + ───

 i2-i1

 458,833 – 3125,69

 tк = t1 + ─────────── = 1885,55 С

 3310,2 – 3125,69

 tпр. = η\* tк, где η = 0,62…..0,82 tпр. = 0,62\*1885,55 = 1169,041

2.4 Материальный баланс горения

Поступило: Получено:

газа в 100м3, в том числе в кг: продуктов горения в кг:

СН4 = 93,7\*16 / 22,4 = 66,929 СО2 = 98,7\*44 / 22,4 = 193,875

С2Н6 = 0,7\*30 / 22,4 = 0,938 Н2О = 194,9\*18 / 22,4 = 156,616

С2Н8 = 0,6\*32 / 22,4 = 0,857 N2 = 793,55\*28 / 22,4 = 991,938

С4Н10 = 0,6\*58 / 22,4 = 1,554 О2 = 13,73\*32 / 22,4 = 19,614

N2 = 4,4\*28 / 22,4 = 5,5

 75,778 1362,043

Воздуха: О2 = 209,88\*32 / 22,4 = 299,829

 N2 = 789,15\*28 / 22,4 = 986,438

1286,267

∑прих = 75,778 + 1286,267 = 1362,045кг

∑расх = 1362,043кг

**3 Расчет нагрева металла**

3.1 Расчет нагрева металла в I интервале

Температура металла

 tмн + tмIк

tмI= ,С где tмIк – примите 600 С.

 2

 tмн – температура металла начальная, С

tмIк – температура металла конечная, С

 20 + 600

tмI= = 310 С

 2

Температура газа

 tгIн + tгIк

tгI = 2 , С где tгIк – примите 1150 С.

tгIн – температура газа начальная, С

tгIк – температура газа конечная, С

 800 + 1150

 tгI = = 975 С

 2

Температура кладки

 tмI + tгI

tклI = ,С

 2

 310 + 975

tклI = = 642,5 С

 2

Парциальное давление излучающих компонентов продуктов сгорания

 Vсо2

Рсо2 = Рат , кПа,

 Vсм

где Рат = 98,1 кПа;

 Vсо2 – процентное содержание СО2 в продуктах сгорания топлива, %;

Vсм = 100%.

 8,97

Рсо2 = 98,1 = 8,8 кПа

 100

 Vн2о

Рн2о = Рат , кПа,

 Vсм

где Vн2о – процентное содержание Н2О в продуктах сгорания, %.

 17,70

 Рн2о = 98,1 = 17,4 кПа

 100

Эффективная длина луча

 V ВНL - hbl

Sэф = 3,6 = , м,

 F Fк + Fм

где В – ширина рабочего пространства печи, м

 (В = b + 2а, где а = 0,5м); В = 0,7 + 2\*0,5 = 1,7м

Н – высота рабочего пространства (примите Н = 1,8м);

L - длина рабочего пространства, м (L = l + 0,5); L = 2,4 + 0,5 = 2,9м

Fк – площадь внутренней поверхности рабочего пространства печи (за вычетом площади занятой металлом), м2

 (Fк = 2ВН + 2НL + 2ВL – bl); Fк = 2\*1,7\*1,8 + 2\*1,8\*2,9 +2\*1,7\*2,9 – 0,7\*2,4 = 24,74м2

Fм – площадь тепловоспринимающей поверхности металла, м2

 ( Fм = 2bh + 2hl + bl). Fм = 2\*0,7\*0,8 = 2\*0,8\*2,4 + 0,7\*2,4 = 6,64м2

 1,7\*1,8\*2,9 – 0,8\*0,7\*2,4

Sэф = 3,6 = 0,864м

 24,74 + 6,64

 Определим произведение

Рсо2 \* Sэф, кПа\*м; 8,8\*0,864 = 7,6

Рн2о \* Sэф,кПа\*м; 17,4\*0,864 = 15

Выполним номограммы

εсо2 = 0,09, где εсо2 – степень черноты углекислого газа, содержащегося в продуктах сгорания;

ε,н2о = 0,13, где εн2о – степень черноты водяных паров;

β = 1,12, где β – поправочный коэффициент.

 Степень черноты газа

 ε,г = εсо2 + β\*ε,н2о

ε,г = 0,09 + 1,12\*0,13 = 0,24

Для природного газа

εгI = 1,5\*ε,г;

εгI = 1,5\*0,24 = 0,36

Для мазута

εг = 2,5\*εг;

εг = 2,5\* 0,24 = 0,6

Степень развития кладки

 Fк

ω = .

 Fм

 24,74

ω = = 3,73

 6,64

 Номограмма для определения εсо2

εсо2

0,09

 975 t, C

Рисунок 2 Номограмма для определения εсо2

Номограмма для определения ε,н2о

ε,н2о

0,13

 t, С

 975

Рисунок 3 Номограмма для определения εн2о

Номограмма для определения β

 β

1,12

 Рн2о, кПа

 Рисунок 4 Номограмма для определения β

Определим значение комплексов, принимая εм = 0,8; εк = 0,6.

 1 1

М = 1 – (1 – εг) \* ( 1 – εк) \* (1 - ω ) – (1 – εг)2\* (1 – εм) \* (1 – εк)\* ;

 ω

 1 1

М = 1 – (1 – 0,6)\*(1 – 0,6)\*(1 - ) – (1 – 0,6)2\*(1 – 0,8)\*(1- 0,6)\* = 0,6

 3,73 3,73

 1

 εг\*εм [ 1 + (1 – εг)\*(1 – εк)\* ω]

 А = М

 1

 0,6\*0,8 [1 + (1 – 0,6)\*(1 – 0,6)\*3,73]

А = 0,6 = 0,76

 εм\*εк(1 – εг)

В = М

 0,8\*0,6(1 – 0,6)

В = = 0,3

 0,6

Удельный тепловой поток результирующего излучения

qмIрез = С0\*А [( tгI + 273)4 – ( tмI + 273)4 ] + С0\*В [( tкI + 273 )4 – ( tмI + 273)4]

 100 100 100 100

 Вт/м2, где С0 – коэффициент лучеиспускания абсолютно черного тела, = 5,7 Вт/м2\*К4.

qмIрез = 5,7\*0,76[( 975 +273 )4 – (310 + 273 )4] + 5,7\*0,3 [( 642,5 + 273)4 –

 100 100 100

310 + 273

 ( )4] = 110072,5 Вт/м2

 100

Коэффициент теплоотдачи излучением

 qмIрез

 ЈIизл = , Вт/м2\*К

 tгI - tмI

 110072,5

ЈIизл = = 165,5 Вт/м2\*К

 975 - 310

Суммарный коэффициент теплоотдачи

Ј∑1 = Јкон + ЈIизл, Вт/м2\*К , где Јкон – коэффициент теплоотдачи конвекцией = 15 Вт/м2\*К.

Ј∑1 = 15 + 165,5 = 180,5 Вт/м2\*К

Заготовку прямоугольного сечения с b ≤1,8 можно представить в виде

h

 эквивалентного цилиндра с диаметром

dэ = 1,128\*√h\*b, м. dэ = 1,128\*√0,8\*0,7 = 0,9 м.

 Критерий Био

 Ј∑I\*S

ВiI =

 λ

 Ј - коэффициент теплоотдачи

S – прогреваемая толщина изделия

 λ– коэффициент теплопроводности

 180,5\*0,35

ВiI = = 1,3

 48,6

Температурный критерий

 tгI - tпов

QповI = tгI - tмн

 tпов – температура поверхности

 975 - 600

 QповI = = 0,4

 975 - 20

 Время нагрева металла в I интервале

 τI = F0I S2 , С

 а

 где F0I – критерий Фурье в I интервале

а – коэффициент температуропроводности стали

 0,12

τI = 0,8 0,000001 = 9600 : 3600 = 2часа

Температура в центре заготовки в конце I интервала периода нагрева

tцентI = tгI - QцентI \*( tгI - tмн), С

QцентI – температурный критерий в центре заготовки в конце I интервала

tцентI = 975 – 0,68\*(975 – 20) = 325,6 С

Средняя по сечению температура заготовки в конце I интервала периода нагрева

 tмIк + tцентI 600 + 325,6

tI-II = 2 , С tI-II = = 462,8 С

 2

3.2 Расчет нагрева металла во II интервале

Температура поверхности металла изменяется от tмIIн, С = 600 С, до tмIIк, С = 1000 С.

Температура газа изменяется от tгIIн , С = 1150 С, до tгIIк, С = 1300 С.

Средние за интервал температуры:

 tнмII + tкмII 600 + 1000

tмII = 2 , С tмII = 2 = 800 C

 tнгII + tкгII 1150 + 1300

tгII = 2 , С tгII = 2 = 1225 С

 tмII + tгII 800 + 1225

tкII = 2 , С tкII = 2 = 1013 С

Средняя во II интервале плотность потока результирующего излучения металла

qмIIрез = С0\*А [( tгII + 273)4 – ( tмII + 273)4 ] + С0\*В [( tкII + 273 )4 – ( tмII + 273)4]

 100 100 100 100

 1125 + 273 800 + 273 1013 + 273

qмIIрез = 5,7\*0,76 [( )4 – ( )4] + 5,7\*0,3 [( )4 –

 100 100 100

 800 + 273

( )4] = 132097,9 Вт/м2

 100

Средний за II интервал коэффициент теплоотдачи излучением

 qмIIрез 132097,9

 ЈIIизл = , Вт/м2\*К ЈIIизл = = 310,8 Вт/м2\*К

 tгII – tмII 1225 - 800

Примим коэффициент теплоотдачи конвекцией ЈконвII = 15 Вт/м2\*К

Суммарный коэффициент теплоотдачи

Ј∑1I = ЈIIконв+ ЈIIизл, Вт/м2\*К , Ј∑1I = 15 + 310,8 = 325,8 Вт/м2\*К

 Критерий Био

 Ј∑II\*S 325,8 \* 0,35

ВiII = = 30,2 = 3,8

 λ

Температурный критерий

 tгII - tкмII 1225 - 1000

QповII = tгII – tI-II = = 0,3

1225 – 462,8

Продолжительность II интервала периода нагрева

 0,4\*0,12

 τII = F0II S2 , С τII = = 18182 С, 18182 : 3600 = 5часов

 а 0,0000055

Температура в центре заготовки в конце II интервала периода нагрева

 tцентII = tгII - QцентII \*( tгII – tI-II), С tцентII = 1225 – 0,6\*(1225 – 462,8) = 767,7 С

Средняя по сечению температура заготовки в конце II интервала периода нагрева

 tкмII + tцентII 1000 + 767,7

tII -III = , С tII -III = 2 = 884 C

 2

 III интервал

Температура поверхности металла изменяется от tнмIII, С = 1000, до tкмIII, С = 1250

Температура газа изменяется от tнгIII, С = 1300, до tкгIII, С = 1400.

Средние за интервал температуры:

 tнмIII + tкмIII 1000 + 1250

tмIII = 2 , С tмIII = = 1125 С

 2

 tнгIII + tкгIII

tгIII = , С 1300 + 1300

 2 tгIII = = 1300 С

 2

 tмIII + tгIII 1125 + 1300

tкIII = , С tкIII = 2 = 1213 C

 2

 Средняя в III интервале плотность потока результирующего излучения металла

qмIIIрез = С0\*А [( tгIII + 273)4 – ( tмIII + 273)4 ] + С0\*В [( tкIII + 273 )4 –

 100 100 100

 tмIII + 273

( )4] , Вт/м2

 100

 1300 +273 1125 + 273 1213 +173

qмIIIрез = 5,7\*0,76 [( )4 – ( )4] + 5,7\*0,3[ ( )4 –

 100 100 100

 1125 + 273

( 100 )4] = 117767,6 Вт/м2

Средний за III интервал коэффициент теплоотдачи излучением

 qмIIIрез 117767,6

 ЈIIIизл = tгIII – tмIII , Вт/м2\*К ЈIIIизл = = 673 Вт/м2\*К

 1300 - 1125

 Суммарный коэффициент теплоотдачи

Ј∑1II = ЈIIIконв+ ЈIIIизл, Вт/м2\*К , Ј∑1II = 15 + 673 = 688 Вт/м2\*К

Критерий Био

 Ј∑III\*S 688\*0,35

ВiIII = = 28,5 = 8,5

 λ

 Температурный критерий

 tгIII - tкм 1300 - 1250

QIIIпов = = = 0,1

 tгIII – tII-III 1300 - 884

 Продолжительность III интервала периода нагрева

 0,6 \* 0,12

 τIII = F0III \*S2, С τIII = = 18154 :3600 = 5часов

 а 0,0000055

 Температура в центре заготовки в конце III интервала периода нагрева

tцентIII = tгIII - QцентIII \*( tгIII – tII-III), С tцентIII = 1300 – 0,8(1300 – 884) = 1009 С

Перепад температур по сечению заготовки в конце периода нагрева

∆tнач = tкм – tцентIII, С ∆tнач = 1250 – 1009 = 241 С

Общая продолжительность периода нагрева

 τн = τI + τII + τIII, C τн = 2 + 5 + 5 = 12часов

 3.3 Период выдержки. Общее время пребывания металла в печи

В течение периода выдержки средняя температура продуктов

сгорания

 tг = tкм + 50 = 1250 + 50 = 1300 С

кладки

 tг + tкм 1300 + 1250

 tк = , С tк = = 1275 С

 2 2

 В конце периода выдержки перепад температур по сечению заготовок ∆tкон, С. Тогда степень выравнивания.

 ∆tкон 1250

 δвыр = . δвыр = = 5,2

 ∆tнач 241

Продолжительность периода выдержки τв = F0II \* S2 , С = 5часов

 а

Общее время пребывания металла в печи

τ∑ = τн + τв, С τ∑ = 12 + 5 = 17 часов

**4. Температурная диаграмма нагрева металла печи**

**5. Расчет основных размеров печи**

Примим расстояние между садкой и боковыми стенками, равным аI = 0,5 м, садкой и сводом а2 = 1,0 м и садкой и торцевыми стенами а3 = 0,25 м.

Рабочее пространство имеет следующие размеры:

Ширина В = в + 2аI, м В = 0,7 + 2\*0,5 = 1,7 м

Высота Н = h + а2, м Н = 0,80 +1 = 1,80 м

Длина L = l + 2а3,м L = 2,40 + 2\*0,25 = 2,9 м

Примим, что выкатной под, стены и свод печи выполнены из шамота толщиной 0,15 м и диатомитового кирпича толщиной 0,30 м.

 С учетом этого определите размеры печи:

Ширину В,,м В = 1,7 + 0,9 = 2,6 м

Высоту Н,, м Н = 1,80 + 0,9 = 2,7 м

Длину L,, м L = 2,9 + 0,9 = 3,8 м

6**. Мероприятия по охране труда и окружающей среде**

Для безопасной работы персонала, обслуживающего нагревательные печи, обязательно выполнение правил по технике безопасности.

 Взрывчатая смесь может образоваться, если до пуска печи газо­провод не был продут. Воздух, оставшийся в газопроводе, смеши­ваясь с газом, образует взрывчатую смесь. Продувка газопровода газом с удалением его через продувочную свечу и последующая проверка содержания в нем кислорода - обязательные операции, предотвращающие взрыв.

При резком снижении давления газа воздух через горелки может попасть в газопровод и образовать взрывчатую смесь. Для предупре­ждения этого необходимо газопровод и печь отключать при давлении менее 200-400 Н/м2.

Взрывчатая смесь образуется во время ремонта при плохой продувке газопровода или при проникновении в него газа через неплот­ности в задвижках. Во избежание этого надо устанавливать заглушку, отсекающую ремонтируемый участок газопровода от действующей сети, и своевременно продувать его.

Взрывчатая смесь образуется при попадании в воздухопровод газа или паров мазута через горелку при небольшом давлении воздуха, а также при неправильном пуске печи с отключенным венти­лятором, т. е. когда вначале подают газ и поджигают его, а затем включают вентилятор. При этом газ может проникнуть в воздухо­провод и образовать взрывчатую смесь, попадание которой на костер, горящий в печи, или факел запальника приводит - к взрыву.

Для предупреждения взрывов при пуске печи предварительно включают вентилятор, продувают воздухопровод, а затем уже вклю­чают горелки.

Взрывы газов в печи, топке и борове могут произойти в следую­щих случаях:

* при недостаточной плотности запорных задвижек у горелок, через которые газ просачивается и заполняет печь;
* при нарушении инструкции при пуске печи, когда вначале подают
* газ, а потом подносят к горелке факел, который может погаснуть;
* в низкотемпературных печах, работающих при температурах иго
* выше 500° С (ниже предела воспламенения газа), когда газ подается с избытком; при этом газ, не успевший сгореть в топке; может образовать взрывчатую смесь в рабочем пространстве печи;
* при прекращении горения топлива в низкотемпературных печах с автоматическим регулированием температуры при выключении и включении горелок;
* при работе печи с недостатком воздуха, когда топливо, не сго­ревшее в печи, смешивается в боровах с воздухом, засасываемым через неплотности в шиберах и кладке, и образует взрывчатую смесь;
* при испарении мазута, когда его подают в большом количестве, особенно в начальный период пуска печи; при испарении его обра­зуется взрывчатая смесь.
* при перекрытии вентилей, установленных на трубах, подающих и отводящих воду от водоохлаждаемой арматуры (рам, заслонок, глиссажных труб ), оставшаяся в арматуре вода испаряется, давле­ние в трубах резко повышается, что может привести к разрыву вентилей. Для предупреждения этого регулировочные вентили следует устанавливать только на трубах, подводящих воду к арма­туре; на

Цилиндры пневмотолкателей и подъемников могут взорваться в том случае, если толщина их стенок, мала, и не рассчитана на давле­ние, оказываемое на стенки. Разрывы чугунных крышек и взрыв цилиндров особенно опасны.

Во избежание взрывов пневмоцилиндров толщину стенок следует

определять расчетом.

После сборки цилиндры должны подвергаться особым гидравлическим испытаниям при повышенном давлении.

Испытывать их компрессорным воздухом или паром запрещается.

Взрыв в селитровых ваннах может произойти при прогорании стенок тигля. При температурах свыше 600° С селитра интенсивно испаряется, осаждается на одежде персонала, обслуживающего ванны, стенах здания и оборудовании, что небезопасно. Поэтому при эксплуатации селитровых ванн необходимо соблюдать правила по технике безопасности. Нельзя использовать ванны с наружным обогревом, они должны быть с внутренним обогревом специальными трубчатыми электронагревателями. Должно быть исключено попа­дание в селитру аммонийных и фосфатных солей, алюминиевой и магниевой стружки и органических соединений, с которыми, соеди­няясь, селитра образует взрывчатые соединения

В масляных ваннах возможны перегрев и воспламенение масла. Для безопасной работы температура воспламенения масла должна быть на 80-100° С выше температуры нагрева деталей. В масляных ваннах имеются устройства для гашения пламени паром и сливные баки для аварийного спуска масла. Для предупреждения перегрева селитры или масла предусмотрены автоматическое регулирование температуры и автоматическая сигнализация, предупреждающие обслуживающий персонал о повышении температуры селитры или масла выше допустимой. При разогреве соль, застывшая на дне холодной соляной ванны, быстро плавится, тогда, как верхние ее слои находятся еще в твер­дом состоянии. При этом объем расплавленной соли увеличивается, гидростатическое давление на стенки тигля повышается, и он может взорваться. Во избежание этого соль в ваннах нельзя доводить до полного затвердевания. Если же она затвердела, то, используя специальные приспособления, расплавляют верхние слои соли. Влага в виде льда, снега или воды, попадая в расплавленную ванну, быстро испаряется, что приводит к взрыву и выбросу соли из ванны. Для предупреждения взрывов запрещается, загружать ванну деталями, поверхность которых покрыта льдом или снегом. Во избежание попадания влаги селитровые, масляные и щелочные ванны снабжают крышками и экранами.

Газовое топливо, продукты неполного горения и контролируемые атмосферы не имеют запаха, цвета и способны проникать через любые неплотности и даже фильтры противогазов.

По степени воздействия на организм человека вредные вещества подразделяют на 4 класса.

1) чрезвычайно опасные; 3) умеренно опасные;

2) высокоопасные; 4) малоопасные.

Окись углерода - наиболее опасная составляющая газообраз­ного топлива и продуктов неполного горения газа. Она не имеет запаха, цвета и раздражающих свойств, которые могли бы своевре­менно сигнализировать о ее присутствии в атмосфере цеха.

Сернистые соединения (сероводород, сернистый газ, содержащиеся в газообразном топливе или в продуктах горения) вызывают раз­дражение слизистых оболочек и верхних дыхательных путей. Однако даже ничтожные концентрации сернистых соединений в атмосфере цеха быстро обнаруживаются по запаху. Углекислый газ, содержащийся в продуктах горения топлива, в полтора раза тяжелее воздуха, он может скапливаться на дне колодцев, в приямках и боровах. Отравление этим газом сопрово­ждается головной болью, шумом в ушах, сердцебиением и обмороком. Хронических отравлений не бывает.

 Метан, ацетилен, этан и этилен - это составная часть про­мышленного газового топлива и в первую очередь природного газа. Метан иногда встречается в канализационных колодцах и трубах.

Аммиак - сильно пахнущий газ. Раздражает верхние дыхатель­ные пути.

Окислы азота могут образовываться при эксплуатации цианистых ванн для азотирования изделий. Удаляют их за пределы цеха с по­мощью мощной вентиляции.

Из цианистых соединений наиболее опасен цианистый водород, образующийся, при взаимодействии цианистых солей с влагой или соляной кислотой. При обслуживании цианистых ванн необходимо выполнять все правила .по технике безопасности.

В большинстве случаев отравление происходит через органы ды­хания. Поэтому основное внимание должна быть обращено на обеспе­чение безопасных концентраций вредных веществ в воздухе рабочей зоны, что достигается герметичностью аппаратуры и соответствующей вёнтиляцией промышленных помещений.

Для воздуха рабочей зоны производственных помещений уста­навливают предельно допустимые концентрации вредных веществ, утверждаемые Минздравом РФ, превышение которых не допускается.

Предельно допустимыми концентрациями вредных веществ в воз­духе рабочей. зоны являются такие, которые при ежедневной работё в пределах.8 ч в течение всего рабочего стажа не могут вызвать у работающих заболеваний или отклонений в состоянии здоровья.

Концентрации газов в атмосфере цеха определяют различными методами. Наиболее простым из них является\_ метод определения с помощью бумаги (индикаторной), пропитанной различными реак­тивами,, цвет которых изменяется в зависимости от концентрации газа. Например, индикаторная бумага, пропитанная l%-ным раствором хлористого палладия и обработанная 5о/о-ным раствором уксусно­кислого натрия, при внесении в атмосферу, загрязненную окисью углерода, чернеет. При концентрации в атмосферё цеха 760 мг/м3 СО индикаторная бумага сразу же чернеет, при концентрации 76 мг/м3 - через 1 мин -, а при концентрации 7,6 мг/м3 - через 20 мин.

С помощью различных газоанализаторов определяют концентра­ции газов в газопроводе или в печи перед ремонтом. Однако эти приборы не сигнализируют о повышении концентраций газов в рабо­чей зоне. Поэтому в таких помещениях, как, например, машинные залы на газоповысительных станциях, необходимо устанавливать автоматические газоанализаторы, сигнализирующие о повышении концентраций выше допустимых.

Повышение концентраций газов чаще всего связано с проникнове­нием их в производственные помещения при наличии неплотностей в газопроводах, при недостаточной продувке их или печей перед ремонтом. Безопасные концентрации достигаются абсолютной герме­тичностью газопроводов и запорной аппаратуры, тщательно кон­тролируемой при систематических осмотрах газовых коммуникаций.

Кузнечные и термические печи и раскаленный металл излучают большое количество теплоты. Интенсивность теплового излучения достигает 25-40 кДж/(см2 • мин). При интенсивности 16 кДж/(см2 • мин) на незащищенной поверхности тела могут появиться ожоги.

Для борьбы с тепловыделением применяют различные предохра­нительные устройства: душирующие переносные вентиляторы, за­щитные очки, футерованные заслонки, экраны с водяной или воздуш­ной завесой.

Для очистки воздуха применяется газоочистные аппараты: циклоны, фильтры, электрофильтр и пылеуловители мокрого типа.

Защита гидросферы от вредных сбросов осуществляется применением следующих методов: механическая очистка, физико – химические методы очистки, биологическая очистка.

**Список литературы**

1. Телегин А.С, Лебедев Н.С. Конструкции и расчет нагревательных печей. – М.: Машиностроение, 1975. – С. 280.

2. Кривандин В.А. Теория, конструкции и расчеты металлургических печей. – М.: Металлургия, 1986. – С. 359.

3.Мастрюков Б.С. Теория, конструкции и расчеты металлургических печей. – М.: Металлургия, 1986. – С. 271.

4. Долотов Г.П., Кондаков Е.А. Печи и сушила литейного производства. – М.: Машиностроение, 1990. – С. 303.