Министерство образования и науки Украины

Одесская Государственная Академия Строительства и Архитектуры

Кафедра процессов и аппаратов в технологии строительных материалов

Пояснительная записка к курсовому проекту по курсу:

**«Теплотехника и теплотехническое оборудование»**

**на тему:**

**Вертикальные камеры проф. Семенова**

Выполнила:

ст.гр.ПСК-441

Голышев А.А.

Проверила:

Антонюк Н.Р.

Одесса

2009

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ РАСЧЕТ

## Вертикальные камеры проф. Семенова

(башенные камеры вертикального типа)

***Длина камеры***:

 м,

где: *lф* – длина формы – вагонетки (принимается равной длине изделия +0,5 м на форму),м; l1 – расстояние между стенкой камеры и формой (l1 – 0,5-0,6 м).

Lk=2\*6,5+3\*0,5=13+1,5=14,5м.

***Ширина камеры Вк:***

, м.

где: *bф –*ширина формы, м; b1 – расстояние между стенкой камеры и формой (b1=0,5-0,6 м).

Bk=1,2+2\*0,5=1,2+1=2,2.

***Высота камеры***(надземная часть). Высота камеры не должна превышать 6м.



где: hя – число ярусов в камере,шт; hф – высота формы с изделиями (равна 0,31 м + толщина изделия), м; h1 – высота консоли поворотных устройств и расстояние от формы до пола камеры и потолка ( h1 =0,2 м).

Hk=3\*1,51+(3+1)\*0,2=5,33м

***Количество камер*** определяют по формуле:

Z=Gгод\*τто/ τгод \*Vи\* nто

где: Gгод – годовая производительность завода или технологической линии, м3/год; τгод – количество рабочих часов в году, час; τто – время тепловой обработки, час; Vи – объем одного изделия, м3; τто – количество изделий, находящихся в камере, шт.

Z=(20000\*11)/(340\*16\*6\*1,2\*0,24\*3)=7,8.

Проверка производительности камеры:

Gк= nто\* Vи\* τгод/ τто, м3/год

Gк=(3,6\*1,2\*0,24\*340\*16)/11=2563,72 м3/год.

Для определения длин зоны подогрева, охлаждения и изотермической выдержки определяем количество изделий, находящихся в зоне изотермической выдержки:

nиз=nто\*( τII/ τто),шт

где: τII – время изотермической выдержки, час.

Nиз=3\*(7/11)=1,9.

Тогда зону изотермической выдержки можно определить по формуле:

LII = nяII\*(hф+h1).

где: nяII - количество ярусов в зоне изотермической выдержки.

LII =3\*(1,51+0,2)=5,13.

Зона нагрева и охлаждения:

LI=LIII=Hk-LII, м

LI=5,33-5,13=0,2 м.

Высота машинного отделения, находящегося в подземной части камеры, равна 1,8 м.

**Расчет скорости нагрева и охлаждения изделий**

**1.Общие положения**

Цикл тепловой обработки бетона с момента подачи тепла состоит из следующих этапов:

1. Подъем температуры греющей среды от начальной до максимальнозаданной (); считают, что изменение температуры происходит по линейному закону, т.е. , где  - температура среды в момент времени *;*  - начальная температура; *b* - скорость подъема температуры в град/час.

2. Выдерживание изделий при максимальной постоянной температуре - изотермический прогрев - (); на этом этапе изделие должно быть равномерно прогрето по сечению, однако какое-то время может происходить выравнивание температур - «центр-поверхность» изделия до достижения температуры среды.

3. Остывание изделий (); на этом этапе температура изделий понижается соответственно заданному режиму понижения температуры тепловой установки.

Особое значение имеет расчет температуры бетона в период нагрева, т.к. на этой стадии температурные градиенты по сечению изделия существенно влияют на процессы структурообразования в бетоне, а также процесс охлаждения, когда возникает опасность появления трещин.

Определяющим параметром в условиях конвективного теплообмена - основного вида теплообмена при тепловой обработке бетона - является коэффициент теплообмена *,* зависящий от содержания воздуха в паре, характера и скорости движения среды, от температуры среды, состояния поверхности твердого тела, величины температурного перепада между средой и поверхностью изделия и др.

В зависимости от условий теплообмена определяют соответствующие им коэффициенты теплообмена (прил. КП-5).

Для правильного назначения режимов тепловой обработки изделий необходимо знать кинетику температуры в отдельных точках изделия и ее распределение в объеме изделия в различные моменты времени. Эти же данные нужны и для теплотехнических расчетов установок. В результате такого расчета определяют количество и график подачи тепла в установку.

Для этого период нагрева () разбивают на 3 стадии в каждой из которых, в соответствии со средними за стадию параметрами процесса, определяют искомые температуры. При этом принимают во внимание, что конец первой стадии - есть начало второй, конец второй - есть начало третьей и т.д. (в период изотермической выдержки и охлаждения разбивку на стадии не производят).

**2. Расчет температуры греющей среды по этапам**

Скорость подъема температуры греющей среды:



где:  - начальная температура среды;

 - температура изотермической выдержки;

- время этапа подъема температуры. Режим тепловлажностной обработки (+  +), а также температура изотермической выдержки указываются в бланке задания.

град./час

Цикл тепловой обработки бетона в камере Семенова



***Конечные и средние температуры каждой стадии и этапов****:*

Этап подъема температуры ():



Стадия I-1:

0С; 0С;

0С.

Стадия1-2:

0С; 0С;

0С.

Стадия1-3:

0С; 0С;

0С.

где: и - начальная и конечная температура каждой стадии;

 - время каждой стадии

;

- средняя температура стадии.

Этап изотермической выдержки 0С;

Этап охлаждения (): 0С; 0С;

0С.

ЭтапI ЭтапII ЭтапIII

  





**3. Метод критериальных уравнений**

Эффективность нагрева изделий в условиях протекания процесса конвекционного теплообмена прямо пропорциональна интенсивности теплообмена, толщине прогреваемого слоя изделия и обратно пропорциональна теплопроводности материала тела. При расчетах нестационарных процессов нагрева эта связь (зависимость распространения тепла в изделии от интенсивности внешнего теплообмена) учитывается критериальным комплексом Био :



где:  *-* коэффициент теплопередачи, Вт/м2 • град.; - определяющий размер по соответствующей оси, м. ; - коэффициент теплопроводности бетона.

Скорость изменения температуры при неустановившемся режиме учитывают критериальным комплексом Фурье:



где:  *-* коэффициент температуропроводности, м2/час;  - продолжительность процесса нагрева, час.

При расчете температур материала в любой точке по оси X используют зависимости типа:



где: *-* безразмерная температура; , - температура среды и начальная температура тела.

Аналогично определяют безразмерные температуры и  по осям Y,Z.

Для определения температуры на поверхности и в центре всесторонне прогреваемого изделия используются графики, приведенные в прил. КП-7. По определенным критериям Фурье и Био на соответствующем графике находят безразмерную температуру, по которой определяют искомую темпе-ратуру в центре или на поверхности изделия.

***Порядок расчета по методу критериальных уравнений***

Определение критериев *-* и  для центра и поверхности изделия для всех этапов.

Этап подъема температуры (стадия 1-1);

Критерий Bi:

; ; 

где:  - коэффициент теплопередачи для первой стадии; 1, b, h - соответственно длина, ширина и толщина изделия (по заданию);  - коэффициент теплопроводности данного вида бетона (Прил.КР-3).

Расчет коэффициента теплопередачи а для всех стадий этапа подъема температуры, этапа изотермической выдержки и этапа охлаждения изделий определяется по Прилож.КП-5, где:

Пункт А: для паровоздушной среды при естественной конвекции (ямные камеры конструкции «Гипростройиндустрии», проф. Л.А.Семенова и др.);

Пункт Б: для установок с интенсивной циркуляцией среды (ямные камеры конструкции ПДК КИСИ и др.);

Пункт В: для чистого (без примеси воздуха) насыщенного пара (автоклавы и вертикальные камеры проф. Л.А. Семенова и др.);

Пункт Г: для кассетных установок.

Этап подъема температуры ():

Стадия I-1: t I-1 =32,57.

0С, , 



;

;

;

Стадия 1-2: t I-2 =57,7С0.

0С, , 



;

;

;

Стадия 1-3: t I-3 =82,83.

0С, , 



;

;

;

Этап изотермической выдержки0С; , 





;

;

;

Критерий :

; ; .

где: *а -* коэффициент температуропроводности, определяемый по Прил.КР-3 для заданного вида бетона; г/.у - длительность первой стадии.

Этап подъема температуры ():

;

;

.

Этап изотермической выдержки

;

 ;

 .

По графикам в зависимости от значений критериев Bi и Fo находят без- размерные температуры по каждой оси для поверхности и центра изделия (Прил.КП-6):

- **для поверхности изделия**:  ; ; ;

Этап подъема температуры ():

Стадия I-1: 

Стадия 1-2: 

Стадия 1-3: ;

**- для центра изделия**: ;  ;.

Этап подъема температуры ():

Стадия I-1: ;

Стадия 1-2: ;

Стадия 1-3: ;

Общая безразмерная температура для поверхности и центра изделия:

=

=.

Этап подъема температуры ():

Стадия I-1: 

;

Стадия 1-2: 



Стадия 1-3: 

;

Этап изотермической выдержки



 ;

По формулам определяют истинные температуры поверхности и центра изделия:





где: ,  - искомая температура поверхности или центра в данной стадии;  - конечная температура данной стадии; , - безразмерныетемпературы поверхности и центра данной стадии;,  - температура центра или поверхности в предыдущей стадии (для стадии 1-1 - = =; для стадии I-2 - =; =и т.д.)

Этап подъема температуры ():

Стадия I-1:





Стадия 1-2:





Стадия 1-3:





Этап изотермической выдержки





Подсчитывают среднюю температуру изделия:

0,67 +0,33 

Далее аналогично *стадии 1-1* производится расчет для следующих стадий этана подъема температуры и для этапа изотермической выдержки и охлаждения. Результаты записываются в таблицу 2. Последняя колонка таблицы заполняется после расчета экзотермии цемента.

Этап подъема температуры ():

Стадия I-1:

0,67 +0,33 =;

Стадия 1-2:

0,67 +0,33 =;

Стадия 1-3:

0,67 +0,33 =;

Этап изотермической выдержки

 .

Таблица 2.

Температуры изделия

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| Стадии и периоды  ТВО | Средняя температу-  ра | Температу-  ра поверх-  ности | Температура  центра | Фактическая температура с учетом тепла эк-  зот. выдержки цемента |
|  | 28,99 | 42,14 | 22,51 | 33,59 |
|  | 44,90 | 61,27 | 36,84 | 52,10 |
|  | 72,96 | 94,01 | 62,60 | 97,26 |
|  | 81,32 | 94,99 | 74,59 | 145,72 |

***Расчет тепловыделения /экзотермии) бетона***

Процесс твердения бетона сопровождается выделением тепла вследствие экзотермических реакций гидратации цемента.

Тепловыделение бетона зависит от тепловыделения цемента, которое в свою очередь определяется рядом факторов: химическим и минералогическим составом, маркой цемента, водоцементным отношением, расходом цемента, температурой бетона и продолжительностью тепловой обработки.

В приближенных расчетах количество тепла экзотермии, выделяемое 1 кг цемента, можно определить по формуле:

, кДж/кг

где: -удельное тепловыделение цемента, кДж/кг; М - марка цемента;

- количество градусов-часов от начала процесса, град-час; В/Ц – водо-цементное отношение;  *-* эмпирический коэффициент, который опреде- ляется для каждой стадии этапа подъема температуры и этапаизотермичес-кой выдержки по значению  :

 = 0,32+0,002при *<* 290 град-час;

 = 0,84+0,0002 при *>* 290 град-час.

Расчет тепловыделения ведут в следующем порядке:

1) Определяют  для всех рассматриваемых стадий (этапов):

 град∙час;

 град∙час;

 град∙час;

 град∙час;

 град∙час;

где: *-* начальная температура бетона, град;

* -* средняя температура бетона стадии (этапа), град;

 *-* время стадии (периода), час;

 - количество стадий с начала тепловой обработки.

2) Определяют суммарное количество тепловыделения для всех стадий по формуле:

, кДж/кг









 кДж/кг

 кДж/кг

 кДж/кг

 кДж/кг

3) Определяют тепло экзотермии, выделившейся в течение каждой стадии прогрева на 1 кг цемента

, кДж/кг

 кДж/кг

 кДж/кг

 кДж/кг

 кДж/кг

4) Определяют общее тепло экзотермии, выделяемое цементом, находящимся в камере в течение каждой стадии:

, кДж,

где: Ц - расход цемента, кг/м3; -объем бетона в тепловой установке:

м3;

где:  - объем одного изделия, м3 (определяется по габаритам изделия); *-*количество изделий, находящихся в тепловой установке (определяется в технологическом расчете по раскладке изделий)









5) Определяют повышение средней температуры изделий за счет тепла экзотермии:

** град,

где:  *-* теплоемкость заданного вида бетона, кДж/кг град. (Прил.КР-3)

;

 *-*масса бетона в тепловой установке, кг. :

==

где:  - плотность бетона, кг,м3(Прил.КР-3); кг/м3.

**

**

**

**

1. Определяют фактические средние температуры изделий по стадиям (этапам):



где:  - средняя температура изделия, на данном этапе (стадии).









Результаты расчета заносятся в таблицу 2.

***Материальные и тепловые балансы***

***Материальный баланс***

По закону сохранения масс вес материалов, поступивших в тепловую установку  , должен быть равен весу материалов, выходящих из нее ,

=

(это балансовое уравнение, выражающее закон сохранения материи, называют материальным балансом).

Однако в процессе тепловой обработки наблюдается потеря материала за счет испарения влаги.

Следовательно, уравнение материального баланса имеет вид:

,

где:  - потери материала.

Левая часть уравнения  складывается из статей прихода материала, а правая  - из статей расхода после тепловой обработки.

Материальные балансы для установок периодического действия составляют для всего материала, находящегося в установке, для установок непрерывного действия - по часовой производительности.

Статьи ***материального баланса***(кг/цикл, кг/час) для ***легкого*** железобетона.

Приход материалов:

1.  - сухая масса изделий; =++, кг;

=1140,48+2592+4458,24=8190,72 кг

Gграв=Г\*Vб=860\*5,184=4458,24 кг

а)  -масса цемента; , кг;

кг

б)  *-* масса песка; , кг;

 кг

2.  -масса воды затворения; , кг;

 кг

3.  **-** масса арматуры; , кг;

 кг;

4. - масса металла форм; 

 кг

где: *Ц,П,Щ,В,А - с*оответственно масса цемента, заполнителей, воды,

арматуры в кг/м3 бетона;

 *-* объем бетона, уложенного в камеру, м3;

*n*то – количество форм, уложенных в камеру, шт.;

 *-* металлоемкость однойформы, кг/м3 .

Расход материалов:



1.  - масса испаренной воды, кг (для плотных бетонов — 1 % от их массы для других бетонов - по технологическим расчетам).

 кг.

2. - масса оставшейся воды в изделии:



Материалы по п.п. 1,3,4 приходных статей проходят тепловую обработку без изменения.





****

#### Тепловой баланс

Тепловым балансом называется уравнение, где в одной части находится сумма величин прихода тепла, а в другой - сумма величин статей расхода тепла в установке или в отдельных ее частях. В приходную часть теплового баланса для тепловой обработки бетона обычно входят: тепло теплоносителей, экзотермических реакций материала, в расходную - тепло, затраченное на полезные цели (нагрев обрабатываемого материала), на тепловые потери в окружающую среду, с уходящим теплоносителем, конденсатом и т.д.

Из теплового баланса определяют общие, часовые, удельные расходы тепла и пара на единицу объема изделий в плотном теле.

На основе теплового баланса подбирают диаметр труб для подвода пара или продуктов сгорания газа и устанавливают дроссельные диафрагмы регуляторов давления и температур, вентиляторы, основные элементы систем автоматики процесса тепловой обработки.

Уравнение теплового баланса составляется на всю тепловую установку или на ее часть либо на весь рассматриваемый период, или за единицу времени (1 час).

### Тепловые балансы установок периодического действия

Тепловой баланс установок периодического действия составляется по обычной методике с учетом специфических сторон процесса. Так как часовой расход тепла в период нагрева изделий и самой конструкции установки в несколько раз (5-10) превышает часовой расход тепла в период изотермической выдержки, то тепловой баланс следует составлять отдельно для первого и второго периода. Это позволяет определить часовой расход пара (по нему находят размеры паропроводов, ограничительных шайб) и составить программу автоматического регулирования.

**Период подъема температур (первый период)**

**

Статьи прихода тепла (кДж/цикл).

*,*

где: ** - тепло насыщенного пара

** кДж,

где: *-* масса пара, поступающего в камеру за первый период, кг;

** - теплосодержание пара, берется по таблице насыщенного пара;

для нормального пара *=* 2680 кДж/кг;

* -* тепло экзотермии цемента, выделившееся за первый период:

,кДж,

где: - масса цемента в бетоне изделий, находящихся в камере

(из материального баланса), кг;

- тепло экзотермии цемента, выделившееся за первый период одним кг цемента (кДж/кг).

**

Статьи расхода тепла (кДж/цикл)

=++++++++QA

1.  - на нагрев сухой части бетона изделий, от начальной до средней (по всей массе изделия) температуры к концу периода нагрева 

,кДж

,кДж

2.  - нагрев воды затворения:

, кДж

, кДж

3.  - нагрев арматуры и закладных деталей:

, кДж



4.  - на нагрев форм:

, кДж

 кДж

5.  - нагрев материала ограждения в период нагрева:

кДж

где: *-* соответственно масса сухой части бетона, воды, арматуры, форм (берется из статей материального баланса); масса отдельных частей кладки камеры (бетона стен и пола (), минеральной ваты () и стали крышки камеры ()) определяется, исходя из размеров и конструкции камеры;

*СС , СВ, СА, СК -* теплоемкости соответственно бетона, воды, арматуры, материала стен и пола (СБ), крышки камеры (См.в., Смет), кДж/кг•град;

** - температуры соответственно: бетона, поступающего в ка меру, средняя и поверхности бетона к концу периода нагрева, град;

*tK -* температура ограждений камеры перед поступлением в нее пара;

= - при пуске камеры после длительного простоя, град;

= 35-40°С - при интенсивной эксплуатации камеры, когда ее ограждения не успевают охлаждаться до температуры окружающей среды, град;

- средняя температура ограждающих конструкций к концу периода нагрева, ,град.



**Расчет *массы бетона стен и пола:***

, кг.

, м3

где:  *-* объем ограждающих конструкций;

 - плотность железобетона (Прил.КР-3);

* -* расчетные габариты камеры;

 - толщина стен камеры (=0,4м);

 - толщина пола камеры ( = 0,3 м).

м3



**Расчет *массы минеральной ваты,* используемой для устройства теплоизоляции крышки камеры:**

, кг.

 кг,

, м3

 м3

где:  - плотность минеральной ваты (Прил.КР-3);

 -толщина слоя минеральной ваты (по заданию).

**Расчет *массы металла,* идущего на устройство водяного затвора и крышки камеры:**

, кг

где:  -масса швеллера для устройства водяного затвора;

 - масса листовой стали крышки камеры.

кг.

Масса ***швеллера****:*

, кг;

, м;

где:  *-* длина швеллера, м;

 - масса одного погонного метра швеллера ( для швеллера

профиля ]16 *—* 14,2 кг).

 м;

, кг;

Масса ***листовой стали***(2 листа):

, кг

м3;

 м3;

кг

где:  - объем листовой стали;

 - плотность листовой стали, кг/м3;

 -толщина листовой стали *(*=0,002 м).



6.  -потерянное в окружающуго среду через ограждения камеры в период нагрева:

а) Надземной частью:

, кДж,

где:  - коэффициент теплопередачи через поверхности ограждения, над земную часть стен () и крышку камеры ():

, Вт/м2•град;

 , Вт/м2•град; , Вт/м2•град;

- коэффициенты теплопередачи соответственно к внутренней и от наружной поверхности надземной части ограждений, Вт/м2•град.

Для нагрева принимают среднее значение  среды в камере:

Вт/м2•град

Вт/м2•град

где: - принимается в среднем 7-10 Вт/м2•град;

 Вт/м2•град;

 - толщина каждого слоя многослойных ограждений, м;

 - коэффициенты теплопроводности железобетона, минеральной ваты и строительной стали, Вт/м2•град (Прил.КР-3);

 -поверхность надземной части ограждений камеры:

стены: , м2,

, м2,

крышка: *,*м2,

 м2,

 - средняя температура первого периода внутри рабочего пространства камеры ;

0С

- наружная температура окружающей камеру среды (температура цеха).



 Вт/м2•град;

 Вт/м2•град;

 кДж.

б) Подземной частью:

, кДж

где:  -коэффициент теплопередачи через поверхности ограждения:

подземную часть стен и пола. Ввиду сложности его вычисления, (необходимо знать характеристики грунта и засыпки), в расчете принимают: :

 - поверхность подземной части ограждений камеры

,м2

,м2

 кДж

Общее потерянное тепло через ограждения камеры к концу периода нагрева:

,

 кДж

7. - потери тепла с паром, занимающим свободный объем камеры:

, кДж

где:  *-* свободный объем камеры

,

 м3;

где:  - объем камеры, м3;

 - объем бетона в камере, м3;

 - плотность металла форм; =7850 кг/м3;

 - плотность пара (плотность нормального пара =0,8кг/м3);

 - теплосодержание пара.

 кДж

8. Тепло, уносимое конденсатом пара:

=,

где: = 4,19=4,19\*57,7=241,76- энтальпия конденсата - определяется по средней температуре среды за период нагрева (первый);

 - количество конденсата:

 - расход пара за первый период, кг;

 - расход пара на пропуски в атмосферу, кг;

 - масса свободного объема пара, кг.

, кг.

, кг.

9. Тепло, уходящее в атмосферу с паровоздушной средой, выбивающейся из щелей и других неплотностей камеры за первый период нагрева. Приближенно берется в количестве 10-20% от общей суммы статей расхода за период:

, кДж.

, кДж.

Меньший коэффициент берется для надежно герметизированных камер. В соответствии с рассчитанными статьями прихода и расхода составляется тепловой баланс камеры.

**Период подъема температур:**



Решая полученное уравнение теплового баланса, находим необходимое

количество пара, которое поступает за первый период ,кг.







кг

750970.4=750981.6

Определяется среднее часовое количество пара за первый период:

, кг/час

Удельный расход пара за первый период:

 кг/м3

Количество тепла за первый период:

=243.36\*2680=652204.8кДж

Qконд=241,763\*243,36-24,2\*243,36-31823,75=21122,4

Тепловой баланс второго периода - периода изотермической выдержки составляется в том же порядке. В приходную часть входят необходимое тепло пара, а также тепло экзотермии цемента, выделившееся за второй период.

При прогреве толстостенных изделий, не успевших прогреться за первый период до центра, в статьи расходов второго периода необходимо включать затраты тепла на дальнейший прогрев изделий и ограждений, потери в окружающую среду ограждений, увеличенные ввиду больших температур в камере, пропуски через неплотности, потери с конденсатом и на испарение части воды затворения.

**Период изотермической выдержки (второй период)**

Статьи прихода тепла (кДж/цикл)



1. 

2. ,кДж

где:  - количество тепла экзотермии, выделившееся за период изотермической выдержки одним кг цемента.

Статьи расхода тепла (кДж/цикл)

=+2+++++++

1. ,

,кДж

2. 

где:  *-* масса воды, оставшейся в изделиях к концу периода изотермической выдержки (из материального баланса).

 1522,72кг



3.  на испарение части воды затворения.

 кДж

где:  - масса испарившейся влаги (из материального баланса).

кг



4 . , кДж.

кг;



5. , кДж

 кДж

6. , кДж



7. , кДж

а) Надземной частью:

, кДж,

где:  - коэффициент теплопередачи через поверхности ограждения, надземную часть стен () и крышку камеры ():

, Вт/м2•град;

 , Вт/м2•град; , Вт/м2•град;

- коэффициенты теплопередачи соответственно к внутренней и от наружной поверхности надземной части ограждений, Вт/м2•град.

Для нагрева принимают среднее значение  среды в камере:

Вт/м2•град

где: - принимается в среднем 7-10 Вт/м2•град;

 Вт/м2•град;

 - средняя температура первого периода внутри рабочего пространства камеры 0С;

- наружная температура окружающей камеру среды (температура цеха).



 Вт/м2•град;

 Вт/м2•град;

Fkн=14,5\*2,2=31,9 м2

Fстн=2\*0,6\*(14,5+2,2)=20,04 м2

 кДж.

Qocп=3.6\*τII\*(tII-tн)\*ΣКi\*Fi

Кстп=0,5\* Кстп=0,5\*2,38=1,19;

Fпi =Fст+Fпол=2\*Нкп\*(Lk+Bk)+ Lk\*Bk=2\*4.73\*(14.5+2.2)+14.5\*2.2=189.882

Qпос=3,6\*7\*(95-20)\*(1,19\*189,882)=427063,61 кДж

Qос= Qнос+ Qпос=108834,14+427063,61=535897,75.

8. , кДж

где: =4,19=4.19\*95=398,05- энтальпия конденсата (определяется по температуре изотермической выдержки).

Qконд=GпII-Gп-Gсв.об

Gпр=0,1\* GпII

Gсв.об.=ρп\*Vп=0,8\*164,54=131,632

Qконд=( GпII-0,1\* GпII-131,632)\*398,05

9. ,кДж.

Qвыб=0,1\*(Qc+ Qв2 +Qа+ Qф+ Qакк+ Qос+ Qм+ Qконд)=0,1\*(151639,7+140619,5+1060,03+25390,08+2712298,5+535897,75+87051,272+398,05\* GпII-39,81\* GпII-52396,1)=360156,07+35,824\* GпII

QпII+QэкзII= Qc+ Qв2 +Qа+ Qф+ Qакк+ Qос+ Qм+ Qконд+Qвыб

2680 GпII+98765,6=3653956,8+360156,07+35,824\* GпII+398,05\* GпII-39,81\* \*GпII-52396,1

2206,31\* GпII=3730318,633

GпII=1690,75

4531210=(3917691,544+60538,98+672664,695-119671,019)

4531210=4531224,2

Аналогично первому периоду из уравнения теплового баланса второго периода определяем расход пара за этот период , среднечасовой его расход

* ,* кг/час,

Удельный расход ** кг/м3

Расход тепла , кДж

Сумма дает важнейший показатель экономичности работы пропарочной камеры - удельный расход нормального пара на 1 м3 бетона

, кг пара/м3 бетона

Тепловые балансы камеры (по периодам и общий) сводятся в таблицу, составленную по приведенной форме:

**Период изотермической выдержки (второй период)**

Таблица 2

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
|  | Статьи прихода тепла | кДж | % | №№  п/п | Статьи расхода | кДж | % |
| 1. | Тепло пара | 4531224,2 | 96.3 | 1. | На нагрев сухих  материалов | 151639,7 | 3.22 |
| 2. | Тепло экзотермии цемента | 175827,8 | 3.7 | 2. | На нагрев воды | 140619,5 | 2.99 |
|  | Итого | 4707052 |  | 3. | На нагрев арматуры | 1060,03 | 0.02 |
| 4. | На нагрев форм | 25390,08 | 0.54 |
| 5. | На нагрев материала ограж. | 2712298,5 | 57.62 |
| 6. | Потерянного в окр. среду через ограждения | 535897,75 | 11.39 |
| 7. | Потери с паром, заним. св. объем камеры | 166437.5 | 3.54 |
| 8. | Тепло уносимое конденсатом пара | 553002 | 11.75 |
| 9. | Тепло уходящее в атмосферу | 420695 | 8.94 |
|  | Невязка | 12,06 |  |
| Итого 4707040,06 | | | |
| Удельный расход пара в кг/м3 326 | | | | | | | |
| Часовой расход пара в кг/час 241,14 | | | | | | | |

**Период подъема температур (первый период)**

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| №№  п/п | Статьи прихода тепла | кДж | % | №№  п/п | Статьи расхода | кДж | % |
| 1. | Тепло пара | 652204,8 | 86.8 | 1. | На нагрев сухих  материалов | 36437.6 | 4.85 |
| 2. | Тепло экзотермии цемента | 98765,6 | 13.2 | 2. | На нагрев воды | 34510.3 | 4.59 |
|  | Итого | 750970.4 |  | 3. | На нагрев арматуры | 2547,2 | 0.33 |
| 4. | На нагрев форм | 61009,9 | 8.12 |
| 5. | На нагрев материала ограж. | 54246 | 64.63 |
| 6. | Потерянного в окр. среду через ограждения | 8467.7 | 1.12 |
| 7. | Потери с паром, заним. св. объем камеры | 35277.4 | 4.698 |
| 8. | Тепло уносимое конденсатом пара | 21122,4 | 2.81 |
| 9. | Тепло уходящее в атмосферу | 66350.83 | 8.84 |
|  | Невязка | 11,2 |  |
| Итого 750981.6 | | | |
| Удельный расход пара в кг/м3 46,94 | | | | | | | |
| Часовой расход пара в кг/час 121,68 | | | | | | | |

**СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ**

1. Вознесенский В.А. Тепловые установки в производстве строительных материалов и изделий. - М. Стройиздат, 1964,

2. Кучеренко А А. Тепловые установки заводов сборного железобетона - Вшцашкола, 1977,

3. Кокшарев В.Н.Дучеренко А.А. Тепловые установки.- К.: Вища школа, 1990.

4. Перегудов В.В., Роговой М.И. Тепловые процессы и установки в производстве строительных изделий и деталей. -М.: Стройиздат, 1983.

5. Никифорова Н.М. Основы проектирования тепловых установок при производстве строительных материалов. - К.: Вища школа, 1974.

6. Баженов Ю.М., Комар А.Г, Технология бетонных и железобетонных изделий. -М.: Стройиздат, 1984.