



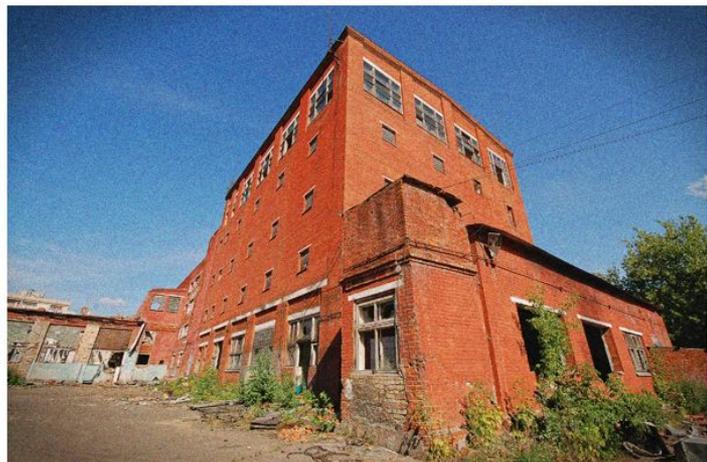
*Целью моей работы является* анализ эффективности теплоизоляции хлебопекарной печи.

Исходя из поставленной цели, перед собой я поставил следующие

*задачи:*

- изучить современное оборудование для выпечки хлеба;
  - проанализировать сильные и слабые стороны хлебопекарных печей;
  - проанализировать теплоизоляцию печи;
  - выполнить необходимые расчеты.
-

В 1925 году был построен первый Московский хлебозавод. Всего на пять печей, он был оснащен некоторыми видами механического оборудования: просеивательными аппаратами, машинами тестоделительными и тестомесильными, металлическими дежами.



Уже 1931 году был сооружен в Москве хлебозавод производительностью 250 тонн хлеба в сутки, который по уровню производительности и технической оснащенности намного превосходил все ранее существовавшие заводы Америки и Европы.

---

Конструкции печей, система обогрева и паровое увлажнение должны обеспечивать достаточный подвод теплоты и влаги для получения хлеба лучшего качества. Имеется большой спектр конструкций кондитерских и хлебопекарных печей. Основные признаки печи это

- ❖ назначение печного агрегата,
- ❖ способы генерации обогрева и теплоты пекарной камеры,
- ❖ степень механизации печного оборудования,
- ❖ тип и конфигурация пекарной камеры,
- ❖ рабочая площадь пода.

---

Хлебопекарные печи классифицируются по нескольким признакам:

- **по технологическому назначению:** это печи универсальные, применяемые для выпечки широкого ассортимента и специализированные, применяемые для выпечки специальных сортов;
- **по производительности:** это печи очень малой производительности , применяемых для пекарен, малой производительности - площадью пода до 8м, печи средней производительности - до 25м и большой производительности - площадь свыше 25м;
- **по конструктивным особенностям:** печи тупиковые, печи туннельные и печи ротационные;
- **по способу обогрева пекарной камеры:** печи жаровые, печи с канальным обогревом, с рециркуляцией продуктов сгорания, печи с пароводяным обогревом, печи с электрообогревом, печи с комбинированным обогревом.

## **Ротационные хлебопекарные печи**

Обогрев пекарной камеры ротационных печей обеспечивают ТЭНы, горячий воздух с которых сдувается вентилятором (конвекция). Пекарная камера печи рассчитана на загрузку одной или нескольких стеллажных тележек, которые могут располагаться либо на платформе (платформенное крепление), либо подвешиваться на крюк (крюковое крепление). В продолжение всего процесса выпечки тележка совершает вращательные движения — это ротация.

---

## **Подовые печи**

Подовые печи могут состоять из нескольких ярусов. Некоторые производители предлагают печи с самостоятельными ярусами, то есть имеющими независимые элементы управления, парогенератор, ТЭНовые группы.

## ***Конвекционные или стеллажные печи***

На небольших производствах находят применение **конвекционные печи** (противни размещаются на направляющих) или **стеллажные печи** (противни загружаются на стеллажную тележку, которая затем закатывается в печь). Производители предлагают конвекционные печи с электромеханической или электронной программируемой панелью управления.

**Таким образом**, по вырабатываемому ассортименту печи можно разделить на группы:

-универсальные, на которых может выпекаться практически весь ассортимент изделий;

-для широкого ассортимента изделий, на которых можно выпекать широкий ассортимент хлеба (подового, формового и булочных изделий);

-специализированные, на которых можно выпекать только определенный ограниченный ассортимент, например бараночные печи, кондитерские или печи для национальных сортов хлеба.

## ***СПОСОБ ОБОГРЕВА ПЕКАРНОЙ КАМЕРЫ***

**В печах с комбинированным** (радиационным и усиленным конвективным) **обогревом** применяют канальный обогрев и вынужденный конвективный с циркуляцией воздушной среды в пекарной камере. В печах с конвективным обогревом изделия выпекаются в камере, в которой циркулирует при помощи вентилятора нагретый в калорифере горячий воздух.

**В печах с паровым обогревом** от котлов высокого давления (9 - 13 МПа) паровой котел высокого давления размещен на первом этаже, а печь - на втором. Такое размещение необходимо для обеспечения естественной циркуляции в системе обогрева теплоноситель - водяной насыщенный пар высокого давления. В пекарной камере печи размещены трубчатые радиаторы, в которые поступает пар из котла, конденсируется, выделяя теплоту, передаваемую в пекарную камеру.

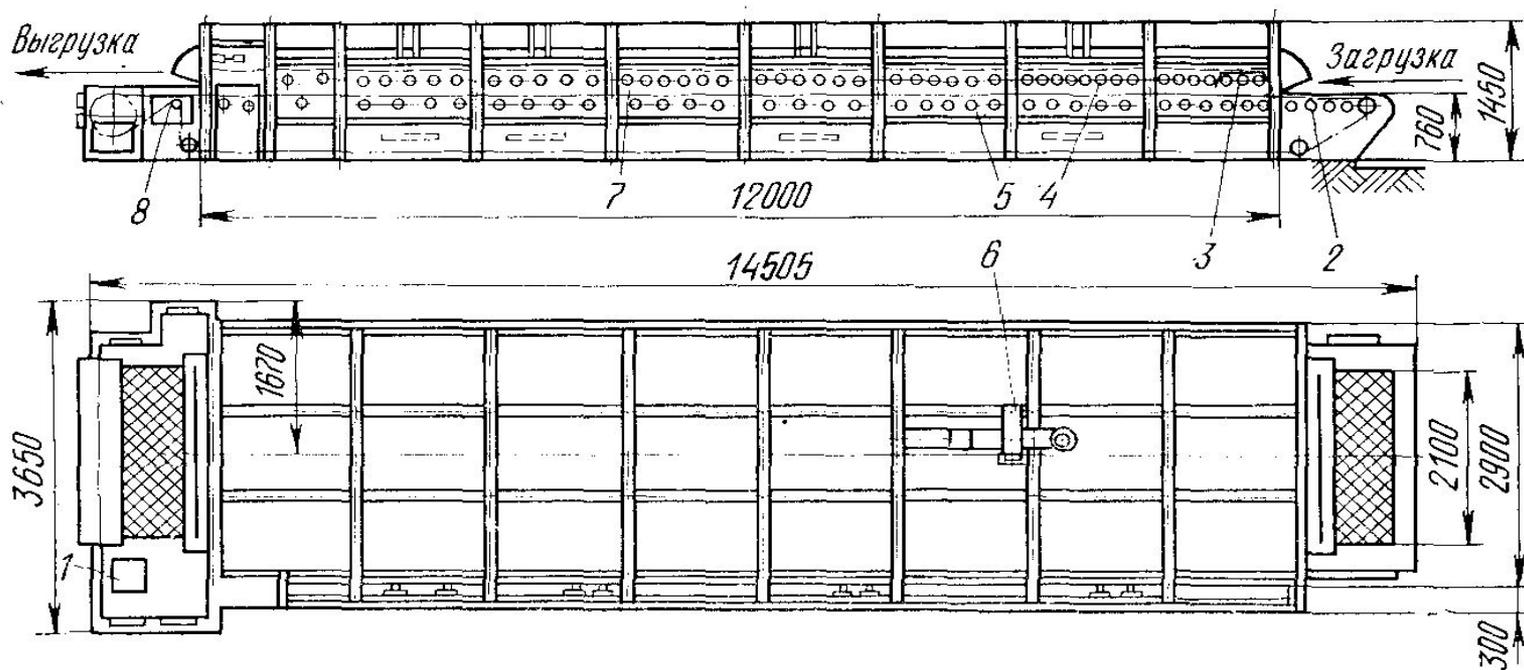
В печах с электрообогревом используются различные способы преобразования электрической энергии в тепловую:

- **элементы электрического сопротивления** - трубчатые электрические нагреватели (ТЭНы), теплота от которых передается к изделиям тепловым излучением и конвекцией;

- **светлые излучатели** - кварцевые лампы (ИК-излучатели), основная доля теплоты от которых передается излучением;

- **генераторы высокой частоты** с различной длиной волны: энергия токов высокой частоты поглощается материалом, который необходимо нагреть, и преобразуется в тепловую энергию;

- **электроконтактное устройство нагрева**, в котором тесто является электрическим сопротивлением и в нем электрический ток преобразуется в тепловую энергию.



## Характеристика печи БН-25

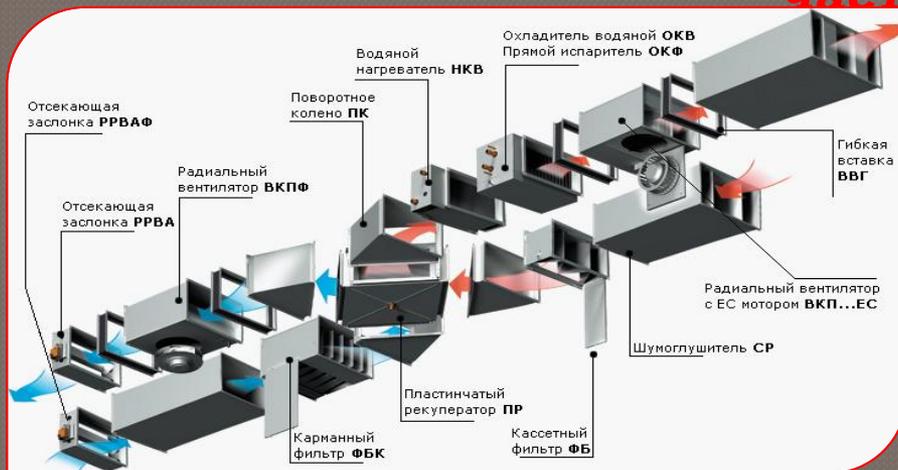
Печь тоннельного типа изготавливается из металлического каркаса, обшитого листами. Печь состоит из пекарной камеры, устройства для увлажнения среды пекарной камеры, приводной и натяжной станций, сетчатого конвейера, нагревательных элементов, вентиляционной системы для удаления паровоздушной смеси, системы контрольно-измерительных приборов и автоматики.

Печь БН-25 включает в себя восемь секций длиной 1,5 м каждая. Пекарная камера печи разбита на четыре тепловые зоны. Изделия обгреваются при помощи трубчатых нагревателей.

## **Технические характеристики печи БН-25**

Производительность, кг/ч	450—650
Площадь пода в пределах пекарной камеры, м <sup>2</sup>	25
Ширина пода, м	2,1
Длина пекарной камеры, м	12
Удельный расход электроэнергии, кВт-ч/кг	0,22—0,26
Общая мощность нагревательных элементов, кВт	169
Установленная мощность электродвигателей, кВт	
привода конвейера	0,8; 1,0; 1,2
» щетки	1,0
» вентилятора отсоса	1,0
Габаритные размеры, мм	14500 ×3200 ×2200
Масса металлоконструкции, т	26

# Экспериментальная часть



Канальная вентиляционная система камеры  
печи



Вентиляция хлебопекарного цеха

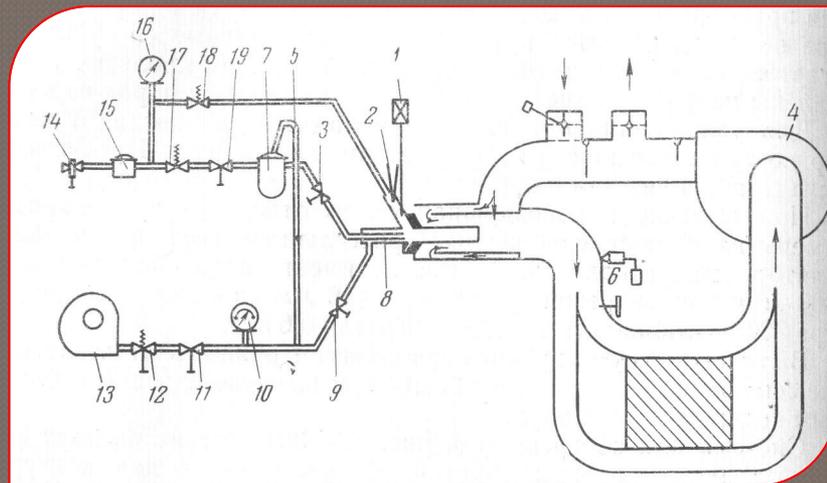
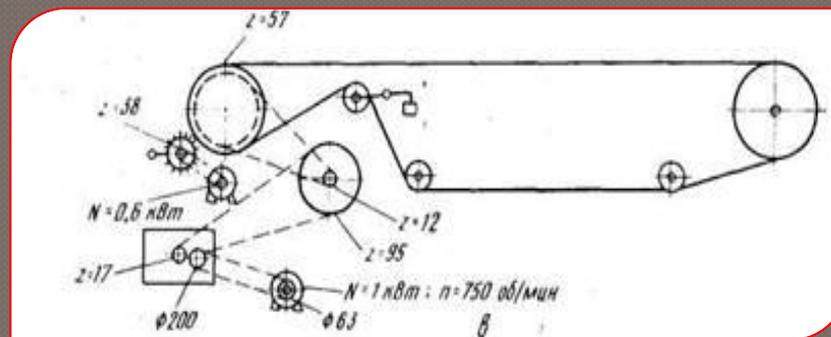


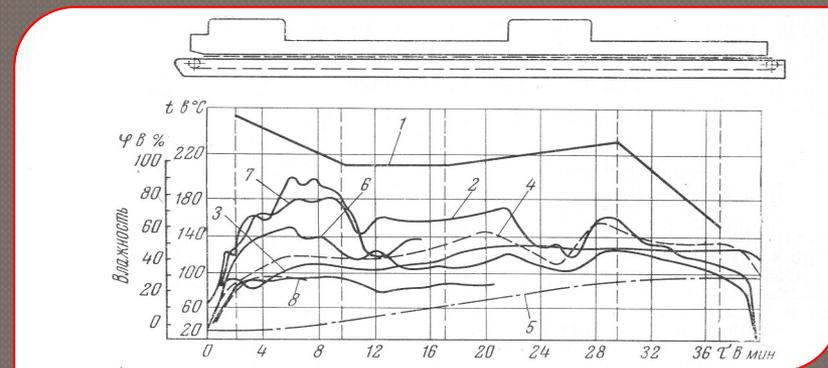
Схема обогрева печи

БН-25

Величина упека зависит от массы хлебобулочных изделий, от режима, от конструкции пекарной камеры и составляет 6...14 %.



Кинематическая  
схема



Температурные кривые в печи  
БН-25

1- среды по показаниям приборов в печи; 2- среды записанные прибором КТИППа; 3 - поверхностных слоев теста-хлеба; 4- нижней корки; 5 - центральных слоев теста-хлеба; 6- мокрого термометра; 7 - относительной влажности  $\phi$ ; 8-точки росы.

## Рассчитанные величины

---

$$\Phi_{п.к.} = 33679,92 \cdot 3,75 / 3,6 = 35083,3 \text{ Вт};$$

$$Q_t = 35083,3 / 9(105-40) = 59,97 \text{ Вт/(м}^2\text{К)}$$

$$Q_T = 33679,92 / 0,97 = 34721,567 \text{ кДж/кг}$$

$$B = 33679,92 \cdot 375 / 36800(0,97-0,0058) = 355,95 \text{ кг/ч.}$$

В топках печей возможно сжигание твердого, жидкого и газообразного топлива. В печах старой конструкции топочные газы после обогрева пекарной камеры и в некоторых случаях - водогрейных котелков уходят в атмосферу. В новых печах типа ПХС предусмотрена рециркуляция отходящих газов, что экономит топливо и повышает КПД печи. Рециркуляция горячих газов осуществляется при помощи вентиляторов ЭВР-2. Таким образом, предлагаемое техническое решение позволяет повысить точность регулирования подвода тепла в пекарную камеру и создать оптимальный температурный режим процесса выпечки хлеба и хлебобулочных изделий.

## *ВЫВОДЫ*

Основными направлениями дальнейшего развития хлебопекарной отрасли является увеличение промышленного производства хлеба и булочных изделий путем реконструкции и перевооружения предприятий, расширения ассортимента, улучшения качества и повышения пищевой ценности хлеба и булочных изделий. Большое внимание уделяется совершенствованию и внедрению новой техники и новых прогрессивных технологий.

В научно - исследовательской работе рассмотрены виды печей, характеристики, их основные составляющие. Особое внимание уделено печи БН-25. Произведен анализ эффективности теплоиспользования данной печи, для чего произведены все необходимые расчеты и внесены предложения и изменения.



Благодарю!

Ольга (О.О.)