|  |  |
| --- | --- |
| Gerb-BMSTU_01 | Министерство науки и высшего образования Российской ФедерацииФедеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования«Московский государственный технический университетимени Н.Э. Баумана(национальный исследовательский университет)»(МГТУ им. Н.Э. Баумана) |
| ФАКУЛЬТЕТ «Машиностроительные технологии»КАФЕДРА «Литейные технологии»РАСЧЕТНО-ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКАК ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЕНА ТЕМУ:«Цех литья по выплавляемым моделям»Студент группы МТ5-121 И. И. Иванов (Подпись, дата)Руководитель ВКР В. А. Петров (Подпись, дата)Консультант по организационно-экономической части А. С. Сидоров (Подпись, дата) Консультант по охране труда и экологии П. А. Потапов (Подпись, дата) Нормоконтролер С. С. Семушкин (Подпись, дата) |
| 2017 г. |

# РЕФЕРАТ

Расчетно-пояснительная записка 36 с., 7 рис., 5 табл., 7 источников, 1 прил.

ПРОКАЛОЧНЫЕ ПЕЧИ, ЮВЕЛИРНЫЕ УКРАШЕНИЯ, ЛИТЬЕ ПО ВЫПЛАВЛЯЕМЫМ МОДЕЛЯМ, ФУТЕРОВКА

Объектом разработки является прокалочная печь для ювелирного литья.

Цель работы — модернизация прокалочной печи для уменьшения расхода энергии, затрачиваемой на нагрев печи.

Поставленная цель достигается за счет применения улучшенной футеровки печи и дверцы загрузочного окна, улучшения герметизации рабочего пространства печи за счет наклонной дверцы, замены нихромовых нагревательных элементов на силитовые стержни с целью создания стабильного температурного поля по сечению печи.

СОДЕРЖАНИЕ

[РЕФЕРАТ 1](#_Toc482385093)

[ВВЕДЕНИЕ 4](#_Toc482385094)

[1 Камерная электропечь 5](#_Toc482385095)

[1.1 Описание конструкции 5](#_Toc482385096)

[1.2 Выбор типа печи 9](#_Toc482385097)

[2 Расчетная часть 10](#_Toc482385098)

[2.1 Выбор электродвигателя 10](#_Toc482385099)

[ЗАКЛЮЧЕНИЕ 12](#_Toc482385100)

[СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ 13](#_Toc482385101)

[ПРИЛОЖЕНИЕ А Графическая часть выпускной квалификационной работы 14](#_Toc482385102)

# ВВЕДЕНИЕ

В данной работе производится проектирование прокалочной печи. Она предусмотрена в технологической цепочке производства ювелирных украшений методом литья по выплавляемым моделям. Печь предназначена для прокалки модельных блоков перед заливкой в центробежных литейных машинах.

Исходным документом для проектирования является техническое задание. Проектирование проводилось с учётом основных принципов:

— все детали и сборочные единицы должны обладать одинаковой степенью соответствия требованиям надёжности, точности, жёсткости и прочности;

— конструируемое изделие должно иметь рациональную компоновку сборочных единиц, обеспечивающую малые габариты, удобство сборки;

— конструируемое изделие должно соответствовать требованиям унификации и стандартизации.

На этой стадии расчёт изделия выполняется одновременно с вычерчиванием элементов конструкции. Выполнение расчетов проводилось с использованием ЭВМ.

При выполнении технического проекта были разработаны: сборочный чертёж прокалочной печи, чертежи сборочных единиц, приводного вала, общего вида печи.

## Камерная электропечь

### Описание конструкции

Электропечь состоит из кожуха, футеровки, нагревательных элементов, механизма подъема дверцы. Кожух электропечи бескаркасный. На передней наклонной стенке кожуха закреплены чугунные плиты. Они играют роль направляющих для дверцы, а также служат для плотного прилегания дверцы к загрузочному проему. Электропечь представляет собой камеру с подъемной дверью, механизированной тележкой и с системой принудительной циркуляции воздуха.

Электропечь не требует специальных механизмов для загрузки, крупные детали укладываются цеховыми средствами, а мелкие — вручную. Камера выполнена из теплоизолированных панелей. Вдоль боковых стен камеры размещены трубчатые электронагреватели.

Выводы нагревателей на задней стенке соединены с соответствии с принципиальной электрической схемой и закрыты кожухами. Кроме того, на задней стенке имеется предохранительный клапан, представляющий собой автоматически срабатывающее устройство, предназначенное для выпуска газов при возрастании давления в электропечи сверх допустимого значения.

Подъем и опускание двери осуществляется лебедочным устройством с помощью электропривода и ограничивается конечными выключателями.

В электрической схеме электропечи предусмотрены следующие блокировки:

— нагреватели могут быть включены только при наличии продувки кожухов выводов нагревателей и при включенном вентиляторе;

— нагреватели должны отключаться при отсутствии давления в выбросном воздуховоде;

— нагреватели должны отключаться при повышении температуры на них выше допустимой.

Огнеупорная часть футеровки выполнена из легковесного шамота ШЛБ‑1,0 и шамота ШБ, теплоизоляционная — из засыпки диатомитовой, диатомитового кирпича. Под изготовлен из отдельных литых жароупорных плит.

Нагревательные элементы выполнены из проволоки высокого омического сопротивления, в виде спиралей, уложенных на полочки на боковых стенках и поду и подвешенных на трубках на своде.

Материал трубок — высокоглиноземистый шамот ВГЛ‑1,3.

Подъем дверцы осуществляется от электропривода. На электропечи предусмотрены блокировки, отключающие нагреватели электропечи при подъеме дверцы и ограничивающие ход дверцы.

Электропечь, технические характеристики которой приведены в таблице Таблица 1 двухзонная. Регулировка температуры в каждой зоне автоматическая. Это дает возможность получить равномерную температуру по всей длине электропечи.

|  |
| --- |
| Таблица 1 — Технические характеристики прокалочной печи |
| Наименование | Нормы |
| Мощность установленная, кВт | 91,1 |
| Мощность нагревателей, кВт | 90 |
| Напряжение питающей среды, В | 380 |
| Напряжение на нагревателях, В | 220 |
| Число фаз | 3 |
| Частота, Гц | 50 |
| Максимальная рабочая температура, °С | 1000 |
| Число зон | 2 |
| Время разогрева до рабочей температуры, ч | 4 |
| Мощность холостого хода, кВт | 22 |
| Масса садки, кг | 1350 |
| Рабочая среда | воздух |

|  |
| --- |
| Продолжение таблицы Таблица 1 |
| Наименование | Нормы |
| Размеры рабочего пространства, мм |  |
|  ширина | 850 |
|  длина | 1700 |
|  высота | 500 |
| Общая масса электропечи, т | 6,7 |

…

Техническая характеристика печи СНОЛ-1,6-2,5 [3]:

Потребляемая мощность, кВт 3

Напряжение, В 220

Максимальная температура, °С 1100

Время разогрева до максимальной температуры, ч 2,5—2,8

Габариты рабочего пространства, мм 250x160x100

…

…

|  |
| --- |
| Таблица 2 — Свойства теплоизоляционного материала «Войлок МКРФХ-250» [3] |
| Нормативныйдокумент | Размеры, мм | Температура применения, °С | Кажущаяся плотность, кг/м3 | Тепло-проводность при (600±25) °С, Вт/(м·К) | Массовая доля, %, не менее | Δmпрк |
| Длина | Ширина | Толщина | Al2O3 | Cr2O3 |
| ГОСТ 23619-79 с изменениями № 1, 2 | 5000÷15000±100 | 600÷1400±20 | 20, 30, 40 | 1300 | 250 | 0,13 | 48 | 2—4 | 2,0 |

### Выбор типа печи

Камерные печи, схема которых показана на рисунке **Ошибка! Источник ссылки не найден.**, обобщённое название группы промышленных печей, в которых изделия остаются неподвижными относительно печи в течение всего периода нагрева. Такие печи состоят из рабочей камеры, образованной футеровкой из слоя огнеупорного кирпича 2, несущего на себе нагреватели 1 и изолированного от металлического кожуха теплоизоляционным слоем 3. Работающие в камере печи детали 4 и механизмы, а также нагревательные элементы выполняются из жаропрочных и жароупорных сталей и других жароупорных материалов.


1 — нагревательные элементы; 2 — огнеупорная часть кладки;
3 — теплоизоляция; 4 — жароупорная подовая плита
Рисунок 1 — Схема устройства камерной печи сопротивления
периодического действия

Камерные печи применяют для нагрева металлических заготовок перед прокаткой и ковкой, для термической обработки металлических и стеклянных изделий, обжига керамических и эмалированных изделий. Камерные печи классифицируют по конструкции: [вертикальная печь](http://www.cultinfo.ru/fulltext/1/001/008/004/285.htm), [колпаковая печь](http://www.cultinfo.ru/fulltext/1/001/008/063/021.htm), [нагревательный колодец](http://www.cultinfo.ru/fulltext/1/001/008/079/697.htm), печь с выдвижным подом, ямная печь и др.

## Расчетная часть

### Выбор электродвигателя

Электрический привод подъема дверцы состоит из асинхронного электродвигателя, коническо-цилиндрического редуктора и приводного вала [1].

Исходные данные для расчета:

$t\_{под}=5$ с — время подъема дверцы;

$h=0,7$ м — ход дверцы;

$d\_{зв}=0,25$ м — диаметр зубчатого колеса;

$m\_{дв}=150$ кг — масса дверцы.

Окружное усилие $F\_{t}$ , $H$, на приводном валу вычисляют по формуле:

 $F\_{t}=m\_{дв}×g$, (1)

где $g$ — ускорение свободного падения.

Таким образом:

 $F\_{t}=150×9,8=1470 H $

Скорость перемещения дверцы $V$, м/с:

 $V=\frac{h}{t\_{под}}=\frac{0,7}{5}=0,14$ м/с

Определение потребляемой мощности привода на выходе Pвых, Вт:

 $P\_{вых}=F\_{t}×V$, (2)

Таким образом:

 $P\_{вых}=1470×0,14=205,8$ Вт

Потребляемая мощность электродвигателя $P\_{э}$, Вт:

 $P\_{э}=P\_{вых}/η$, (3)

где $η$ — общий КПД привода.

Для цепной передачи $η$ = 0,92. Таким образом:

 $P\_{э}=205,8/0,92=223$ Вт

Частота вращения вала электродвигателя $n\_{э}$, мин-1:

 $n\_{э}=n\_{вых}×u$, (4)

где $n\_{вых}$ — частота вращения выходного вала, мин-1;

$u$ — общее передаточное число.

Частота вращения выходного вала $n\_{вых}$, мин-1:

 $n\_{вых}=\frac{60×V}{π×d\_{зв}}$, (5)

Таким образом:

 $n\_{вых}=\frac{60×0,14}{3,14×0,25}=10,7$ мин-1

Общее передаточное число *u*:

 *u*$=u\_{р}×u\_{ц}$ u, (6)

где $u\_{р}$ — передаточное число редуктора, равное 35;

# ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Осуществлена модернизация прокалочной камерной печи, заключающаяся в следующем:

— улучшена футеровка печи и дверцы загрузочного окна путем применения в качестве теплоизоляции материала материала волокнистого строения муллитокремнеземистого состава «Войлок МКРВХ-250» (Россия);

— для лучшей герметизации рабочего пространства печи дверца загрузочного окна сделана наклонной;

— замена нихромовых нагревательных элементов на силитовые стержни с целью создания стабильного температурного поля по сечению печи;

— подбор параметров силитовых нагревателей, расчет их количества и мощности печи (90 кВт, не менее);

— разработка схемы электропитания печи и элементов конструкции силитовых нагревателей и печи.

# СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Беликов, О. А. Приводы литейных машин: учеб. пособие для вузов [Текст] / О. А. Беликов, Л. П. Каширцев. под ред. Г. Ф. Баландина — Изд. 2-е перераб. и доп. М.: Машиностроение, 1971. — 311 с. ил.

2. Богословский, С. Д. Литье мелких стальных деталей по выплавляемым моделям [Текст]. — М.: Машиностроение, 1982.

3. Свенчанский, А. Д. Электрические промышленные печи. В 2 ч. Ч. 1. Электрические печи сопротивления: Учебник для вузов по специальности «Электротермические установки» [Текст] / А. Д. Свенчанский. — Изд. 2-е, перераб. — М., 1975. — 384 с.

4. Дунаев, П. Ф. Конструирование узлов и деталей машин [Текст]: Учеб. пособие для студ. техн. спец. вузов/ П. Ф. Дунаев, О. П. Леликов — Изд. 8-е перераб. и доп. – М.: Издательский центр «Академия», 2004., – 496 с. ISBN 5-7695-1041-2

5. Бреполь, Э. Теория и практика ювелирного дела [Текст]: Пер. с нем./ Под ред. Л. А. Гутова и Г. Т. Оболдуева. — Изд. 4-е, стереотипн. – Л.: Машиностроение, Ленингр. отд-ние, 1982. — 384 с. ил.

6. Байков, Б. А. Детали машин: Атлас конструкций [Изоматериал]: Учеб. пособие для студентов машиностроительных специальностей вузов. В 2-х ч. Ч. 1 / Б. А. Байков, В. Н. Богачев, А. В. Буланже и др.: Под общ. ред. д-ра техн. наук проф. Д. Н. Решетова. — Изд. 5-е, перераб. и доп. М.: Машиностроение, 1992. — 352 с: ил. ISBN 5-217-01507-1.

7. Леликов О. П. Основы расчета и проектирования деталей и узлов машин. Конспект лекций по курсу «Детали машин» [Текст]. Изд. 3-е перераб. и доп. — М.: Машиностроение, 2007., — 464 с.: ил. ISBN 978-5-217-03390-4.

Литература 8 Рисунок 2 Таблица 3 Формула 7

# ПРИЛОЖЕНИЕ АГрафическая часть выпускной квалификационной работы

В графическую часть выпускной квалификационной работы входят:

— анализ вариантов изготовления отливки;

— чертеж отливки;

— чертеж пресс-формы со спецификацией;

…

