Содержание

[Введение](#_Toc250842071)

[1. Выбор конструкционных материалов и их механических характеристик](#_Toc250842072)

[2. Расчет основных элементов аппарата](#_Toc250842073)

[2.1 Определение расчетных параметров аппарата](#_Toc250842074)

[2.1.1 Высота корпуса аппарата](#_Toc250842075)

[2.1.2 Высота жидкости в аппарате](#_Toc250842076)

[2.1.3 Расчетное внутреннее давление в аппарате](#_Toc250842077)

[2.2 Расчет обечайки корпуса](#_Toc250842078)

[2.2.1 Толщина стенки обечайки при нагружении внутренним расчетным избыточным давлением определяется выражением](#_Toc250842079)

[2.2.2 Определение толщины стенки обечайки при нагружении осевой растягивающей силой](#_Toc250842080)

[2.2.3 Толщину стенки обечайки, нагруженной наружным давлением, находят из условия устойчивости обечайки от наружного давления](#_Toc250842081)

[2.3 Расчет эллиптического днища](#_Toc250842082)

[2.3.1 Толщина стенки днища, нагруженного внутренним расчетным избыточным давлением, определяется выражением](#_Toc250842083)

[2.3.2 Толщина стенки днища, нагруженного наружным давлением, рассчитывается по формуле](#_Toc250842084)

[2.3.3 Конструктивная прибавка к расчетной толщине днища](#_Toc250842085)

[2.3.4 Толщина днища с учетом прибавок](#_Toc250842086)

[2.3.5 Для эллиптических днищ, если длина цилиндрической отбортованной части h, больше параметра](#_Toc250842087)

[2.4 Расчет рубашки аппарата](#_Toc250842088)

[2.4.1 По таблице Е1 приложения Е принимаем диаметр рубашки Dр=900 мм, параметр а = 30 мм](#_Toc250842089)

[2.4.2 Высота рубашки с учетом днища (без толщины днища)](#_Toc250842090)

[2.4.3 Расчет обечайки рубашки](#_Toc250842091)

[2.4.4 Расчет днища рубашки](#_Toc250842092)

[2.5 Параметры штуцеров аппарата](#_Toc250842093)

[2.6 Подбор фланцевого соединения](#_Toc250842094)

[2.7 Расчет перемешивающего устройства](#_Toc250842095)

[2.7.1 Определение основных геометрических размеров мешалки](#_Toc250842096)

[2.7.2 Мощность, необходимая на перемешивание](#_Toc250842097)

[2.7.3 Выбор привода](#_Toc250842098)

[2.8 Выбор опор аппарата](#_Toc250842099)

[Выводы](#_Toc250842100)

[Список литературы](#_Toc250842101)

[Приложения](#_Toc250842102)

## Введение

Химические аппараты предназначены для ведения в них одного или нескольких химических, физических или физико-химических процессов. Перерабатываемые в аппарате вещества могут быть в любом агрегатном состоянии и различной химической активности. Различными могут быть температурные режимы и давления.

Характер работы аппаратов бывает непрерывный и периодический, а установка их может быть стационарной (в помещении или на открытой площадке) и не стационарной (предусматривающей или допускающей перемещение аппарата).

Аппараты с перемешивающими устройствами являются наиболее распространенным видом оборудования, используемого в химической технологии для проведения различных физических и химических процессов. Выбор аппаратов с перемешивающими устройствами и конструктивные особенности аппаратов определяются характеристикой процесса, свойствами перемешиваемой среды, производительностью технологической линии, температурными параметрами процесса и давлением, при котором процесс осуществляется. Такое многообразие факторов, влияющих на выбор конструкции, затрудняют задачу оптимального проектирования аппаратов. Решение этой задачи требует знания гидродинамических, физических и химических механизмов процесса, зависит от наличия конструкционных материалов, степени разработки стандартных конструкционных решений и от возможностей расчета нетривиальных конструкций в тех случаях, когда стандартные методы конструирования становятся неприемлемыми.

Столь сложные проблемы могут быть решены лишь на основе детального изучения отдельных характеристик оборудования с тем, чтобы на этой основе выбрать те основные параметры аппарата, которые ответственны за скорость протекания процесса в целом и оказывают влияние на конструктивное его оформление.

Расчет заключается в определении конструктивных размеров аппарата и в выборе на их основе стандартной конструкции аппарата.

Исходные данные

Объем аппарата V= 0,40 м3.

Внутренний диаметр аппарата D=800 мм.

Высота корпуса аппарата Н=950мм.

Внутреннее давление в аппарате Р= 1,0 МПа,



Давление в рубашке Рруб =0,5 МПа.

Среда в аппарате: анилин.

Концентрация вещества: С\* = 3%.

Температура среды в аппарате t= 20°С.

Срок службы аппарата τ = 5 лет.

Тип мешалки: лопастная.

Число оборотов мешалки в минуту n = 85 об/мин.

Плотность: ρ = 1020 кг/м3.

Коэффициент динамической вязкости: М= 4,4 Па∙с

Марка стали: 08Х18Н10Т, любая толщина.

Скорость коррозии: *П* = 0,1 мм/год.

Рисунок 1 - Корпус аппарата Вода пресная: 20К.

Расчет выполняем по методике, изложенной в [1] ÷ [6].

## 1. Выбор конструкционных материалов и их механических характеристик

Согласно задания проекта применяем высоколегированную сталь 08Х18Н10Т. Это сталь аустенитного класса, обладает стойкостью почти ко всем средам, хорошо деформируется в горячем и холодном состоянии, легко сваривается. Скорость коррозии этой стали принята П=0,1 мм/год.

Допускаемые напряжения и модуль упругости.

Для стали 08Х18Н10Т (табл. Б1, приложение Б) находим:

Допускаемое напряжение при температуре 20°С [σ] 20 =168 МПа, модуль упругости Е20=2·105 МПа, при температуре 100°С значения этих характеристик следующие: [σ] 100=156 МПа =156 Н/мм2, Е100=2·105 МПа.

Для материала рубашки (сталь 20К) допускаемое напряжение и модуль упругости также находим линейным интерполированием аналогично рассмотренному:

при 20°С [σ] 20=147 МПа, Е20=1,99·105 МПа,

при 100°С [σ] 100=142 МПа, Е100=1,91·105 МПа.

Значит принимаем, при t= 20°С:

[σ] 20 =168 МПа (1)

Е20=2,00·105 МПа (2)

## 2. Расчет основных элементов аппарата

## 2.1 Определение расчетных параметров аппарата

## 2.1.1 Высота корпуса аппарата

Высоту корпуса аппарата находим, используя рис.1:

*h1=H- (Hэ+100),* (3)

где *Нэ=0,25·D* - высота эллиптической части крышки,

100 мм - размер, который примерно учитывает высоту цилиндрической отбортовки крышки и толщину фланца крышки.

Получаем:

*h1*=950- (200+100) = 950 - 300 = 650 мм.

## 2.1.2 Высота жидкости в аппарате

Обычно принимают высоту жидкости в аппарате меньше высоты корпуса аппарата на 50-100 мм, получаем:

*hж=h1-* (50…100) = 650- (50…100) =600…500 м. (4)

Для расчетов принимаем *hж*=600мм=0,6 м.

## 2.1.3 Расчетное внутреннее давление в аппарате

Расчетное внутреннее давление в аппарате складывается из заданного внутреннего давления и гидростатического давления среды:

*РР=Р+РГ, (*5)

где *РГ* - гидростатическое давление среды.

Очевидно:

*РГ = ρ·g·hж*=1020·9,81·0,6=6003,72 Па≈0,006 МПа, (6)

здесь *g*=9,81 м/с2 - ускорение свободного падения,

*ρ*=1020 кг/м3- плотность среды (см. таблицу Б1 приложения Б).

Оцениваем величину гидростатического давления по сравнению с давлением в аппарате

*ΔР%= (РГ/р)* ·100= (0,006/1,0) ·100=0,6% (7)

Если *ΔР%* ≤ 5%, то гидростатическое давление не учитывают (если *ΔР%* > 5%, то расчетное давление равно *РР = Р*)

В нашем случае расчетное давление равно

*РР = Р* = 1,0 МПа.

## 2.2 Расчет обечайки корпуса

В процессе работы аппарата обечайка испытывает следующие деформации:

растяжение в окружном направлении от внутреннего давления,

растяжение по высоте аппарата от осевой растягивающей силы,

объемное сжатие от наружного давления (давление в рубашке).

## 2.2.1 Толщина стенки обечайки при нагружении внутренним расчетным избыточным давлением определяется выражением

**, (8)

где φ - коэффициент прочности продольного сварного шва, который принимается в зависимости от типа сварного шва, вида сварки и длины контролируемых швов. Ориентировочно его значение принимают в пределах 0,65-0,9. Принимаем φ=0,9,*Рр* =1,0 Н/мм2 - расчетное давление,

*D*=800 мм - диаметр аппарата,

[σ] =168 Н/мм2 - допускаемое напряжение для стали 08Х18Н10Т.

Получаем:

*SR* = 

## 2.2.2 Определение толщины стенки обечайки при нагружении осевой растягивающей силой

Осевая растягивающая сила:

 (9)

Толщина стенки:

SR =  (10)

## 2.2.3 Толщину стенки обечайки, нагруженной наружным давлением, находят из условия устойчивости обечайки от наружного давления



Рисунок 2 - К расчету высоты обечайки корпуса

Для корпуса аппарата наружным давлением является давление в рубашке

*Рн =Рруб* = 0,5 МПа.

2.2.3.1 Расчетная длина (высота) обечайки

*ℓ=h1-ℓ'-ℓ″*, (11)

где ℓ'=150 мм - принимается конструктивно для удобного выполнения сварки рубашки и корпуса.

*ℓ″= (2/3) ·Нэ= (2/3) ·0,25·D*= (2/3) ·200=133,3мм, ([3], стр.12). (12)

Здесь *ℓ*″ - размер, учитывающий часть высоты эллиптического днища, влияющий на потерю устойчивости обечайки корпуса аппарата.

Получаем *ℓ*= 650-150-133,3 = 366,7 мм.

Принимаем *ℓ*= 370 мм (округляем в сторону увеличения).

2.2.3.2 Толщина стенки обечайки

Толщина стенки обечайки определяется по формуле

 (13)

Здесь коэффициент *К2*, зависящий от коэффициентов *К1* и *К3*, определяется по номограмме (приложение В) в зависимости от значения коэффициентов *К1* и *К3*.

Коэффициент *К1*:

 (14)

Здесь *ny*=2,4 - коэффициент запаса устойчивости при рабочих условиях [4],

*Е*=2·105 Н/мм2 - модуль продольной упругости (см. п.1.2)

Коэффициент *К3*:

*К3*= *ℓ/D* = 370/800 = 0,4625. (15)

Коэффициент *К2* определяем по номограмме (рис. В1 приложения В).

Получаем: *К2*= 0,46. Тогда толщина стенки

*SR′=K2·D·10-2*=0,46·800·10-2=3,68 мм. (16)

 (17)

Из двух расчетных толщин *SR′; SR″* принимаем большую величину, т.е.

*SR = max (SR′; SR″) = max* (3,68; 1,31) = 3,68 мм. (18)

По трем рассчитанным формулам (8), (10) и (16) получены три значения толщины стенки обечайки корпуса 2,7 мм; 1,3 мм; 3,68 мм. Принимаем большее из них, т.е. *SR*= 3,68 мм.

Прибавки к расчетной толщине стенки обечайки:

*С = С1+ С2+ С3*. (19)

Здесь *С1* - прибавка для компенсации коррозии и эрозии:

*С1= СЭ +СК*, (20)

где *СЭ* - прибавка для компенсации эрозии. *СЭ*=0, т.к скорость движения среды в аппарате менее 20 м/с и отсутствуют абразивные частицы,

*СК* - прибавка для компенсации коррозии:

*СК= П·τ* = 0,1·5 = 0,5 мм. (21)

Здесь *τ* = 5 лет - срок службы аппарата,

*П*=0,1 мм/год - скорость коррозии для стали 08Х18Н10Т.

Тогда

*С1= СК+ СЭ*= 0,5+ 0 = 0,5мм.

Примечания: - Скорость коррозии принимается *П* = 0,1 мм/год, если она не оговорена в таблице Б1 приложения Б.

Обечайка корпуса с наружной стороны омывается водой (паром), но при температуре 20 … 100°С вода (пар) не вызывает коррозии легированных сталей, поэтому принимаем *Пнар*= 0 мм/год.

Для обечайки корпуса, изготовленной из сталей ВМСтЗсп, 20, 20К и других углеродистых сталей следует учитывать коррозию с обеих сторон, т.е. с внутренней и наружной

*С1= П·τ + Пнар·τ + СЭ*, (22)

где *Пнар* - скорость коррозии с наружной стороны от воды (пара). Значение ее принимается по таблице А1 приложения А.

*С2* - прибавка для компенсации минусового допуска листа стали при изготовлении. Минусовый допуск выбираем по таблице Г1 приложения Г). Для толщины *SR*= (8…24) мм *С2*=0,4 мм. В нашем расчете *SR*= 3,68 мм, поэтому мы приняли диапазон размеров больше 3мм.

С3 - прибавка технологическая (учитывает утончение листа при вальцовке), для толщины от 3 до 30 мм принимают С3=0,3 мм.

В итоге получаем:

*С = С1+С2 + С3* = 0,75+0,4+0,3 =1,45 мм.

Толщина стенки обечайки с учетом прибавок

*S'= SR+С* = 3,68+1,45 = 5,13 мм. (23)

Исполнительная толщина стенки обечайки корпуса, принятая по стандарту (табл. Г1 приложения Г) *S*=6 мм.

## 2.3 Расчет эллиптического днища

Согласно заданию в аппарате предусмотрены эллиптические днище и крышка.

Для днища и крышки принята сталь 08Х18Н10Т (см. п.1.2) с допускаемым напряжением [σ] =168 МПа и модулем упругости Е=2·105 МПа.

В процессе работы аппарата днище корпуса испытывает следующие деформации:

растяжение от внутреннего давления,

сжатие (потеря устойчивости формы днища) от наружного давления - давления в рубашке.

## 2.3.1 Толщина стенки днища, нагруженного внутренним расчетным избыточным давлением, определяется выражением



Рисунок 3 - Внутреннее давление *Рр*, действующее на днище корпуса.

=

 2,39 мм (24)

Здесь *R* - радиус кривизны в вершине днища. Для стандартного эллиптического днища *R = D* = 800 мм.,

*φ* - коэффициент прочности сварного шва. Принимаем днище не сварное, а цельное штампованное, поэтому *φ* = 1.



Рисунок 4 - Внешнее давление *РН*, действующие на днище корпуса.

## 2.3.2 Толщина стенки днища, нагруженного наружным давлением, рассчитывается по формуле

(25)

где *КЭ* - коэффициент приведения радиуса кривизны эллиптического днища.

Предварительно принимаем *КЭ* =0,9.

## 2.3.3 Конструктивная прибавка к расчетной толщине днища

*С' = С1 + С2 + С3*.

Здесь также *С1= П∙τ+СЭ*= 0,1∙5+0 = 0,5 мм - прибавка на коррозию,

*С2*= 0,4 мм (для толщины 6 мм по табл. Д1, приложение Д) - прибавка на минусовой допуск изготовления листа,

*С3*=0,3 мм (см. п.2.2.5) - прибавка на утончение при изготовлении днища.

В результате получаем:

*С'* = 0,5 + 0,4 + 0,3 = 1,2 мм.

## 2.3.4 Толщина днища с учетом прибавок

*S1’= S1R + C’*= 2,17+ 1,2 = 3,37 мм ≈ 4,0 мм.

Исполнительная толщина стенки днища, принятая по стандарту (табл. Д1, приложение Д) *S1*= 4 мм.

## 2.3.5 Для эллиптических днищ, если длина цилиндрической отбортованной части h, больше параметра

, т.е.  < h, то толщина стенки днища S1 должна быть не менее толщины стенки обечайки, т.е. *S1 ≥ S*.

Длину (высоту) отбортованной части при *D*=800 мм и *S1*=4 мм принимаем по таблице Д1 приложения Д: *h* = 25 мм.

Определяем параметр

 (26)

Замечаем, что = 47,33> h=25, поэтому можно принять *S1 <S*. Принимаем *S1*=4 мм.

Толщину крышки аппарата принимают такой же как и толщину днища *S1*=4 мм.

## 2.4 Расчет рубашки аппарата

Согласно заданию рубашка гладкая приварная (не отъемная).

Для рубашки выбрана (см. п.1.1, 1.2) качественная углеродистая конструкционная сталь 20К, у которой допускаемое напряжение [σ] руб. =147 МПа и модуль упругости *Еруб*. =1,99·105 МПа.

## 2.4.1 По таблице Е1 приложения Е принимаем диаметр рубашки Dр=900 мм, параметр а = 30 мм



Рисунок 5 - К расчету высоты рубашки

## 2.4.2 Высота рубашки с учетом днища (без толщины днища)

*** (27)***

**h1*=650мм (см. п.2.1 1), =150 (см. п.2.2.3.1)***

***Получаем:* hp*=650+30-150=830 мм***

## 2.4.3 Расчет обечайки рубашки

В процессе работы аппарата обечайка рубашки испытывает следующие деформации:

растяжение в окружном направлении от внутреннего давления в рубашке, растяжение по высоте аппарата от осевой растягивающей силы.

2.4.3.1 Внутреннее избыточное давление в рубашке

.

2.4.3.2 Расчетное давление в рубашке

*, (*28)

где *Р′р*- заданное давление в рубашке (0,4 МПа),

*РГ* - гидростатическое давление в нижней части рубашки.

Учитывая, что нагрев аппарата может производиться горячей водой, имеем:

 (29)

где *ρВ*=1000 кг/м3 - плотность воды.

Оцениваем величину гидростатического давления

. (30)

Если *∆Р%* ≤ 5%, то гидростатическое давление не учитывают. В нашем примере *∆Р%*=2,035%, поэтому расчетное давление в рубашке

= 0,5 МПа. (31)

2.4.3.3 Толщина стенки обечайки рубашки от внутреннего расчетного давления

(32)

Здесь [σ] руб. =147 Н/мм2 - допускаемое напряжение материала рубашки (см. п.1.2), φ=0,9 - коэффициент прочности сварного шва.

2.4.3.4 Осевая растягивающая сила для рубашки

(33)

2.4.3.5 Толщина стенки обечайки рубашки от осевой растягивающей силы

(34)

Из двух полученных значений расчетной толщины стенки принимаем большее *SR*=1,70 мм.

2.4.3.6 Прибавки к толщине стенки рубашки (см. п.2.2.5)

** (35)

 = 0,1∙5+0 = 0,5 мм (36)

*Пруб*=0,1 мм/год (принимаем по табл. Б1 приложения Б при 100°С).

*С2*=0,4 мм, *С3*=0,3 мм

Получаем:

*Сруб* = 0,5+0,4+0,3 = 1,2 мм

2.4.3.7 Толщина стенки обечайки рубашки с учетом прибавок

 (37)

2.4.3.8 Исполнительная толщина стенки обечайки рубашки, принятая по стандарту (табл. Г1 приложения Г) *Sруб*= 4 мм.

## 2.4.4 Расчет днища рубашки

Поскольку корпус аппарата имеет эллиптическое днище, то и для рубашки тоже принимаем эллиптическое днище с диаметром *Dруб*=900 мм.

Толщина стенки днища рубашки при нагружении внутренним давлением определяется по формуле:

 (38)

Здесь *R* - радиус кривизны в вершине днища. Для стандартных эллиптических днищ *R=Dр*=900 мм,

*φ* - коэффициент прочности сварного шва. Поскольку днище

предполагаем изготовить из цельной заготовки, то *φ* =1.



Рисунок 6 - Внутреннее давление *Рруб*, действующее на днище рубашки

Толщина стенки с учетом прибавок

.

Исполнительную толщину днища рубашки принимаем, согласуя с таблицей Д1 приложения Д: при диаметре 900 мм минимальная толщина стенки днища составляет 4мм, поэтому принимаем *S1руб*= 4 мм. Длина отбортованной части *h*=25 мм.

## 2.5 Параметры штуцеров аппарата

Аппараты имеют технологические штуцера, а также штуцера для контрольно-измерительных приборов и предохранительных устройств.

Штуцера обозначаются прописными буквами русского алфавита, их расположение на крышке аппарата показано на рисунке Ж1 приложения Ж. По табл. Ж1 приложения Ж определяем условные диаметры штуцеров аппарата - *dу*. Диаметр окружности, на которой расположены штуцера,

*D2* = 550 мм.

На крышке аппарата расположены следующие штуцера:

Г - патрубок штуцера смотрового люка *dУ*= 125 мм,

Д - патрубок технологического штуцера *dУ*= 80 мм,

Е - патрубки технологических штуцеров *dУ*=50 мм,

Ж - патрубок штуцера гильзы термометра *dУ*=50 мм,

И - патрубок штуцера манометра *dУ*=50 мм,

К - патрубок штуцера предохранительного клапана *dУ*=50 мм.

На рубашке аппарата предусмотрены штуцера ввода и вывода теплоносителя М и Н, их диаметры условного прохода *dУ*=32 мм,

В нижней части днища предусмотрен сливной штуцер из стали 08Х18Н10Т (сталь из которой изготовлен аппарат) - штуцер Л, его *dУ*=100 мм.

В таблице Ж2 приложения Ж даны размеры фланцев штуцеров в зависимости от условного прохода и условного давления в аппарате и рубашке. Таблица нужна при выполнения чертежей аппарата.

## 2.6 Подбор фланцевого соединения

Фланцевое соединение выбираем по табл. Ж3 приложения Ж. Принимаем фланцевое соединение, у которого уплотнительная поверхность выполнена в форме "шип-паз", фланцы плоские приварные без втулок.

Принимаем материал фланцев - сталь 08Х18Н10Т, материал прокладки - паронит, материал болтов - сталь 35Х.

Конструктивные размеры фланцев, зависящие от диаметра аппарата и давления внутри аппарата, принимаем по таблице Ж3 приложения Ж (они необходимы при выполнении чертежа общего вида аппарата).

## 2.7 Расчет перемешивающего устройства

Тип перемешивающего устройства задан в исходных данных на курсовой проект - мешалка турбинная.

Расчет перемешивающего устройства заключается в определении мощности, необходимой для перемешивания и выборе стандартного перемешивающего устройства.

## 2.7.1 Определение основных геометрических размеров мешалки

Основные расчетные размеры мешалки определяем по формулам, приведенным в приложении И, и округляем их до стандартных (они необходимы при выполнении чертежа общего вида аппарата).

Расчетный диаметр мешалки лопастной



Рисунок 7 - схема мешалки лопастной

 (39)

По приложению К1 принимаем стандартную мешалку с размерами: *dм* = 500 мм и

d = 25 мм. Диаметр вала мешалки принимаем больше диаметра ступицы по приложению Л: *dвал*=28 мм.

Высота расположения мешалки над днищем аппарата

 (40)

Остальные размеры мешалки (они необходимы при выполнении чертежей) представлены в приложении К1.

## 2.7.2 Мощность, необходимая на перемешивание

**, (41)

где *dМ* - диаметр мешалки, м;

*n* - частота вращения мешалки, об/c;

*ρС* - плотность перемешиваемой среды, кг/м3;

*КN* - критерий мощности.

Критерий мощности зависит от типа мешалки и центробежного критерия Рейнольдса и определяется по графикам, приведенным в приложении М.

Центробежный критерий Рейнольдса определяем по формуле

. (42)

Здесь *ρс*=1020 кг/м3 - плотность среды в аппарате,

µС = 4,4 Па∙с - динамический коэффициент вязкости среды. Они определяются по таблице Б1 приложения Б.

Расчетная частота вращения мешалки в об/сек в 60 раз меньше числа оборотов ее в минуту, т.е.

 (43)

Находим критерий Рейнольдса



По приложению М находим критерий мощности *КN* = 0,95.

Мощность, необходимая на перемешивание



При наличии различных устройств внутри аппарата мощность на перемешивание увеличивается:

, (44)

где  - коэффициент, учитывающий соотношение высоты жидкости и диаметра аппарата:

при hЖ > D , (45)

при hЖ ≤ D Принимают *Кн*=1;

*К1* = 1,1 - коэффициент, учитывающий наличие гильзы термометра;

*К2* = 1,2 - коэффициент, учитывающий наличие давильной трубы (если она предусмотрена), устройства для замера уровня среды в аппарате.

Получаем:



Определяем необходимую мощность электродвигателя (Вт)

. (46)

Здесь *η*=0,9 - коэффициент полезного действия привода;

*kп*=1,3 - коэффициент, учитывающий перегрузку двигателя в момент пуска;

*Ртр* - затраты на трение в сальниковом уплотнении. Ориентировочно можно принять:

*Ртр*= (3,5÷4,5) ∙*dвал* (Вт). (47)

Здесь *dвал* - диаметр вала мешалки в мм.

Тогда:

*Ртр*= (3,5÷4,5) ∙*dвал* = (3,5÷4,5) ∙28=98÷126 Вт.

Принимаем *Ртр* =120Вт.



## 2.7.3 Выбор привода

Привод мешалки состоит из мотор-редуктора, установленного на стойке, в которой крепится опора вала мешалки, вал мешалки соединяется с валом привода с помощью муфты продольно-разъемной.

По заданному числу оборотов мешалки (n=85 об/мин) и необходимой мощности элекродвигателя Р`э =834,57 Вт по таблице Н1 приложения Н принимаем мотор-редуктор типоразмера МРВ 0.4 с передаточным числом 16 и комплектующим электродвигателем типоразмера АИJ80А4 мощностью 1,1 кВт, габаритный размер электродвигателя (высота) Lдв= 300 мм. Условное обозначение мотор-редуктора МРВ04-16 1,1/85. Диаметр выходного вала мотор-редуктора 22 мм. Масса мотор-редуктора 41,3 кг.

Привод со стойкой выбираем по приложению П.

Масса стойки: 68кг,

Масса привода складывается из массы мотор-редуктора и массы стойки:

*mпр* = 41,3+68 = 109,3 кг

## 2.8 Выбор опор аппарата

Для выбора опор необходимо определить массу всего аппарата, которую можно рассчитать по формуле:

, (48)

где 1,1 - коэффициент, учитывающий вес неучтенных в этой формуле частей аппарата;

3 - коэффициент, учитывающий вес днища, крышки и днища рубашки;

2 - коэффициент, учитывающий вес обечайки аппарата и рубашки;

Сначала определим массы составных частей аппарата, а потом массу всего аппарата.

Массу днища определяем по таблице Д1 приложения Д.

*mдн*= 24,0 кг.

Масса обечайки

*mоб= ρ ∙ V*, (49)

где *ρ* - плотность металла обечайки (*ρ* = 7,8∙103 кг/м3),

*V* - объем металла, необходимого для изготовления обечайки.

*V= π∙D∙Hоб∙S* = 3,14∙0,8∙0,55∙0,010 = 0,013816 м3. (50)

Здесь *D* = 0,8 м - внутренний диаметр аппарата,

*Ноб = Н - 2Ндн* = 950 - 2∙200 =550 мм =0,55 м

Здесь *Ндн*= 0,25∙D = 0,25∙800 = 200 мм =0,20 м - высота днища аппарата,

S = 0,010 м - толщина обечайки.

Тогда

*mоб*=7,8∙103∙0,013816= 107,7648 кг (51)

Масса *mпр*= 109,3 кг - вес привода

Масса жидкостной среды в аппарате

*mж*= 0,8∙*Vап ∙ρ* =0,8∙0,40 ∙1020= 326,4 кг. (52)

Здесь 0,8 - коэффициент заполнения аппарата,

*Vап*= 0,40 м3 - объем аппарата,

*ρ*=1020 кг/м3 - плотность жидкостной среды в аппарате.

Масса всего аппарата

*mап*= 1,1∙ (3∙*mдн*+2∙*mоб*+*mпр* +*mж*) = =1,1∙ (3∙24,0+2∙107,7648+109,3+326,4) =795,55256 кг.

Вес аппарата

*Gап* = 9,81∙ *mап*= 9,81∙795,55256 ≈ 7804,4 Н

Обычно вертикальные аппараты устанавливаются с помощью опор на межэтажном перекрытии или на металлической раме.

В качестве опор рекомендованы опорные лапы подвесных сосудов и аппаратов (ГОСТ 26296-84 исполнения 2). Используем опорную лапу с подкладным листом для увеличения жесткости рубашки аппарата, к которой приваривается опора. Толщина подкладного листа равна толщине стенки обечайки рубашки.

Вес, который приходится на одну опору

 (53)

Здесь *КН* = 1,5…2 - коэффициент, учитывающий неравномерность распределения нагрузки между опорами, принимаем *КН*=2.

Z - количество опор.

Принимаем *Z* =4.

Тогда



Опору подбираем по таблице Р1 приложения Р. Принимаем лапу опорную подвесных сосудов и аппаратов с максимальной нагрузкой на одну опору 6300 Н, ее обозначение "Опорная лапа 2-6300 ГОСТ 26296-84".

Геометрические размеры опоры приведены в таблице Р1 приложения Р.

## Выводы

В курсовом проекте выбран конструкционный материал для корпуса аппарата и рубашки, рассчитаны основные элементы аппарата:

определены расчетные параметры аппарата,

рассчитаны и выбраны стандартные толщины стенок обечайки корпуса, эллиптического днища и рубашки аппарата,

выбрано стандартное фланцевое соединение аппарата,

рассчитано перемешивающее устройство,

определены геометрические размеры мешалки,

рассчитана мощность на перемешивание и выбран привод аппарата,

подобраны стандартные опоры аппарата,

в результате проектирования выбран стандартный вертикальный аппарат, соответствующий ГОСТ 20680 - 75.

## Список литературы

1. Лащинский А.А., Толчинский А.Р. Основы конструирования и расчета химической аппаратуры. Справочник. -Л.: / Машиностроение, 1970. -750с.

2. Прикладная механика. Курсовой проект. Аппарат вертикальный с механическим перемешивающим устройством / Сост.: Герасимов В.К., Лихачев А.И. - Рубежное: ИХТ ВНУ, 2008. -60 с.

3. ГОСТ 14249-89. Сосуды и аппараты. Нормы и методы расчета на прочность. - М.: Издательство стандартов, 1989. - 79 с.

4. Михалев М.Ф., Третьяков Н.П. и др. Расчет и конструирование машин и аппаратов химических производств. Примеры и задачи. - Л.: Машиностроение, 1984. - 300 с.

5. ГОСТ 20680 - 75 Аппараты с механическими перемешивающими устройствами вертикальные.

6. Васильцов Э.А., Ушаков В.Г. Аппараты для перемешивания жидких сред: Справочное пособие. - Л., Машиностроение, 1979 - 272 с.

7. Бакланов Н.А. Перемешивание жидкостей - Л., Химия, 1979 - 64с.

8. Канторович З.Б. Основы расчета химических машин и аппаратов - М., Машгиз, 1946 - 600 с.

9. Стренк Ф. Перемешивание и аппараты с мешалками - Л., Химия, 1975 - 384с.

## Приложения

Приложение А

Таблица А1 - Допускаемые напряжения  и модуль продольной

упругости Е сталей для химических аппаратов

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Марка стали | Толщина, мм | , МПа при температуре °С | | | Е·10-5, МПа при температуре °С | | |
| 20 | 100 | 150 | 20 | 100 | 150 |
| ВМСтЗсп | до 20 | 154 | 149 | 145 | 1,99 | 1,91 | 1,86 |
| свыше 20 | 140 | 134 | 131 | 1,99 | 1,91 | 1,86 |
| 20, 20К | до 60 | 147 | 142 | 139 | 1,99 | 1,91 | 1,86 |
| 08Х18Н10Т | любая | 168 | 156 | 148 | 2,00 | 2,00 | 1,99 |
| 10Х17Н13М2Т | любая | 184 | 174 | 168 | 2,00 | 2,00 | 1,99 |
| 08Х21Н6М2Т | любая | 233 | 200 | 193 | 2,00 | 2,00 | 1,99 |

Приложение Б

Таблица Б1 - Рекомендуемые стали для химических аппаратов,

работающих в различных агрессивных средах.

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Наименование вещества | С\*,  % | t,  ºС | ρ,  кг/м3 | μ,  Па∙с | Марка стали |
| Азотная кислота НNO3 | 50 | 20 | 1310 | 1,88 | 08Х18Н10Т  08Х21Н6М2Т |
| 60 | 1260 | 0,9 |
| 100 | 20 | 1510 | 0,8 |
| 100 | 1370 | 0,35 |
| Анилин | 3 | 20 | 1020 | 4,4 | 08Х18Н10Т  08Х21Н6М2Т |
| Дихлорэтан  СН2Сℓ·СН2Сℓ | 100 | 40 | 1220 | 0,65 | 08Х18Н10Т  10Х18Н9ТА |
| 80 | 1160 | 0,42 |
| Едкий натр  NaOH | 10 | 60 | 1090 | 0,91 | ВМСтЗсп, 20К  08Х18Н10Т  08Х21Н6М2Т |
| 30 | 100 | 1275 | 1,82 |
| Едкий кали  КОН | 10 | 20 | 1100 | 1,86 | ВМСтЗсп, 20К |
| Серная кислота  Н2SO4 | 98 | 20 | 1837 | 25,8 | ВМСтЗсп, 20К |
| олеум 20%SO3 | 60 | 1844 | 9,0 | 08Х18Н10Т  08Х21Н6М2Т  10Х17Н13М2Т |
| Вода пресная | | 20 | ВМСтЗсп, 20К, 20, П=0,05 мм/год | | |
| 100 | ВМСтЗсп, 20К, 20, П=0,1 мм/год | | |
| 20…100 | Легированные стали П=0,000 мм/год | | |

Примечание. Если для стали не указано значение скорости коррозии П, то следует принимать П = 0,1 мм/год. Параметры агрессивных веществ: С\* - концентрация вещества, ρ - плотность, μ - коэффициент динамической вязкости, П - скорость коррозии (проницаемость).

Приложение В

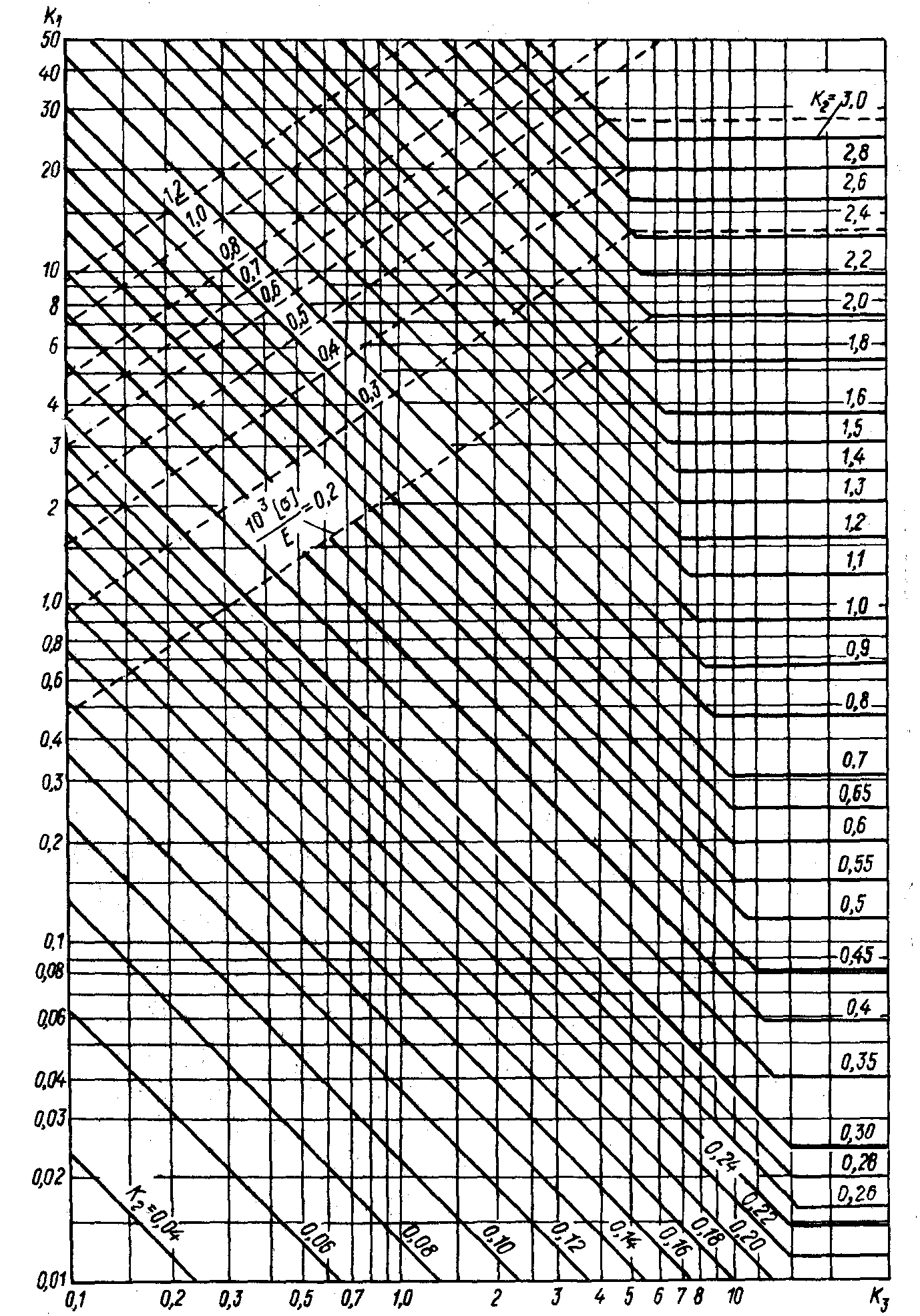


Рисунок В1 - Номограмма для коэффициента *К2* в зависимости от *К1* и *К3*

Приложение Г

Таблица Г1 - Стандартная толщина стального листа *S* и минусовый допуск на толщину *ΔS*

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| S  мм | 4 | 5 | 6 | 8 | 10 | 12 | 14 | 16 | 18 | 20 | 22 |
| ΔS  мм | -0,4 | -0,5 | -0,6 | -0,8 | | | | | | | |

Приложение Д



Рисунок Д1 - Схема днища аппарата

Таблица Д1 - Длина (высота) отбортованной части днища *h1*, мм,

в скобках указана масса днища в килограммах *mдн*, кг

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| *D* мм | *S1*, мм | | | | | | | |
| 4 | 5 | | 6 | 8 | 10 | 12 | 14 |
| 700 | 25 (18,6) | 25 (23,4) | 25 (28,1) | | 25 (37,7) | 25 (47,4) | 25 (57,1) | 25 (67,5) |
| 800 | 25 (24,0) | 25 (30,1) | 25 (36,2) | | 25 (48,5) | 25 (60,9) | 25 (73,5) | 40 (90,3) |
| 900 | 25 (30) | 25 (37,3) | 25 (45,3) | | 25 (60,7) | 25 (76,2) | 40 (95,9) | 40 (112) |
| 1000 | - | 25 (46,2) | 25 (55,5) | | 25 (74,3) | 25 (93,2) | 40 (117) | 40 (137) |
| 1100 | - | - | 25 (66,7) | | 25 (89,2) | 40 (115) | 40 (140) | 40 (164) |
| 1200 | - | - | 25 (78,9) | | 25 (105) | 40 (137) | 40 (165) | 40 (193) |
| 1300 | - | - | 25 (95,4) | | 25 (127) | 40 (159) | 40 (192) | 40 (224) |
| 1400 | - | - | 25 (106) | | 40 (146) | 40 (183) | 40 (221) | 40 (258) |
| 1500 | - | - | 25 (121) | | 40 (167) | 40 (209) | 40 (252) | 40 (295) |

Приложение Е



Рисунок Е1 - Схема аппарата с рубашкой

Таблица Е1 - Диаметр аппарата *D*, диаметр рубашки *D*P, зазор между днищем корпуса и днищем рубашки *а*

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| D,  мм | DP,  мм | а,  мм |
| 700 | 800 | 30 |
| 800 | 900 |
| 900 | 1000 |
| 1000 | 1100 |
| 1200 | 1300 |
| 1400 | 1500 |

Приложение Ж



Рисунок Ж1 - Схема расположения штуцеров на крышке аппарата

Приложение Ж (Продолжение)

Таблица Ж1 - Условные проходы штуцеров аппаратов

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Диаметр  корпуса  D, мм | Диаметр условного прохода штуцера dу, мм | | | | | | | | D2,мм | Вылет штуцера, мм |
| Г | Д | Е | Ж | И | К | Л | М, Н |
| 700 | 100 | 80 | 50 | 50 | 25 | 32 | 100 | 32 | 510 | 80 |
| 800, 900 | 125 | 80 | 50 | 50 | 32 | 50 | 100 | 32 | 550 | 80 |
| 1000, 1100 | 150 | 100 | 80 | 50 | 50 | 80 | 100 | 50 | 700 | 100 |
| 1200, 1300 | 250 | 150 | 100 | 50 | 50 | 100 | 100 | 50 | 800 | 150 |
| 1400, 1500 | 250 | 150 | 100 | 50 | 50 | 100 | 100 | 50 | 940 | 150 |



Рисунок Ж2 - Схема штуцера

Приложение Ж (Продолжение)

Таблица Ж2 - Фланцы штуцеров, трубопроводов, арматуры. Стальные, цельные, приварные по ГОСТ 12820-80РУ - условное давление, dУ - условный диаметр трубы, dН - наружный диаметр трубы, dб - диаметр болтов, Z - число болтов.

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| РУ,  МПа | | dУ | | dН | | Dф | Dб | D1 | | dб | | Z | h,  мм | h1  мм | | Масса,  кг |
| мм | | | | | | | |
| 0,3 | | 25 | | 32 | | 100 | 75 | 75 | | М10 | | 4 | 10 | 2 | | 0,55 |
| 0,6 | | 25 | | 32 | | 100 | 75 | 60 | | М10 | | 4 | 12 | 2 | | 0,64 |
| 1,0 | | 25 | | 32 | | 115 | 85 | 68 | | М12 | | 4 | 12 | 2 | | 0,89 |
| 0,3 | | 32 | | 38 | | 120 | 90 | 95 | | М12 | | 4 | 10 | 2 | | 0,79 |
| 0,6 | | 32 | | 38 | | 120 | 90 | 70 | | М12 | | 4 | 13 | 2 | | 1,01 |
| 1,0 | | 32 | | 38 | | 136 | 100 | 78 | | М16 | | 4 | 14 | 2 | | 1,40 |
| 0,3 | | 50 | | 59 | | 140 | 110 | 110 | | М12 | | 4 | 10 | 3 | | 1,04 |
| 0,6 | | 50 | | 59 | | 140 | 110 | 90 | | М12 | | 4 | 13 | 3 | | 1,33 |
| 1,0 | | 50 | | 59 | | 160 | 125 | 102 | | М16 | | 4 | 15 | 3 | | 2,06 |
| 0,3 | | 100 | | 110 | | 205 | 170 | 155 | | М16 | | 4 | 11 | 3 | | 2,14 |
| 0,6 | 100 | | 110 | | 205 | | 170 | | 148 | | М16 | 4 | 15 | | 3 | 2,85 |
| 1,0 | 100 | | 110 | | 215 | | 180 | | 158 | | М16 | 8 | 19 | | 3 | 3,96 |
| 0,3 | 150 | | 154 | | 260 | | 225 | | 202 | | М16 | 8 | 13 | | 3 | 3,61 |
| 0,6 | 150 | | 154 | | 260 | | 225 | | 202 | | М16 | 8 | 17 | | 3 | 4,39 |
| 1,0 | 150 | | 154 | | 280 | | 240 | | 212 | | М20 | 8 | 21 | | 3 | 6,62 |
| 0,3 | 250 | | 273 | | 370 | | 335 | | 312 | | М16 | 12 | 18 | | 3 | 6,95 |
| 0,6 | 250 | | 273 | | 370 | | 335 | | 312 | | М18 | 12 | 18 | | 3 | 7,67 |
| 1,0 | 250 | | 273 | | 390 | | 350 | | 320 | | М22 | 12 | 22 | | 3 | 10,65 |

Приложение Ж (Окончание)

Таблица Ж3- Фланцы стальных сварных аппаратов цельные для обечаек и днищ с внутренними базовыми размерами. Конструкция без приварной втулки (ГОСТ 28759.2-90)

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| D, мм | Ру, Мпа | Испол. | Dф, мм | Dб, мм | Dшип, мм | Dпаз, мм | Dпр, мм | а, мм | b, мм | h, мм | dотв, мм | dб, мм | n, шт | Масса, кг |
| 700 | 0,3 | 3 | 820 | 780 |  | 743 |  | 12 | 25 | 15 | 23 | М20 | 24 | 21,8 |
| 2 | 744 |  | 752 | 14 | 20,8 |
| 0,6 | 3 |  | 743 |  | 12 | 35 | 28 | 31,8 |
| 2 | 744 |  | 752 | 14 | 30,8 |
| 1,0 | 3 | 840 | 800 |  | 763 |  | 12 | 32 | 38 |
| 2 | 764 |  | 772 | 14 | 36,9 |
| 800 | 0,3 | 3 | 920 | 880 |  | 841 |  | 12 | 25 | 28 | 24,6 |
| 2 | 842 |  | 852 | 14 | 23,5 |
| 0,6 | 3 |  | 841 |  | 12 | 35 | 32 | 35,9 |
| 2 | 842 |  | 852 | 14 | 34,8 |
| 1,0 | 3 | 945 | 905 |  | 865 |  | 12 | 40 | 40 | 51,5 |
| 2 | 866 |  | 876 | 14 | 50,4 |
| 1000 | 0,3 | 3 | 1130 | 1090 |  | 1050 |  | 13 | 30 | 36 | 41,5 |
| 2 | 1052 |  | 1062 | 15,5 | 39,9 |
| 0,6 | 3 |  | 1050 |  | 13 | 40 | 44 | 65,7 |
| 2 | 1052 |  | 1062 | 15,5 | 55,1 |
| 1,0 | 3 | 1145 | 1105 |  | 1064 |  | 13 | 50 | 80,9 |
| 2 | 1066 |  | 1067 | 15,5 | 79,3 |
| 1200 | 0,3 | 3 | 1330 | 1290 |  |  |  | 13 | 35 | 58,4 |
| 2 | 1248 |  | 1260 | 15,5 | 56,6 |
| 0,6 | 3 |  |  |  | 13 | 45 | 76,4 |
| 2 | 1248 |  | 1260 | 15,5 | 74,6 |
| 1,0 | 3 | 1350 | 1310 |  |  |  | 13 | 60 | 121,1 |
| 2 | 1268 |  | 1280 | 15,5 | 119,3 |
| 1400 | 0,3 | 3 | 1530 | 1490 |  |  |  | 13 | 35 | 48 | 68 |
| 2 | 1448 |  | 1460 | 15,5 | 65,9 |
| 0,6 | 3 |  |  |  | 13 | 50 | 52 | 99,2 |
| 2 | 1448 |  | 1460 | 15,5 | 97,1 |
| 1,0 | 3 | 1550 | 1510 |  |  |  | 13 | 60 | 68 | 138,5 |
| 2 | 1470 |  | 1484 | 15,5 | 136,5 |

Примечание: Толщина прокладки для всех приведенных диаметров фланцев Sпр=2мм.

Таблица Ж4 - Стандартные длины болтов М20 по ГОСТ 7798-70

|  |  |
| --- | --- |
| Болт | Стандартная длина |
| М20 | …50, 55, 60, 65, 70, 75, 80, 85, 90, 95, 100, 105, 110, 115, 120, 125, 130, 140, 150, 160, 170, 180, 190, 200, 220, 240… |

Приложение И

Схемы мешалок в корпусе аппарата и расчетные размеры



Расчетный диаметр лопастной мешалки:



Рисунок И1 - Схема мешалки лопастной

Высота расположения мешалки над днищем аппарата



Приложение К

Размеры лопастных мешалок



Рисунок К1 - Схема лопастной мешалки

Таблица К.1 - Параметры и размеры лопастных мешалок

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| dм | dступ | b | Dступ | hст | s | Масса, кг |
| 400 | 22 | 40 | 50 | 50 | 6 | 1,34 |
| 450 | 45 | 1,83 |
| 500 | 25 | 50 | 63 | 70 | 8 | 2,89 |
| 560 | 56 |  | 3,40 |
| 630 | 32 | 64 | 80 | 4,00 |
| 710 | 72 | 90 | 10 | 6,30 |
| 800 | 45 | 80 | 90 |  | 7,50 |
|  | | | | | | |

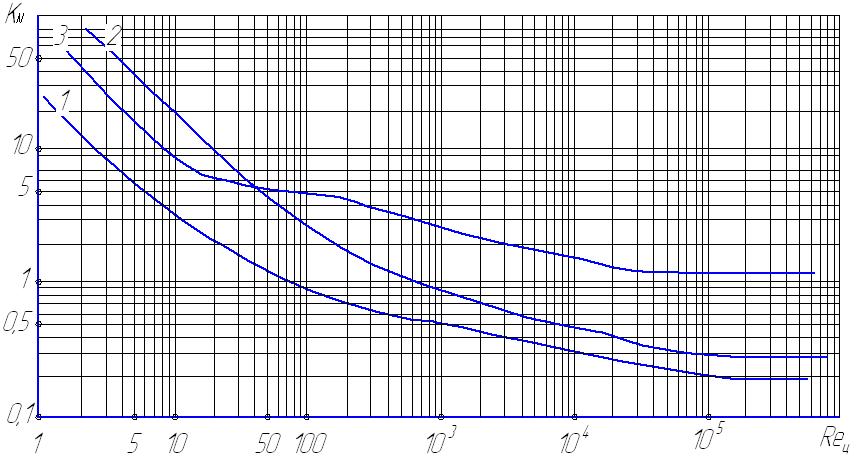
Приложение Л

Стандартные диаметры валов аппаратов:

… 18, 20,22,25,28,32,36,40,45,50,56,68,71,80,90,100…

Приложение М

Графики для определения критерия *КN* для мешалок



1 - для лопастных мешалок,

2 - для якорных и рамных мешалок,

3 - для турбинных мешалок

Приложение Н

Таблица Н1 - Основные параметры и габаритные размеры

мотор-редукторов

|  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Число оборотов n, об/мин | Типоразмер | Передаточное число | Диаметр выходного вала dвал, мм | Комплектующий электродвигатель | | | Масса мотор-редуктора, кг |
| Типоразмер | Мощность,  кВт | Габаритный размер Lдв, мм |
| 180 | МРВ 02 | 7,7 | 18 | АИУ63А4 | 0,25 | 245 | 22,1 |
| АИУ63В4 | 0,37 | 245 | 22,6 |
| АИУ71А4 | 0,55 | 265 | 26,1 |
| АИУ71В4 | 0,75 | 265 | 27,1 |
| МРВ 04 | 22 | АИУ80А4 | 1,1 | 300 | 32,6 |
| АИУ80В4 | 1,5 | 300 | 35,6 |
| МП01-05 | 5,74 | 30 | АИМ100L6 | 2,2 | 394 | 66,5 |
| АИМ112МА6 | 3 | 444 | 80 |
| МП01-10 | 40 | АИМ112МВ6 | 4 | 444 | 84 |
| АИМ132S6 | 5,5 | 435 | 90 |
| 37,5 | МРВ 02 | 39,6 | 18 | АИУ63А4 | 0,25 | 245 | 27,3 |
| АИУ63В4 | 0,37 | 245 | 28,3 |
| АИУ71А4 | 0,55 | 265 | 31,8 |
| АИУ71В4 | 0,75 | 265 | 32,8 |
| МРВ 04 | 22 | АИУ80А4 | 1,1 | 300 | 28,3 |
| АИУ80В4 | 1,5 | 300 | 41,3 |
| МП01-05 | 26,7 | 30 | АИМ100L6 | 2,2 | 394 | 66,5 |
| АИМ112МА6 | 3 | 444 | 80 |
| МП01-10 | 40 | АИМ112МВ6 | 4 | 444 | 84 |
| АИМ132S6 | 5,5 | 435 | 90 |
| 56 | МРВ 02 | 25,2 | 18 | АИУ63А4 | 0,25 | 245 | 27,3 |
| АИУ63В4 | 0,37 | 245 | 28,3 |
| АИУ71А4 | 0,55 | 265 | 31,8 |
| АИУ71В4 | 0,75 | 265 | 32,8 |
| МРВ 04 | 22 | АИУ80А4 | 1,1 | 300 | 28,3 |
| АИУ80В4 | 1,5 | 300 | 41,3 |
| МП01-05 | 17,9 | 30 | АИМ100L6 | 2,2 | 394 | 66,5 |
| АИМ112МА6 | 3 | 444 | 80 |
| МП01-10 | 40 | АИМ112МВ6 | 4 | 444 | 84 |
| АИМ132S6 | 5,5 | 435 | 90 |
| 85 | МРВ 02 | 16 | 18 | АИУ63А4 | 0,25 | 245 | 27,3 |
| АИУ63В4 | 0,37 | 245 | 28,3 |
| АИУ71А4 | 0,55 | 265 | 31,8 |
| АИУ71В4 | 0,75 | 265 | 32,8 |
| МРВ 04 | 22 | АИУ80А4 | 1,1 | 300 | 28,3 |
| АИУ80В4 | 1,5 | 300 | 41,3 |
| МП01-05 | 11,8 | 30 | АИМ100L6 | 2,2 | 394 | 66,5 |
| АИМ112МА6 | 3 | 444 | 80 |
| МП01-10 | 40 | АИМ112МВ6 | 4 | 444 | 84 |
| АИМ132S6 | 5,5 | 435 | 90 |

Приложение П

Приводы вертикальные с редукторами типоразмеров

МРВ 02, МРВ 04, МП01-05, МП01-10



Рисунок П1 - Приводы вертикальные: 1 - электродвигатель, 2 - редуктор (рис. а - типоразмер МРВ 02, рис. б - типоразмер МРВ 04, рис. в - типоразмер МП01-05, рис. г - типоразмер МП01-10), 3 - стойка вертикальная (рис. а - масса стойки 56кг, рис. б - масса стойки 68кг, рис. в - масса стойки 75кг, рис. г - масса стойки 86кг) в комплекте со стойкой поставляются: 4 - муфта продольно - разъемная по диаметру выходного вала привода, 5 - подшипниковый узел, 6 - уплотнение сальниковое.

Приложение Р

Лапы опорные подвесных аппаратов



Таблица Р1 - Лапы опорные подвесных аппаратов по ГОСТ 26296-84 (Основные размеры)

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Нагрузка  на лапу, Н | L | S | f | H | a | b | с | dболт | Масса  лапы, кг | Нлист | Sлист |
| мм | | | | | | | | мм | |
| 6300 | 60 | 60 | 50 | 95 | 25 | 4 | 10 | 16 | 0,4 | 135 | 80 |
| 10000 | 80 | 80 | 65 | 125 | 30 | 4 | 15 | 24 | 0,7 | 175 | 105 |
| 16000 | 100 | 105 | 85 | 170 | 35 | 5 | 20 | 24 | 1,5 | 235 | 140 |
| 25000 | 145 | 155 | 130 | 245 | 45 | 6 | 25 | 24 | 3,8 | 355 | 210 |
| 40000 | 195 | 210 | 180 | 360 | 55 | 8 | 25 | 35 | 9,2 | 505 | 300 |
| 63000 | 240 | 240 | 215 | 430 | 65 | 8 | 25 | 35 | 13,5 | 600 | 360 |
| 100000 | 250 | 270 | 240 | 460 | 70 | 10 | 30 | 42 | 18 | 650 | 390 |