|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Контрольная работа на тему **«**Определить тепловой баланс сушилки гипсовых форм в производстве керамических изделий»является самостоятельной квалификационной работой студента по дисциплине «Основы технологий производств». |  |  |  |  |  |
| Цель работы – обобщить и закрепить знания и умения студента в оценке составления материальных и энергетических балансов производств. |  |  |  |  |  |
| Исходные данные принять из табл. 1 и приложения А. |  |  |  |  |  |
| Последние цифры зачетки | *FПОВ,* | *tПОВ,* | *UHАЧ,* | *UКОН,* | *tНАЧ,* | *tКОН,* | *WФ,* | *Nф,* |  |  |  |  |  |
| М2 | оС | % | % | оС | оС | кг | шт |  |  |  |  |  |
| 2 | 2200 | 40 | 38 | 14 | 55 | 180 | 1,2 | 100 |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  | **Введение** |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Тепловые балансы, отражающие равенство прихода тепла в систему с материальными потоками и энергоресурсами и расход теплоты на выходе из системы (с учетом тепловых эффектов, протекающих в системе химических реакций). |  |  |  |  |  |
| Тепловой баланс составляют на основе закона сохранения энергии, согласно которому количество энергии, введенной в процесс, равно количеству выделившейся энергии, т. е. приход энергии равен ее расходу. Проведение химико-технологических процессов обычно связано с затратой различных видов энергии механической, электрической и др. Эти процессы часто сопровождаются изменением энтальпии системы, в частности, вследствие изменения агрегатного состояния веществ (испарения, конденсации, плавления и т. д.). В химических процессах очень большое значение может иметь тепловой эффект протекающих реакций. |  |  |  |  |  |
| Тепловой баланс, который в общем виде выражается уравнением:  |  |  |  |  |  |
| Qн = Qк + Qп, (1) |  |  |  |  |  |
|  где Qн - подводимое тепло; Qк - отводимое тепло, складывается из тепла, удаляющегося с конечными продуктами и отводимого с теплоносителем (например, с охлаждающим агентом); Qп - потери тепла в окружающую среду. |  |  |  |  |  |
| При этом подводимое тепло равно:  |  |  |  |  |  |
| Qн = Q1 + Q2 + Q3, (2) |  |  |  |  |  |
| где Q1- тепло, вводимое с исходными веществами; Q2 - тепло, подводимое извне, например, с теплоносителем, обогревающим аппарат; Q3 - тепловой эффект физических или химических превращений (если тепло в ходе процесса поглощается, то Q3 входит с отрицательным знаком). |  |  |  |  |  |
| На основании теплового баланса находят расход водяного пара, воды и других теплоносителей, а по данным энергетического баланса общий расход энергии на осуществление процесса. |  |  |  |  |  |
| Расходная часть теплового баланса включает следующие статьи: |  |  |  |  |  |
| - расход теплоты, необходимой на компенсацию потерь в окружающую среду (Qп) в Мкал/час; |  |  |  |  |  |
| - расход теплоты, необходимой на нагрев испаряемой воды изформы (*QВЛ.Ф*)в Мкал; |  |  |  |  |  |
| - расход теплоты, необходимой на испарение воды из формы (*QИСП*) в Мкал; |  |  |  |  |  |
| - расход теплоты, необходимой на нагрев самой формы (*QФ*) в Мкал. |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| **Последовательность расчета** |  |  |  |  |  |
| - расход теплоты на компенсацию потерь в окружающую среду (Q*п) в Мкал/час рассчитывается по формуле (3);* |  |  |  |  |  |
| - расход теплоты, необходимой на нагрев *испаряемой воды из**формы (QВЛ.Ф) в Мкал рассчитывается по формуле (4);* |  |  |  |  |  |
| - расход теплоты, необходимой на испарение воды из формы *(QИСП) в Мкал рассчитывается по формуле (5);* |  |  |  |  |  |
| - расход теплоты, необходимой на нагрев самой формы*(QФ) в Мкал рассчитывается по формуле(6).* |  |  |  |  |  |
|  | Рассчитаем расход теплоты на компенсацию потерь в окружающую среду (Qп) |  |  |  |  |  |
| Q*п= ά1* ·*FПОВ* · *(tПОВ –tВ)* (3) |  |  |  |  |  |
| Q*п=* | 11,14\*2200(40-20)= | 490160 | Вт = | 570086 | Ккал/час |  |  |  | \* | - |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  | + | / |  |
| где *FПОВ –* поверхность сушилки и короба, м2; *tПОВ , tВ –* температуры поверхности сушилки и окружающего воздуха*; tВ =* 20 оС*; ά1*- коэффициент теплоотдачи от отдельно стоящего оборудования, Вт/м2·оС, рассчитывается по формуле(4). |  |  | ( | ) | 20 |
| рассчитаем коэффициент теплоотдачи от отдельно стоящего оборудования |  |  | = |  |  |
|  α1 = 9,74 + 0,07 (*tПОВ – tВ)*  (4) |  |  | 9,74 + 0,07 ( |  |  |
| α1 = | 9,74 + 0,07 (40-20)= | 11,14 | Вт/м²·°С |  |  |  |  |  |  | Вт/м²·°С |  |  |
| Вычислим количество влаги, удаляемой при сушке одной формы фарфорового изделия  |  |  |  |  |  |
| W*Ф := G С.Ф · (UHАЧ – UКОН)* (5) | 15 |  |  |  |  |
| WФ := 15\*(38-14)= | 3,6 | кг |  |  |  |  |  |  |  | W*Ф :=*  |  |  |
|   |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Q*ВЛ.Ф* := С*В* · *WФ* · *(tКОН –tНАЧ)* (6) | 1 |  |  |  |  |
| QВЛ.Ф = 1\*3,6\*(180-55)= | 450 | Ккал |  |  |  |  |  |  | 1 =СЦЕПИТЬ() |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Q*ИСП:= WФ · rП* (7) |  |  | Q*ВЛ.Ф* =  |  |  |
| QИСП:= 3,6\*280= | 1008 | Ккал |  |  |  |  |  |  |  | Q*ИСП:=*  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Q*Ф := G С.Ф ·* С*Ф* · *(tКОН –tНАЧ)* (8), |  |  |  |  |  |
| Q*Ф :=*  | 15\*0,215\*(180-55)= | 403,13 | Ккал |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| где *WФ -* количество влаги, удаляемой при сушке одной формы фарфорового изделия в (кг); *G С.Ф-* вес сухой формы, кг; принять *G С.Ф* = 15 кг; *UHАЧ* - начальная влажность формы до сушки, %; *UКОН* - конечная влажность формы после сушки, %, *tНАЧ* - начальная и *tКОН* - конечная температуры в сушилке, оС; С*В* - теплоемкость воды, С*Ф* - теплоемкость формы (ккал/кг·оС); *rП* - удельная теплота испарения воды, ккал/кг. |  |  |  |  |  |
| Расход теплоты на сушку форм рассчитывается по формуле: |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |
| Qсуш.ф :=  | 100\*(450+1008+403,125)/1+570086,07= | 756199 | Ккал/час= | 756,199 | Мкал/час |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| где *NФ* - количество форм загружаемых за цикл, шт; *τСУШ* - продолжительность цикла сушки, час, *QСУШ.Ф* - расход теплоты на сушку форм в час при полной загрузке сушилки с учетом потерь тепла в окружающую среду.  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Таблица 1 – Исходные данные |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Последние цифры зачетки | *FПОВ,* | *tПОВ,* | *UHАЧ,* | *UКОН,* | *tНАЧ,* | *tКОН,* | *WФ,* | *Nф,* |  |  |  |  |  |
| М2 | оС | % | % | оС | оС | кг | шт |  |  |  |  |  |
| 1 | 2000 | 35 | 40 | 15 | 65 | 200 | 1,1 | 120 |  |  |  |  |  |
| 2 | 2200 | 40 | 38 | 14 | 55 | 180 | 1,2 | 100 |  |  |  |  |  |
| 3 | 2500 | 36 | 35 | 13 | 90 | 215 | 1,3 | 150 |  |  |  |  |  |
| 4 | 1800 | 37 | 42 | 16 | 60 | 230 | 1,1 | 200 |  |  |  |  |  |
| 5 | 2000 | 42 | 38 | 14 | 55 | 240 | 1,2 | 210 |  |  |  |  |  |
| 6 | 2200 | 45 | 40 | 15 | 70 | 180 | 1,3 | 220 |  |  |  |  |  |
| 7 | 1700 | 35 | 38 | 13 | 55 | 200 | 1,1 | 160 |  |  |  |  |  |
| 8 | 2500 | 40 | 35 | 15 | 60 | 230 | 1,2 | 170 |  |  |  |  |  |
| 9 | 1800 | 42 | 42 | 14 | 55 | 180 | 1,3 | 180 |  |  |  |  |  |
| 10 | 2000 | 54 | 40 | 16 | 60 | 240 | 1,1 | 190 |  |  |  |  |  |
| 11 | 1700 | 37 | 40 | 14 | 48 | 120 | 1,2 | 200 |  |  |  |  |  |
| 12 | 2500 | 33 | 38 | 13 | 70 | 170 | 1,3 | 220 |  |  |  |  |  |
| 13 | 2200 | 45 | 35 | 15 | 76 | 200 | 1,1 | 220 |  |  |  |  |  |
| 14 | 1700 | 35 | 34 | 13 | 90 | 180 | 1,2 | 250 |  |  |  |  |  |
| 15 | 2000 | 40 | 42 | 14 | 67 | 240 | 1,3 | 260 |  |  |  |  |  |
| 16 | 1800 | 34 | 40 | 13 | 45 | 200 | 1,1 | 265 |  |  |  |  |  |
| 17 | 1700 | 33 | 37 | 16 | 80 | 240 | 1,2 | 255 |  |  |  |  |  |
| 18 | 2200 | 37 | 38 | 13 | 70 | 230 | 1,3 | 270 |  |  |  |  |  |
| 19 | 1800 | 65 | 35 | 15 | 85 | 200 | 1,1 | 280 |  |  |  |  |  |
| 20 | 2000 | 29 | 38 | 13 | 70 | 210 | 1,2 | 100 |  |  |  |  |  |
| 21 | 2500 | 35 | 42 | 14 | 70 | 210 | 1,3 | 110 |  |  |  |  |  |
| 22 | 1800 | 40 | 40 | 13 | 85 | 240 | 1,1 | 120 |  |  |  |  |  |
| 23 | 2200 | 32 | 38 | 16 | 90 | 200 | 1,2 | 130 |  |  |  |  |  |
| 24 | 1700 | 37 | 42 | 13 | 60 | 200 | 1,3 | 140 |  |  |  |  |  |
| 25 | 2000 | 40 | 35 | 14 | 75 | 190 | 1,1 | 150 |  |  |  |  |  |
| 26 | 1800 | 28 | 38 | 15 | 70 | 180 | 1,2 | 160 |  |  |  |  |  |
| 27 | 2500 | 40 | 40 | 16 | 60 | 170 | 1,3 | 170 |  |  |  |  |  |
| 28 | 2200 | 35 | 35 | 13 | 85 | 170 | 1,1 | 180 |  |  |  |  |  |
| 29 | 1800 | 37 | 42 | 14 | 70 | 280 | 1,2 | 190 |  |  |  |  |  |
| 30 | 2100 | 40 | 40 | 15 | 65 | 290 | 1,3 | 200 |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| ПРИЛОЖЕНИЕ А |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| №/№ | Наименование | размерность | значение |  |  |  |  |  |
| 1 | Плотность древесины | кг/м3 | 450 |  |  |  |  |  |
| 2 | Теплоемкость абсолютно сухой древесины | ккал/кг·оС | 0,38 |  |  |  |  |  |
| 3 | Удельная теплоемкость влажной древесины; | ккал/кг·оС | 0,68 |  |  |  |  |  |
| 4 | Удельная теплоемкость пара при100оС и 1 атм | ккал/кг·оС | 0,471 |  |  |  |  |  |
| 5 | Удельная теплоемкость воздуха и других 2-ух атомных газов при 20 оС и 1атм | ккал/кг·оС | 0,239 |  |  |  |  |  |
| 6 | Удельная теплоемкость материала гипсолитейных форм | ккал/кг·оС | 0,215 |  |  |  |  |  |
| 7 | Скрытая теплота парообразования | ккал/кг | 540 |  |  |  |  |  |
| 8 | Удельная теплоемкость дымовых газов | ккал/кг·оС | 0,25 |  |  |  |  |  |
| 9 | Удельная теплоемкость раствора МЭА | ккал/кг·оС | 0,894 |  |  |  |  |  |
| 10 | Удельная теплоемкость пластмассы | ккал/кг·оС | 0,42 |  |  |  |  |  |
| 11 | Удельная теплоемкость сливочного масла | ккал/кг·оС | 0,931 |  |  |  |  |  |
| 12 | Удельная теплоемкость краски | ккал/кг·оС | 0,45 |  |  |  |  |  |
| 13 | Удельная теплоемкость гальванического раствора | ккал/кг·оС | 0,99 |  |  |  |  |  |
| 14 | Средняя скорость ветра по данным строительной климатологии |   |   |  |  |  |  |  |
|   | за январь | м/с | 6,4 |  |  |  |  |  |
|   |  за июль | м/с | 4,5 |  |  |  |  |  |
| 15 | Удельная теплота, выделяющаяся при поглощении СО2 раствором МЭА (справочник) | кДж/кг | 1463 |  |  |  |  |  |
| 16 | Плотность раствора МЭА, 10% | кг/м3 | 988 |  |  |  |  |  |
| 17 | Удельная плотность стали | кг/м3 | 7800 |  |  |  |  |  |
| 18 | Плотность воздуха при норм условиях | кг/м3 | 1,295 |  |  |  |  |  |
| 19 | Мольная масса воздуха | кг/Кмоль | 28,84 |  |  |  |  |  |
| 20 | Удельная теплота испарения воды | ккал/кг | 280 |  |  |  |  |  |
| 21 | Удельная теплота испарения растворителя | ккал/кг | 150 |  |  |  |  |  |