**УПРАВЛЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ ЛИПЕЦКОЙ ОБЛАСТИ**

***ГОАПОУ «Липецкий металлургический колледж»***

****

|  |
| --- |
| *Методические указания по проведению практических работ* *профессионального модуля*  |
| **Ведение технологического процесса производства черных металлов (чугуна, стали и ферросплавов)** |
| **Практические работы по теме:** |
| **«Механическое оборудование для уборки** |
| **жидких продуктов плавки»** |

*для специальности (группы специальностей):*

|  |
| --- |
| **22.02.01 Металлургия черных металлов**  |
|  *( доменное производство)* |

**Липецк-2016**

Методические указания по проведению практических работ профессионального модуля Ведение технологического процесса производства черных металлов (чугуна, стали и ферросплавов)

Составитель: *Ермолова Г. С.,* преподаватель профессиональных модулей и общепрофессиональных дисциплин

|  |  |
| --- | --- |
| ОДОБРЕНОЦикловой комиссиейметаллургических дисциплинПредседатель:*\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_ /Слюсарь Н. Ю./* | УТВЕРЖДАЮЗаместитель директорапо учебной работе:*\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_\_*/*Перкова Н.И./* |

Методические указания по проведению практических работ предназначены для студентов ГОАПОУ «Липецкий металлургический колледж» специальности 22.02.01 Металлургия черных металлов ( доменное производство) для подготовки к учебным занятиям с целью освоения практических умений и навыков.

Методические указания по проведению практических работ составлены в соответствии с рабочей программой профессионального модуля 01 Ведение технологического процесса производства черных металлов (чугуна, стали и ферросплавов) для специальностей СПО, утвержденной Департаментом государственной политики в сфере нормативно-правового обеспечения образования Минобрнауки России от 16.04.2008 года.

**Введение**

Методические указания по проведению практических работ составлены в соответствии с содержанием рабочей программы профессионального модуля Ведение технологического процесса производства черных металлов (чугуна, стали и ферросплавов) (профессиональный модуль входит в общеобразовательный цикл базисного учебного плана специальности 22.02.01 Металлургия черных металлов (доменное производство)).

Практические работы направлены на освоение следующих практических умений и знаний согласно требованиям ФГОС СПО специальности 22.02.01 Металлургия черных металлов (доменное производство), рабочей программы профессионального модуля Ведение технологического процесса производства черных металлов (чугуна, стали и ферросплавов).

**уметь:**

осуществлять операции по подготовке шихтовых материалов к плавке;

эксплуатировать технологическое и подъемно-транспортное оборудование;

анализировать качество сырья и готовой продукции;

выполнять производственные и технологические расчеты;

работать с технологической, конструкторской, организационно-распорядительной документацией, справочниками и другими информационными источниками;

**знать:**

физико-химические свойства шихтовых материалов и топлива, поступающих в плавильные агрегаты;

устройство плавильных агрегатов и их технические характеристики;

устройство и принцип работы обслуживаемого оборудования;

причины основных неполадок в работе технологического оборудования, меры их предупреждения и устранения;

требования стандартов и технических условий, порядок отбора проб в соответствии с технологическим процессом;

Методические указания по проведению практических работ содержат теоретическую часть, которая кратко представляет основной материал, необходимый для освоения коммуникативных умений и знаний; практические задания; контрольные вопросы для самопроверки.

Методические указания по проведению практических работ могут быть использованы студентами для самостоятельной работы, преподавателями на учебных занятиях по профессиональному модулю.

**Методические указания к выполнению**

**практической работы для студентов**

1. К выполнению практической работы необходимо подготовиться до начала учебного занятия.
2. При подготовке к практической работе используйте рекомендованную литературу, предложенную в данных методических указаниях, конспекты лекций.
3. К выполнению работы допускаются студенты, освоившие необходимый теоретический материал.
4. Выполняя практические задания, пишите орфографически и стилистически грамотно, четко и кратко в рабочей тетради по практическим работам.
5. По окончании выполнения практической работы проверьте себя, ответив на контрольные вопросы для самопроверки.
6. Если практическая работа не сдана в указанные сроки (до выполнения следующей практической работы) по неуважительной причине, оценка снижается.

**Практическая работа № 1**

|  |  |
| --- | --- |
| **Тема:** | **Расчет механизма выталкивания леточной массы** |
| **Цель работы:** | Научиться определять мощность электродвигателя механизма выталкивания леточной массы, изучить принцип работы и устройство электропушки для забивки чугунной летки. В результате выполнения практической работы студенты **должны уметь:**- выполнять производственные расчеты ;- читать кинематические схемы механизмов;- работать с документацией, справочной литературой и другими информационными источниками;- анализировать и оценивать состояние техники безопасности на производственном участке;**должны знать:**- устройство и принцип работы обслуживаемого оборудования;- основные характеристики оборудования;- требования стандартов и технических условий. |
| **Приборы, материалы и инструмент** |  |
| **Порядок выполнения практической работы** | 1. Усвоить теоретический материал по теме: «Механизмы литейного двора».
2. Ответить на контрольные вопросы для самопроверки.
3. Выполнить и записать задания практической работы в тетрадь по практическим работам.
4. Сдать выполненную практическую работу на проверку преподавателю.
 |

**Теоретическая часть**

 К машинам для забивки чугунной летки предъявляют следующие основные требования: давление поршня на леточную массу должно быть достаточным для преодоления сопротивления ее движению в цилиндре, переходном патрубке, носке пушки и в леточном канале, а также для распространения этой массы во внутренней стенке горна у летки (на полном ходу доменной печи). Также полезный объем рабочего цилиндра пушки должен обеспечивать заполнение канала летки длиной 1500-2500 мм леточной массой и ремонт окололеточного пространства внутри печи. Носок пушки должен иметь прямолинейное движение при подходе к летке. Необходимо обеспечить дистанционность управления всеми механизмами; возможность отвода пушки в сторону после забивки летки, а также высокую степень надежности в работе.

Пушка, предназначенная для забивки огнеупорной массой чугунной летки на полном ходу доменной печи, имеет три механизма: выталкивания леточной массы из цилиндра ( собственно пушка); подачи и прижима пушки к летке и поворота для подвода и отвода от летки прижимного устройства с пушкой.

Мощность двигателя механизма выталкивания леточной массы затрачивается на преодоление сил сопротивления от давления газов, продуктов плавки и шихты в канале летки, трения леточной массы о стенки летки, носка, переходного патрубка и цилиндра механизма выталкивания пушки. В значительной степени эти силы зависят от свойств леточной массы и состояния канала в летке. Установлено, что значительные сопротивления оказывают переходный патрубок и носок. Для уменьшения сопротивлений внутреннюю поверхность носка и патрубка выполнять как один конус.

 Усилие, действующее на поршень (рисунок 1):



 Рисунок 1 – Схема к расчету механизма выталкивания леточной массы

 Fп=q·A , кН;

 где q – удельное давление леточной массы, МПа;

 А – внутренняя площадь рабочего цилиндра, мм2;

 А=(πD2)/4, мм2;

 где D –диаметр рабочего цилиндра,мм ;

 Скорость передвижения поршня:

 ʋп=(d2/D2)ʋм, м/с;

 где d – диаметр отверстия носка пушки, мм;

 ʋм – скорость выхода леточной массы из пушки, м/с;

Геометрические размеры винта при известном наружном диаметре dв и шаге резьбы р:

 Средний диаметр: d2= dв-0,75p;

 Внутренний диаметр: d1= dв-1,7p;

 Угол подъема винтовой линии резьбы:

 α=arctg(p/πd2);

При коэффициенте трения в резьбе μр =0,1, угол трения β=5◦43ʹ.

Коэффициент полезного действия винтовой передачи:

 ηв=(tgα/(tg(α+β));

Коэффициент полезного действия механизма:

 ηмех=ηв·η13;

 где η1-к.п.д. одной ступени зубчатой передачи (η1=0,96…0,98).

Мощность электродвигателя:

 Рдв=(Fп·ʋп)/ηмех, кВт;

По найденной мощности выбирается тип электродвигателя.

**Задания практической работы № 1**

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **№** **варианта** | **D** | **d** | **q** | **υМ** | **dВ** | **р** |
| **мм** | **мм** | **МПа** | **м/с** | **мм** | **мм** |
| 1 | 650 | 150 | 5 | 0,19 | 230 | 40  |
| 2 | 650 | 160 | 6,5 | 0,19 | 230 | 40 |
| 3 | 650 | 165 | 7 | 0,19 | 230 | 40 |
| 4 | 550 | 150 | 7,2 | 0,19 | 230 | 40  |
| 5 | 600 | 155 | 7,5 | 0,19 | 230 | 40 |
| 6 | 600 | 160 | 7,8 | 0,18 | 230 | 40 |
| 7 | 550 | 150 | 8 | 0,18 | 230 | 40  |
| 8 | 650 | 155 | 8,5 | 0,18 | 230 | 40 |
| 9 | 650 | 150 | 8 | 0,18 | 230 | 40 |
| 10 | 550 | 160 | 7 | 0,18 | 230 | 40  |
| 11 | 550 | 150 | 7,2 | 0,2 | 230 | 40 |
| 12 | 650 | 155 | 9 | 0,2 | 230 | 40 |
| 13 | 650 | 160 | 9 | 0,2 | 230 | 40  |
| 14 | 600 | 160 | 5 | 0,2 | 230 | 40 |
| 15 | 600 | 150 | 6,5 | 0,2 | 230 | 40 |
| 16 | 650 | 150 | 7,2 | 0,25 | 240 | 40  |
| 17 | 600 | 155 | 7,5 | 0,25 | 240 | 40 |
| 18 | 550 | 160 | 7,8 | 0,25 | 240 | 40 |
| 19 | 650 | 150 | 8 | 0,25 | 240 | 40  |
| 20 | 600 | 150 | 8,2 | 0,25 | 240 | 40 |
| 21 | 550 | 155 | 8,5 | 0,25 | 240 | 40 |
| 22 | 600 | 150 | 7 | 0,18 | 240 | 40  |
| 23 | 650 | 160 | 9 | 0,18 | 240 | 40 |
| 24 | 550 | 150 | 5,5 | 0,18 | 240 | 40 |
| 25 | 600 | 155 | 6,5 | 0,18 | 240 | 40  |
| 26 | 650 | 160 | 6,5 | 0,19 | 240 | 40 |
| 27 | 550 | 150 | 5 | 0,19 | 240 | 40 |
| 28 | 600 | 155 | 6 | 0,19 | 240 | 40  |
| 29 | 550 | 150 | 5,5 | 0,19 | 240 | 40 |
| 30 | 650 | 160 | 6,5 | 0,19 | 240 | 40 |

**Контрольные вопросы для самопроверки**

1) Расскажите о назначении и устройстве электропушки для забивки чугунной летки.

2) Объясните, какие требования предъявляют к машинам для забивки чугунной летки. Какие типы электропушек используют на производстве и почему?

3) Объясните конструкцию механизма выталкивания леточной массы.

**Практическая работа № 2**

|  |  |
| --- | --- |
| **Тема:** | **Расчет потребности шлаковозов**  |
| **Цель работы:** | Научиться определять потребное количество шлаковозов при ковшевой уборке шлака, изучить принцип работы и устройство шлаковоза. В результате выполнения практической работы студенты **должны уметь:**- выполнять производственные расчеты ;- читать кинематические схемы механизмов;- работать с документацией, справочной литературой и другими информационными источниками;- анализировать и оценивать состояние техники безопасности на производственном участке;**должны знать:**- устройство и принцип работы обслуживаемого оборудования;- основные характеристики оборудования;- требования стандартов и технических условий. |
| **Приборы, материалы и инструмент** |  |
| **Порядок выполнения практической работы** | 1. Усвоить теоретический материал по теме: «Механическое оборудование для уборки жидких продуктов плавки».
2. Ответить на контрольные вопросы для самопроверки.
3. Выполнить и записать задания практической работы в тетрадь по практическим работам.
4. Сдать выполненную практическую работу на проверку преподавателю.
 |

**Теоретическая часть**

 Шлаковозы предназначены для приема выпускаемого из доменной печи жидкого шлака и транспортирования его к местам переработки в различные строительные материалы. Шлаковозы содержат следующие узлы: чашу – емкость для шлака; опорное кольцо для чаши; раму с лафетами; две двухосные ходовые тележки железнодорожного типа и предохранительные устройства (рисунок 1).

 К шлаковозам предъявляют следующие требования:

1. форма чаши должна способствовать беспрепятственному выходу из неё затвердевшего шлака на шлаковом отвале;
2. должна быть исключена возможность самопроизвольного опрокидывания чаши как при её кантовании, так и при движущемся или остановленном шлаковозе;
3. должна быть обеспечена поперечная устойчивость шлаковоза при опрокидывании чаши как порожней, так и груженой;
4. конструкция, форма и материал чаши, а также способ её крепления должны обеспечивать долговечность чаши;
5. привод механизма опрокидывания чаши должен допускать возможность регулирования скорости слива шлака на грануляционных установках;
6. необходимы возможно большая постановочная ёмкость и меньший коэффициент тары.



Рисунок 1. Шлаковоз с овальной чашей вместимостью 16,5 м3.

1 – механизм кантования ковша; 2 – двухосная железнодорожная тележка; 3 – опорное кольцо; 4 – упор; 5 – чаша; 6 – рама; 7 – лафет; 8 – направляющая; 9 – зубчатая рейка; 10 – каток; 11 – лапы-приливы; 12 – зубчатый сектор.

 Шлаковозы выполняют с механизмом опрокидывания чаши или без него. Привод механизма опрокидывания- электрический.

 Различают два основных типа шлаковозов: с одной чашей (одночашевые) и с двумя чашами (двухчашевые).

 Чаши изготавливают литыми из чугуна или стали. Стойкость чаш, отлитых из стали, в 3-3,5 раза выше чугунных. Также сталь , благодаря высокой прочности и хорошим пластическим свойствам, лучше противостоит действию механических и температурных напряжений и поэтому стальные чаши получили преимущественное распространение.

 В доменных цехах применяют шлаковозы с одной чашей вместимостью 11, 16 и 16,5 м3.

 Число шлаковозов при ковшевой уборке шлака в доменном цехе:

 n=nоб+nрем+nрез,

 где nоб,nрем и nрез – количество шлаковозов, находящихся соответственно в обороте, ремонте и резервных.

 Число шлаковозов, находящихся в обороте,

 nоб=(QKtоб/24Vqb)(βн+βв),

 где Q – суточный выход шлака по цеху, т/сут;

 K – коэффициент неравномерности выпусков по массе шлака,

 принимают K=1,25;

 tоб – длительность оборота ковша, tоб=5 часов;

 V – вместимость ковша, м3;

 q – плотность жидкого шлака, т/м3; q=2,5…3 т/м3;

 b – коэффициент заполнения ковша, b=0,8;

 βн и βв – доля нижнего и верхнего шлака соответственно.

 Величины βн и βв в соответствии с нормами проектирования принимают следующими: на печах с количеством выпусков а=6-8, βн=βв=0,5; на печах с количеством выпусков а= 13-14, βн=0,85 и βв=0,15; при числе выпусков а ˃16 принимаем βн=1,0 и βв=0.

 Число шлаковозов,одновременно находящихся в ремонте,

 nрем=nоб(tр/t),

 где tр- длительность капитальных, средних и текущих ремонтов шлаковозов за кампанию от капитального до капитального ремонтов, сут.;

 t – рабочее время шлаковоза между капитальными ремонтами, сут.;

 За шестилетний период проводят капитальный ремонт длительностью 3 суток, два средних ремонта по 2,5 суток и пять текущих ремонтов по 1 суток в год, т. е. всего ремонты занимают 14 суток.

 Рабочее межремонтное время составит:

 t = (6 х 365- 14) суток.

 Число резервных шлаковозов принимают равным числу ковшей, устанавливаемых одновременно под выпуск верхнего и нижнего шлака на печи с максимальным выходом шлака , и рассчитывают по формуле:

 nрез =(( Q1K))/(Vqb))(βн/mн+βв/mв), шт.;

 где Q1 – количество шлака, выпускаемого из печи с его максимальным выходом, т/сут;

 mн и mв – расчетное число выпусков нижнего и верхнего шлака за сутки соответственно.

 Расчетное число выпусков нижнего шлака равно числу выпусков чугуна: до 10 при одной чугунной летке на печи; до 14 при двух летках и до 24 при трех- четырех летках. Выпуски верхнего шлака при двух- четырех чугунных летках существующими нормами не предусмотрены; на печах с одной чугунной леткой величина mв достигает 20.

**Задания практической работы № 2**

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **№** **варианта** | **Объем доменной печи, V' м3** | **Суточный выход шлака по цеху, Q, т/сут.** | **Вместимость ковша, V, м3** | **Количество выпусков шлака, а** | **Количество чугунных леток** |
| 1 | 1400 | 875 | 11 | 6 | 1 |
| 2 | 1800 | 900 | 16 | 7 | 1 |
| 3 | 2000 | 1295 | 16,5 | 8 | 2 |
| 4 | 2700 | 1400 | 16,5 | 13 | 2 |
| 5 | 3200 | 1750 | 16,5 | 14 | 2 |
| 6 | 5000 | 2000 | 16,5 | 7 | 2 |
| 7 | 1400 | 875 | 11 | 8 | 3 |
| 8 | 1800 | 900 | 11 | 7 | 3 |
| 9 | 2000 | 1295 | 16 | 7 | 4 |
| 10 | 2700 | 1400 | 16 | 8 | 4 |
| 11 | 3200 | 1750 | 16,5 | 14 | 4 |
| 12 | 5000 | 2000 | 16,5 | 13 | 2 |
| 13 | 1400 | 875 | 11 | 6 | 2 |
| 14 | 1800 | 900 | 11 | 14 | 3 |
| 15 | 2000 | 1295 | 16 | 7 | 3 |
| 16 | 1400 | 875 | 11 | 6 | 1 |
| 17 | 1800 | 900 | 16 | 7 | 1 |
| 18 | 2000 | 1295 | 16,5 | 8 | 2 |
| 19 | 2700 | 1400 | 16,5 | 8 | 2 |
| 20 | 3200 | 1750 | 16,5 | 13 | 2 |
| 21 | 5000 | 2000 | 16,5 | 14 | 2 |
| 22 | 1400 | 875 | 11 | 7 | 3 |
| 23 | 1800 | 900 | 11 | 8 | 3 |
| 24 | 2000 | 1295 | 16 | 8 | 4 |
| 25 | 2700 | 1400 | 16 | 7 | 4 |
| 26 | 3200 | 1750 | 16,5 | 8 | 4 |
| 27 | 5000 | 2000 | 16,5 | 14 | 2 |
| 28 | 1400 | 875 | 11 | 13 | 2 |
| 29 | 1800 | 900 | 11 | 16 | 3 |
| 30 | 2000 | 1295 | 16 | 14 | 3 |

**Контрольные вопросы для самопроверки**

1) Расскажите о назначении и устройстве шлаковозов.

2) Объясните, какие требования предъявляют к шлаковозам. Какие типы шлаковозов используют на производстве ?

 3) Объясните, что влияет на стойкость и прочность чаши шлаковоза. Какие материалы применяют для изготовления чаши? Какому материалу отдают предпочтение и почему?

**Практическая работа № 3**

|  |  |
| --- | --- |
| **Тема:** | **Определение мощности двигателя привода разливочной машины** |
| **Цель работы:** | Научиться определять мощность двигателя привода разливочной машины, изучить принцип работы и устройство разливочной машины. В результате выполнения практической работы студенты **должны уметь:**- выполнять производственные расчеты ;- читать кинематические схемы механизмов;- работать с документацией, справочной литературой и другими информационными источниками;- анализировать и оценивать состояние техники безопасности на производственном участке;**должны знать:**- устройство и принцип работы обслуживаемого оборудования;- основные характеристики оборудования;- требования стандартов и технических условий. |
| **Приборы, материалы и инструмент** |  |
| **Порядок выполнения практической работы** | 1. Усвоить теоретический материал по теме: «Механическое оборудование для уборки жидких продуктов плавки».
2. Ответить на контрольные вопросы для самопроверки.
3. Выполнить и записать задания практической работы в тетрадь по практическим работам.
4. Сдать выполненную практическую работу на проверку преподавателю.
 |

**Теоретическая часть**

Разливочная машина предназначена для разливки жидкого чугуна в чушки и погрузки чушек на железнодорожные платформы или в полувагоны.

 По числу лент различают два основных типа машин : одноленточные и двухленточные. В современных доменных цехах применяют двухленточные разливочные машины. Известны также трехленточные машины, но из-за сложности эксплуатации они не получили большого распространения.

 По конструкции конвейера также различают два типа машин: с подвижными опорными роликами, встроенными в цепи и движущимися с ними по направляющим рельсам,и с неподвижными (стационарными) роликами поддерживающими и направляющими движущиеся цепи.

 При расчете мощности привода конвейера разливочной машины применяют общепринятую методику, при этом ленту конвейера делят на четыре участка (рисунок 1):



Рисунок 1 – Схема к расчету привода конвейерной разливочной машины

 участок 1-2- от приводной звездочки, до звездочки натяжного устройства; на этом участке происходит опускание порожних изложниц по уклону вниз;

 участок 2-3- лента огибает звездочку натяжного устройства;

 участок 3-4- от звездочки натяжного устройства до приводной звездочки; на этом участке происходит подъем заполненных чугуном изложниц вверх по уклону;

 участок 4-1- лента огибает приводную звездочку.

Минимальное натяжение цепи конвейера имеет место в точке 2. Для предотвращения провисания сбегающей ветви цепи в этой точке с помощью натяжного устройства создают натяжение F2=3÷5 кН.

 Натяжение цепи в точке 3 составит:

 F3=F2+W2-3, кН;

 где W2-3 – сопротивление движению на участке 2-3.

Сопротивление W2-3 складывается из сил трения на холостой звездочке, оцениваемых коэффициентом kт =0,08…0,10 по отношению к F2, т. е.

 W2-3= F2k т ,

 тогда натяжение F3=F2(1+kт)=F2( 1,08- 1,10).

Натяжение цепи в точке 4 равно:

 F4=F3+W3-4,

 где W3-4 – сопротивление движению конвейера на участке 3-4:

 W3-4=1/l(q+Zq0)(w0cosα+sinα)L ,

 где l – шаг звена цепи, м;

 q – вес ленты конвейера на длине шага звена цепи,кН;

 Z – число чушек чугуна на одном звене цепи;

 q0  - вес одной чушки, кН;

 w0 – коэффициент сопротивления движению цепи по роликам;

 w0=((fd+2μ)/D)Kp,

 где f – коэффициент трения для роликовых подшипников,

 f=0,04;

 d – средний диаметр обоймы роликов подшипника, м;

 μ – коэффициент трения качения цепи по роликам, м;

 μ=0,0006…0,0008м;

 D – диаметр ролика,м;

 Кр – коэффициент дополнительных сопротивлений,Кр=2,5…3,5;

 α - угол наклона конвейера, град.;

 L - длина конвейера, м.

 Сопротивление на приводной звездочке :

 W4-1=F4 Kс ,

 где Кс – коэффициент сопротивления, Кс =0,10…0,15;

Натяжение цепи в точке 4 с учетом сопротивлений на приводной звездочке:

 F1,4=F4+W4-1,

 Натяжение цепи в точке 1 с учетом сопротивления движению конвейера W1-2 на участке 1-2:

 F1,2=F2+W1-2=F2+q1 L(sinα-w0 cosα);

 где q1 – вес одного метра ленты цепи с изложницей, кН;

 q1 =q·n,

 n – число звеньев в цепи на одном метре длины;

 n=1/l,

 Окружное усилие на приводной спаренной звездочке :

 F=F1,4 –F1,2

 Мощность электродвигателя, работающего в длительном режиме,кВт:

 Р=(Fʋk3)/ηp,

 где ʋ - наибольшая скорость движения ленты,м/с;

 ηр – к.п.д. редуктора,ηр=0,82;

 k3 – коэффициент запаса мощности, k3=1,3…2,0;

По вычисленной мощности выбирается электродвигатель.

**Задания практической работы № 3**

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **№** **варианта** | **l** | **q** | **Z** | **q0** | **d** | **D** | **α** | **L** | **v** |
| **М** | **кН** | **-** | **кН** | **м** | **м** | **град.** | **м** | **м/мин** |
| 1 | 0,6 | 2,8 | 2 | 0,45 | 0,060 | 0,25 | 8030ʹ | 40,0 | 7 |
| 2 | 0,6 | 2,6 | 2 | 0,45 | 0,065 | 0,25 | 9000ʹ | 40,5 | 8 |
| 3 | 0,5 | 2,4 | 2 | 0,45 | 0,070 | 0,25 | 8040ʹ | 41,0 | 9 |
| 4 | 0,6 | 2,5 | 2 | 0,45 | 0,070 | 0,25 | 9030ʹ | 41,5 | 10 |
| 5 | 0,6 | 2,7 | 2 | 0,45 | 0,065 | 0,25 | 8050ʹ | 42,0 | 11 |
| 6 | 0,6 | 3,0 | 4 | 0,18 | 0,060 | 0,26 | 9000ʹ | 42,5 | 12 |
| 7 | 0,6 | 2,9 | 4 | 0,18 | 0,060 | 0,26 | 7000ʹ | 43,0 | 12 |
| 8 | 0,5 | 2,7 | 4 | 0,18 | 0,065 | 0,26 | 7030ʹ | 40,0 | 11 |
| 9 | 0,6 | 2,8 | 4 | 0,18 | 0,070 | 0,26 | 7040ʹ | 41,0 | 10 |
| 10 | 0,6 | 2,6 | 4 | 0,18 | 0,070 | 0,26 | 8000ʹ | 42,0 | 9 |
| 11 | 0,6 | 2,5 | 4 | 0,23 | 0,060 | 0,25 | 8010ʹ | 43,0 | 8 |
| 12 | 0,7 | 2,4 | 4 | 0,23 | 0,070 | 0,25 | 9020ʹ | 40,5 | 7 |
| 13 | 0,6 | 2,7 | 4 | 0,23 | 0,065 | 0,25 | 9030ʹ | 41,5 | 7 |
| 14 | 0,6 | 2,8 | 4 | 0,23 | 0,070 | 0,25 | 8030ʹ | 42,5 | 8 |
| 15 | 0,6 | 2,8 | 4 | 0,23 | 0,060 | 0,25 | 8020ʹ | 43,0 | 9 |
| 16 | 0,6 | 2,6 | 4 | 0,18 | 0,065 | 0,255 | 9000ʹ | 42,5 | 10 |
| 17 | 0,6 | 2,8 | 2 | 0,45 | 0,060 | 0,255 | 8050ʹ | 42,0 | 11 |
| 18 | 0,6 | 2,5 | 2 | 0,45 | 0,070 | 0,255 | 8040ʹ | 42,5 | 12 |
| 19 | 0,6 | 2,4 | 2 | 0,45 | 0,060 | 0,255 | 8030ʹ | 41,0 | 12 |
| 20 | 0,6 | 2,7 | 2 | 0,45 | 0,070 | 0,255 | 8020ʹ | 43,0 | 10 |
| 21 | 0,5 | 2,8 | 2 | 0,45 | 0,070 | 0,25 | 8000ʹ | 40,5 | 11 |
| 22 | 0,6 | 3,0 | 2 | 0,45 | 0,070 | 0,25 | 9000ʹ | 41,0 | 9 |
| 23 | 0,6 | 2,6 | 2 | 0,45 | 0,060 | 0,25 | 8020ʹ | 41,5 | 8 |
| 24 | 0,6 | 2,5 | 2 | 0,45 | 0,065 | 0,25 | 8030ʹ | 42,0 | 7 |
| 25 | 0,6 | 2,8 | 2 | 0,45 | 0,065 | 0,25 | 8040ʹ | 42,5 | 7 |
| 26 | 0,6 | 2,4 | 2 | 0,45 | 0,070 | 0,26 | 9000ʹ | 40,5 | 10 |
| 27 | 0,5 | 2,5 | 2 | 0,45 | 0,060 | 0,26 | 9010ʹ | 43,0 | 12 |
| 28 | 0,6 | 2,8 | 2 | 0,45 | 0,070 | 0,26 | 8020ʹ | 42,0 | 11 |
| 29 | 0,6 | 2,9 | 2 | 0,45 | 0,065 | 0,26 | 8040ʹ | 41,5 | 10 |
| 30 | 0,6 | 2,7 | 2 | 0,45 | 0,070 | 0,26 | 9020ʹ | 42,0 | 12 |

**Контрольные вопросы для самопроверки**

1) Объясните назначение и принцип работы разливочной машины.

2) Расскажите о конструкции разливочной машины. Как устроен привод ?

 3) Расскажите, как классифицируют разливочные машины. Почему трехленточные машины не получили распространение? Какие недостатки есть у машин с подвижными роликами?

**Практическая работа № 4**

|  |  |
| --- | --- |
| **Тема:** | **Определение мощности привода распределителя шихты** |
| **Цель работы:** | Научиться определять мощность двигателя привода распределителя шихты, изучить принцип работы и устройство распределителя шихты. В результате выполнения практической работы студенты **должны уметь:**- выполнять производственные расчеты ;- читать кинематические схемы механизмов;- работать с документацией, справочной литературой и другими информационными источниками;- анализировать и оценивать состояние техники безопасности на производственном участке;**должны знать:**- устройство и принцип работы обслуживаемого оборудования;- основные характеристики оборудования;- требования стандартов и технических условий. |
| **Приборы, материалы и инструмент** |  |
| **Порядок выполнения практической работы** | 1. Усвоить теоретический материал по теме: «Механизмы загрузки печи».
2. Ответить на контрольные вопросы для самопроверки.
3. Выполнить и записать задания практической работы в тетрадь по практическим работам.
4. Сдать выполненную практическую работу на проверку преподавателю.
 |

**Теоретическая часть**

Засыпной аппарат предназначен для загрузки шихты с необходимым распределением по сечению колошника,обеспечения герметичности печи в процессе загрузки, т. е. для предотвращения попадания в печь воздуха, ведущего к возможности взрыва, и предотвращения выделения печного газа в атмосферу.

 Печи со скиповым подъемником шихты на колошник, т. е. большая часть печей, оборудована двухконусным засыпным аппаратом, а печи с конвейерным подъемником – бесконусными загрузочными устройствами.

 Вращающийся распределитель шихты работает в соответствии с программой загрузки доменной печи.

 Для лучшего распределения материалов в доменной печи воронку распределителя (3) с высыпанным в нее на малый конус (20) из скипа материалом вращают на заданные углы (рисунок 1).



Рисунок 1 – Схема к расчету распределителя шихты загрузочного устройства: 1 – колошник; 2 – сальниковое уплотнение; 3 – воронка распределителя; 4 – кольцевая дорожка; 5 – опорное кольцо; 6 – кольцевая дорожка ; 7 – грундбукса; 8 – штанга; 9 – подпятник; 10 – подвеска; 11, 12 – противоскручивающие устройства; 13 – зубчатый венец; 14 – конический редуктор; 15 – универсальный шарнир; 16 – редуктор; 17 – тормоз; 19 – электродвигатель; 20 – зажимное устройство; 21 – малый конус; 22 – штанга; 23 – опорный ролик; 24 – контропорный ролик.

Сила тяжести кокса в воронке:

 Gм.к.=gVγk, кН

 где g – ускорение свободного падения, м/с2;

 V – полезная емкость воронки малого конуса,м3;

 γк  - насыпная масса кокса,т/м3;

 Сила тяжести агломерата в воронке:

 Gм.р. =gVγр,кН

 где γр –насыпная масса железосодержащей части шихты (агломерат), т/м3;

Усилие в штанге, создаваемое механизмами маневрирования конусами:

 T=α·Gк +Gм.р. ,кН

 где α - коэффициент дополнительного прижатия конуса малого к воронке распределителя, принимается α=1,25;

 Gк – сила тяжести малого конуса со штангой, защитным кольцом и подвеской, кН;

Максимальная нагрузка на контрольные ролики:

 Fоп =Gк +Gв +Gм.р.-Т, кН;

 где Gв –сила тяжести вращающейся воронки с фланцем, зубчатым венцом и броней, кН;

Максимальная нагрузка на контрольные ролики (когда давление в межконусном пространстве равно давлению газа под колошником и на малом конусе находится легкий материал- кокс):

 Fк.оп. = -Gк –Gв –Gм.к. +T+p·((π·D25 )/4), кН

 где р- давление газа под колошником, кН/м2;

 D5 – наружный диаметр вращающейся воронки,м;

Удельное сопротивление перемещению воронки по роликам:

 ω = (2μ+fd1 )/D1, кН;

 где μ – коэффициент трения качения,μ=0,0008…0,001;

 f – коэффициент трения в подшипниках,f=0,05…0,1.

 D1 – средний диаметр опорного ролика воронки по поверхности катания,м;

 d1 - диаметр подшипников опорного ролика,м;

Сопротивление от сил трения при вращении воронки по опорным роликам:

 Wf =Fmax ·ω = Fк.оп. ·ω ,кН;

Момент, затрачиваемый на преодоление сил трения при вращении воронки по опорным роликам:

 М1=Wf·(D3/2), кН·м;

 где D3 – средний диаметр роликового хода вращающейся воронки,м;

Удельное давление в сальниковом уплотнении:

 Р1=р·1,15, кН/м2;

Площадь сальникового уплотнения распределителя:

 Ас=π·D5·h, м2;

 где h - суммарная высота сальникового уплотнения,м;

Усилие, действующее на воронку со стороны сальникового уплотнения:

 F с=p1 ·Ас, кН;

 Сила трения в сальниковом уплотнении при коэффициенте трения f1=0,05…0,07;

 Ffc =f1 ·Fс, кН;

Момент от сил трения в сальниковом уплотнении:

 М2= Ffc· (D5 /2 ), кН·м;

Сила трения в опорном подшипнике подвески конуса малого:

 Ff0= f2 ·k2·T,кН;

 где f2 – коэффициент трения в опорном подшипнике,f2=0,1;

 k2 – коэффициент дополнительного усилия, возникающего между штангами конусов (k2=0,15).

Момент от сил трения в опорном подшипнике подвески конуса:

 М3=Ff0·(D/2),кН·м;

 где D – диаметр роликового хода в подпятнике, м;

Момент ,необходимый для вращения воронки (без учета сопротивлений в центрирующих роликах):

 Мвр.=М1+М2+М3, кН·м;

Усилия в зубчатом зацеплении приводной шестерни распределителя шихты при угле зацепления α=20◦:

 Ft= (2·Мвр.) / ((соsα·(dw2)), кН;

 где (dw2) - диаметр начальной окружности зубчатого венца, м;

Удельные сопротивления перемещению воронки по центрирующим роликам:

 ws = (2μ+fd2)/D2,кН;

 где d2 – диаметр подшипника центрирующего ролика,м;

 D2 – диаметр центрирующего ролика, м;

Сопротивление от сил трения в центрирующих роликах Wц принимается равным Wц=10 кН.

Момент от сил сопротивления в центрирующих роликах:

 М4=Wц·(D4/2), кН·м;

 где D4 – диаметр поверхности катания зубчатого венца по центрирующим роликам, м;

Общий статический момент, необходимый для вращения воронки распределения шихты:

 Моб=М1+М2+М3+М4, кН·м;

Угловая скорость вращения распределителя при nр=3мин-1 принимается ωр=0,314 рад/с.

Мощность электродвигателя привода распределителя шихты с учетом к.п.д. ηмех=0,75 :

 Р=( Моб·ωр)/ηмех, кВт;

Выбор электродвигателя производится по каталогу.

 **Задания практической работы № 4**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Наименование** | **Обозн.** | **Ед. изм.** | **№ варианта** |
| **1** | **2** | **3** | **4** | **5** | **6** |
| Полезная ёмкость воронки малого конуса. | V | м3 | 7,5 | 10 | 10 | 12 | 17 | 17 |
| Насыпная масса кокса. | γk | т/м3 | 0,5 | 0,5 | 0,5 | 0,5 | 0,5 | 0,5 |
| Насыпная масса железорудной части шихты. | γр | т/м3 | 2,0 | 2,3 | 2,0 | 2,3 | 2,0 | 2,3 |
| Сила тяжести малого конуса со штангой, защитным кольцом и подвеской. | Gk | кН | 90 | 98 | 105 | 110 | 2,60 | 225 |
| Сила тяжести вращающейся воронки с фланцем, зубчатым венцом и броней. | Gв | кН | 350 | 365 | 375 | 390 | 950 | 630 |
| Диаметр роликового хода в подпятнике. | D | м | 0,31 | 0,31 | 0,31 | 0,31 | 0,42 | 0,45 |
| Средний диаметр опорного ролика воронки по поверхности катания. | D1 | м | 0,40 | 0,40 | 0,40 | 0,70 | 0,70 | 0,55 |
| Диаметр подшипников опорного ролика. | d1 | м | 0,10 | 0,10 | 0,10 | 0,10 | 0,30 | 0,28 |
| Диаметр центрирующего ролика. | D2 | м | 0,36 | 0,36 | 0,36 | 0,36 | 0,70 | 0,60 |
| Диаметр подшипника центрирующего ролика. | d2 | м | 0,08 | 0,08 | 0,08 | 0,08 | 0,15 | 0,12 |
| Средний диаметр роликового хода вращающейся воронки. | D3 | м | 3,06 | 3,06 | 3,06 | 3,06 | 4,30 | 3,78 |
| Диаметр поверхности катания зубчатого венца по центрирующим роликам. | D4 | м | 3,60 | 3,60 | 3,60 | 3,60 | 5,36 | 4,37 |
| Наружный диаметр вращающейся воронки. | D5 | м | 2,38 | 2,38 | 2,38 | 2,38 | 3,55 | 3,08 |
| Диаметр начальной окружности зубчатого венца. | dω2 | м | 3,672 | 3,672 | 3,672 | 3,672 | 5,472 | 4,440 |
| Суммарная высота сальникового уплотнения. | h | м | 0,30 | 0,30 | 0,30 | 0,30 | 0,42 | 0,35 |
| Скорость вращения воронки. | nв | мин-1 | 3,50 | 3,50 | 3,50 | 3,50 | 3,11 | 3,00 |
| Давление газа под калашником. | р | кН/м2 | 100 | 120 | 140 | 180 | 280 | 200 |
| Угол поворота воронки распределителя. | φi | град. | 60 | 120 | 180 | 60 | 12 | 180 |

**Контрольные вопросы для самопроверки**

1) Объясните назначение и принцип работы вращающегося распределителя шихты.

2) Расскажите об особенности распределения шихтовых материалов при загрузке их в доменную печь.

 3) Объясните, каким образом добиваются получения более равномерного распределения шихты по окружности колошника. Назовите используемые виды загрузки.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

Основная литература:

1. Якушев А.М. Основы проектирования и оборудования сталеплавильных и доменных цехов – М.: Металлургия, 2010

2. Гринаш О.А. Грузоподъемные механизмы и транспортные средства – «ИН-ФОЛИО», 2010

3. Целиков А.И. Машины и агрегаты металлургических заводов, Том 1 – М.: Металлургия, 2011

4. Гребеник В.М. Расчет металлургических машин и механизмов – М.: Металлургия, 2011

5. Моргачев В.Л. Подъемно-транспортные машины – М.: Металлургия, 2009

6. Лукашкин Н.Д. Конструкция и расчет машин и агрегатов металлургических заводов ИКЦ «Академкнига», 2012

Дополнительная литература:

1. Воскобойников В.Г. Общая металлургия – М.: Металлургия, 2010

2. Левин Н.З. Механическое оборудование доменных печей – М.: Металлургия 2011

3. Сапко А.И. Механическое и подъемно-транспортное оборудование электрометаллургических цехов – М.: Металлургия 2011