



Shanghai Shenan Medical Instrument

**КАМЕРА СТЕРИЛИЗАЦИОННАЯ
СТЕРИЛИЗАТОРА ПАРОВОГО ГК-100-3**

**ПАСПОРТ СОСУДА,
РАБОТАЮЩЕГО ПОД ДАВЛЕНИЕМ**

ЦТ129М.00.000_12 ПС1

При передаче сосуда другому владельцу вместе с сосудом передается паспорт

УДОСТОВЕРЕНИЕ

о качестве изготовления сосуда

Камера стерилизационная стерилизатора парового ГК-100-3 заводской № _____
(наименование сосуда)

Изготовлена для АО «ТЗМОИ»

Завод-изготовитель: Shanghai Shenan Medical Instrument

Адрес завода-изготовителя: And Static Road, Anting Town, Shanghai, No. 2000

Дата изготовления _____

1 Техническая характеристика и параметры

Наименование частей сосуда		Камера стерилизационная
Рабочее давление, МПа (кгс/см ²)		0,22 (2,2)
Расчетное давление, МПа (кгс/см ²)		0,25 (2,5)
Пробное давление испытания, МПа (кгс/см ²)	гидравлического	0,35 (3,5)
	пневматического	-
Рабочая температура среды, °С		134
Расчетная температура стенки, °С		150
Наименование рабочей среды		пар
Характеристика рабочей среды	Класс опасности	нет
	Взрывоопасность	нет
	Пожароопасность	нет
Прибавка для компенсации коррозии (эрозии). мм		1
Вместимость, м ³		0,108
Масса пустого сосуда*1, кг		-
Максимальная масса заливаемой среды*1, кг		-
Расчетный срок службы сосуда, лет		10

*1. Для сосудов со сжиженными газами

Камера стерилизационная представляет собой сосуд круглой формы с дверью.

Внутренние размеры камеры: длина (глубина) обечайки 762 мм, внутренний диаметр 400 мм.

Полный объем камеры (вместимость) составляет 108 литров.

На различных этапах работы стерилизатора в камере возникают знакопеременные нагрузки от -0,95 до + 2,2 кгс/см². Давление в камере создается подачей водяного насыщенного пара из парогенератора. Рабочее давление пара в камере 2,2 кгс/см².

Уплотнение камеры происходит за счёт винтового прижима уплотнительной прокладки из силиконовой резины герметичной дверью.

В соответствии с Федеральными нормами и правилами в области промышленной безопасности «Правила промышленной безопасности опасных производственных объектов, на которых используется оборудование, работающее под избыточным давлением» от 25 марта 2014 года N 116 п.215 камера ГК-100-3 не подлежит регистрации в органах Госгортехнадзора, т.к. относится к сосудам, работающим со средой 2-й группы (согласно ТР ТС 032/2013), у которых произведение давления (МПа) на вместимость (м^3) не превышает 1,0.

3 Данные о патрубках, фланцах, крышках и крепежных изделиях

Наименование	Количество, шт.	Размеры, мм	Материал	
			Наименование, марка металла	ГОСТ
Патрубок	1	Присоединительная резьба G1/8	Сталь S30408 (Аналог стали 08X18H10)	GB
Патрубок	3	Присоединительная резьба G1/2	Сталь S30408 (Аналог стали 08X18H10)	GB
Патрубок	1	Присоединительная резьба G1	Сталь S30408 (Аналог стали 08X18H10)	GB

4 Основная арматура, контрольно – измерительные приборы и приборы безопасности

№ п.п.	Наименование	Кол., шт.	Место установки	Условный проход, мм	Условное давление, Мпа (кгс/см ²)	Материал корпуса	
						Марка	ГОСТ
1	Мановакуумметр	1	Камера стерилизационная	3	Предел измерений от минус 0,1 (1) до + 0,5 (+5)	Латунь	-
2	Электроконтактный Манометр	1	Парогенератор	3	Предел измерений от 0 до + 0,4 (+ 4)	Латунь	-
3	Клапан предохранительный	1	Парогенератор	12	0,3 (3,0)	Латунь	-
4	Кран G1/2»	2	Трубопроводы	15	2,5		-
5	Клапан электромагнитный	3	Трубопроводы	3 12	0,3 (3,0)	Латунь	-
6	Водоуказательная колонка	1		9	0,22 (2,2)	Фторопласт	

5 ДАННЫЕ ОБ ОСНОВНЫХ МАТЕРИАЛАХ, ПРИМЕНЯЕМЫХ ПРИ ИЗГОТОВЛЕНИИ СОСУДА

Наименование элемента	Материал				Данные механических испытаний по сертификату или протоколу испытаний							Дополнительные данные (ультразвуковой контроль, испытания на твердость)	Химический состав по сертификату или протоколу заводских испытаний												
	Марка	Стандарт (ТУ)	Номер плавки (партии)	Номер и дата сертификата (протокола)	При T = 20° C					При T < 0° C			C	Mn	Si	Cr	Ni	Mo	Cu	Ti	V	S	P		
					Предел текучести Re, МПа (кгс/см ²)	Временное сопротивление, МПа	Относительное удлинение А5, %	Относительное сужение ψ, %	Ударная вязкость		Ударная вязкость, Дж/см ² кгс м													Температура, ° C	Тип образца
									До старения, Дж/см ² (гс/см ²)	После старения Дж/см ² (гс/см ²)															
Крышка	Днище	Обечайка																					Прочие элементы		

Примечания:

1 В графе «Материал» указываются марка материала, номер стандарта (ТУ) на химический состав и технические требования, номер плавки (партии) из сертификата на материал, номер и дата сертификата изготовителя металлопродукции или протокола или, в случае отсутствия сертификата, номер протокола заводских испытаний изготовителя продукции.

2 В остальных графах указываются данные из сертификата изготовителя металлопродукции, а в случае отсутствия сертификатов – данные из протоколов заводских испытаний изготовителя сосуда.

6 Данные о гидравлическом (пневматических) испытаниях

Сосуд - Камера стерилизационная стерилизатора ГК-100-3, зав. № _____ успешно прошел следующие испытания

Вид и условия испытаний		Испытываемая часть сосуда – камера в сборе с крышкой			
Гидравлическое испытание	Пробное давление, МПа (кгс/см ²)	0,35 (3,5)	–	–	–
	Испытательная среда	Вода	–	–	–
	Температура испытательной среды, °С	15	–	–	–
	Продолжительность выдержки, мин.	30	–	–	–
Пневматическое испытание	Пробное давление, МПа (кгс/см ²)	–	–	–	–
	Продолжительность выдержки, ч (мин.)	–	–	–	–
Положение сосуда при испытании		горизонтальное	-	-	-

Протокол гидравлических испытаний № _____ от _____
(Pressure Test Report)

7 ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Сосуд изготовлен в полном соответствии с техническим регламентом Таможенного союза "О безопасности оборудования, работающего под избыточным давлением" (ТР ТС 032/2013) и техническими условиями ТУ 9451-159-12517820-2009 «Стерилизаторы паровые ВК-30-01, ГК-100-3».

Сосуд подвергнут наружному и внутреннему осмотру и гидравлическому испытанию пробным давлением согласно разделу 6 настоящего паспорта.

Сосуд признан годным для работы с указанными в настоящем паспорте параметрами.

Паспорт оформлен (дата),
скреплён печатью завода-изготовителя сосуда

Сведения о местонахождении сосуда

Наименование предприятия-владельца	Местонахождение сосуда	Дата установки

Лицо, ответственное за исправное состояние и за безопасное действие сосуда

№ и дата приказа о назначении	Должность, фамилия, имя, отчество	Подпись

Сведения об установленной арматуре

Дата установки	Наименование	Количество	Условный проход, мм	Условное давление, МПа (кгс/см ²)	Материал	Место установки	Подпись ответственного лица

Сведения о замене и ремонте основных элементов сосуда, работающих под давлением ¹

Дата	Сведения о замене и ремонте	Подпись ответственного лица

¹ Документы, подтверждающие качество вновь устанавливаемых (взамен изношенных) элементов сосуда, применяемых при ремонте материалов, а также сварки (пайки) должны храниться в специальной папке.

Сведения о замене и ремонте основных элементов сосуда, работающих под давлением

Дата	Сведения о замене и ремонте	Подпись ответственного лица

Сведения о замене и ремонте основных элементов сосуда, работающих под давлением

Дата	Сведения о замене и ремонте	Подпись ответственного лица

Запись результатов освидетельствования

Дата освидетельствования	Результаты освидетельствования	Разрешенное давление, МПа (кгс/см ²)	Срок следующего освидетельствования

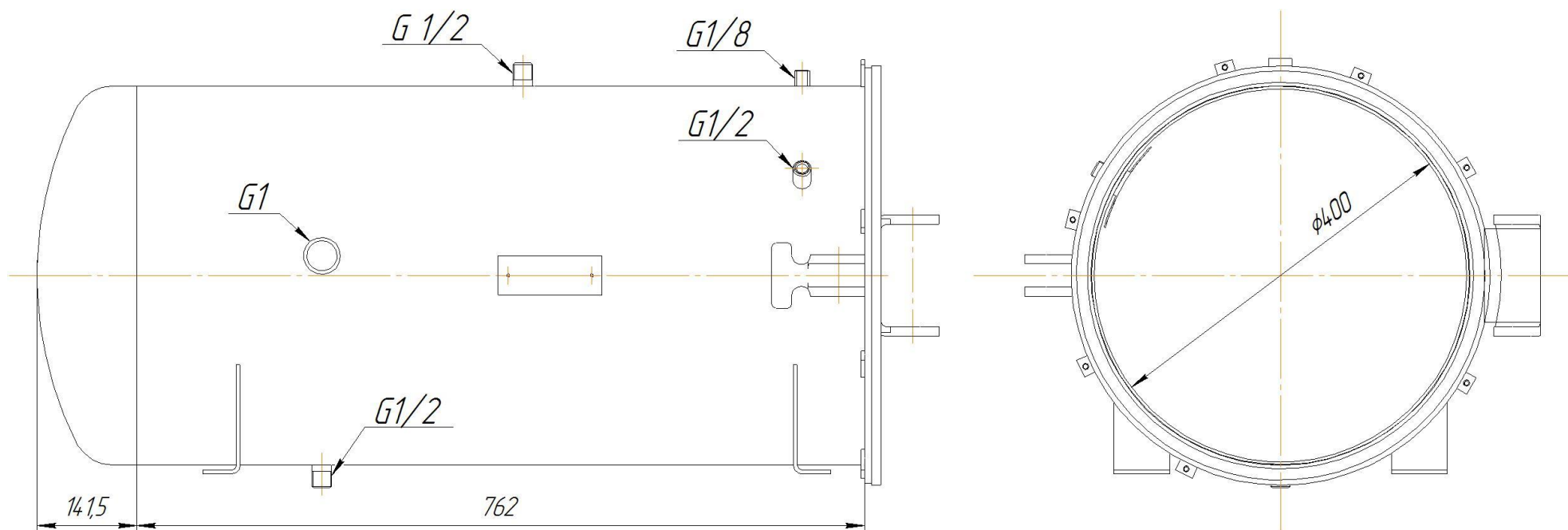
Запись результатов освидетельствования

Дата освидетельствования	Результаты освидетельствования	Разрешенное давление, МПа (кгс/см ²)	Срок следующего освидетельствования

Запись результатов освидетельствования

Дата освидетельствования	Результаты освидетельствования	Разрешенное давление, МПа (кгс/см ²)	Срок следующего освидетельствования

Общий вид камеры стерилизационной стерилизатора парового ГК-100-3



Расчет на прочность сосуда, работающего под давлением.

**Камера стерилизационная
стерилизатора парового ГК-100-3**

1 РАСЧЕТ НА ПРОЧНОСТЬ ОСНОВНЫХ ДЕТАЛЕЙ СТЕРИЛИЗАЦИОННОЙ КАМЕРЫ

1.1 Обечайка стерилизационной камеры

Материал обечайки сталь S30408 (Аналог стали 08X18H10)

Расчетное давление $P_p = 2,5$ кгс/см²

Внутренний диаметр обечайки $D = 400$ мм

Допускаемое напряжение при температуре 150°C $[\sigma] = 1480$ кгс/см²

1.1.1 Обечайка, нагруженная внутренним избыточным давлением.

Толщина стенки обечайки:

$$s_p = \frac{pD}{2[\sigma]\varphi_p - p} \quad (1)$$

φ - минимальный коэффициент прочности продольного сварного шва, выбираемый по справочнику (1, стр.71).

Для стыкового соединения $\varphi = 0,9$.

$$s_p = 2,5 \cdot 40 / (2 \cdot 0,9 \cdot 1480 - 2,5) = 0,037 \text{ см}$$

Прибавка к расчетной толщине C определяется по формуле:

$$C = C_1 + C_2 + C_3, \quad (2)$$

где C_1 – прибавка для компенсации коррозии, эрозии;

C_2 – прибавка для компенсации минусового допуска на толщину листа (не используется), $C_2 = 0$;

C_3 – технологическая прибавка, $C_3 = 0$ мм;

Учитывая скорость коррозии 0,1 мм/год, за 10 лет, $C_1 = 1$ мм,

$$C = 1 + 0 + 0 = 1 \text{ мм}$$

$$S = 0,37 + 1 = 1,37 \text{ мм}$$

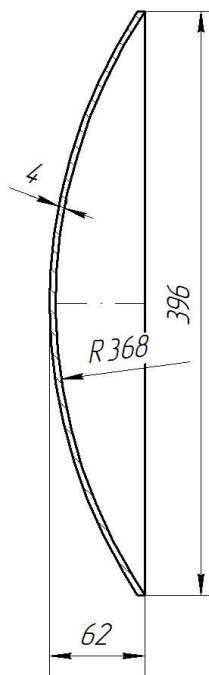
Принимаем толщину обечайки 3 мм из конструктивных соображений.

1.1.2 Допускаемое внутреннее избыточное давление:

$$[p] = \frac{2[\sigma]\varphi_p(s - c)}{D + (s - c)} \quad (3)$$

$$[p] = 2 \cdot 1480 \cdot 0,9 \cdot (0,3 - 0,122) / (40 + (0,3 - 0,122)) \approx 11,8 \text{ кгс/см}^2$$

1.2 Расчёт крышки



Материал сталь S30408 (Аналог стали 08Х18Н10)

Расчетное давление $P_r = 2,5 \text{ кгс/см}^2$

Внутренний диаметр крышки $D = 368 \text{ мм}$

Наружный диаметр крышки $D_1 = 396 \text{ мм}$

Толщина стенки крышки $s_1 = 4 \text{ мм}$

Допускаемое напряжение $[\sigma] = 1480 \text{ кгс/см}^2$

крышка, нагруженная внутренним избыточным давлением.

Толщина стенки в краевой зоне крышки:

$$S_1 \geq S_{1p} + C \quad (4)$$

$$s_{1p} = \frac{p D_1 \cdot \beta_1}{2 \varphi [\sigma]} \quad (5)$$

$\varphi = 1$ для днища изготовленного из цельной заготовки (по справочнику 1);
 $\beta_1 = 2,2$ (для днища типа А, черт 14, ГОСТ 12249)

$$S_{1p} = 2,5 \cdot 39,6 \cdot 2,2 / 2 \cdot 1 \cdot 1680 = 0,060 \text{ см}$$

Прибавка к расчетной толщине C определяется по формуле:

$$C = C_1 + C_2 + C_3, \quad (6)$$

где C_1 – прибавка для компенсации коррозии, эрозии;

C_2 – прибавка для компенсации минусового допуска на толщину листа

(не используется), $C_2=0$;

C_3 – технологическая прибавка, $C_3=0$ мм;

Учитывая скорость коррозии 0,1 мм/год, за 10 лет, $C_1 = 1$ мм,

$$C = 1+0+0 = 1 \text{ мм}$$
$$S_1 = 0,60+1 = 1,6 \text{ мм}$$

Принимаем толщину крышки $S_1 = 4$ мм из конструктивных соображений.

1.3.2 Допускаемое внутреннее избыточное давление:

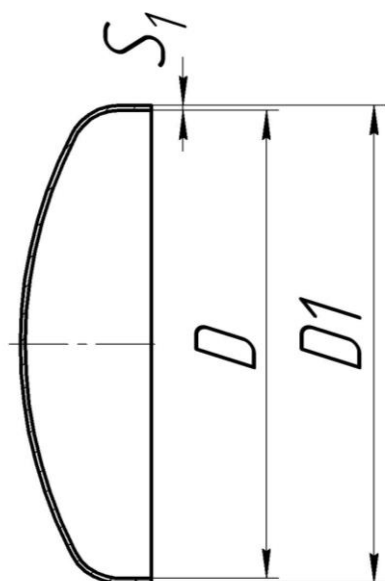
$$[p] = \frac{2(s_1 - c)\varphi[\sigma]}{D_1\beta_2} \quad (7)$$

$\varphi = 1$ для днища изготовленного из цельной заготовки (по справочнику 1);
 $\beta_2 = 2,1$ (для днища типа А, черт 15, ГОСТ 12249)

$$[p] = 2 \cdot 1480 \cdot 1(0,4-0,1)/39,6 \cdot 2,1 \approx 10,8 \text{ кгс/см}^2$$

1.3 Расчёт днища

Торосферическое днище стерилизационной камеры



Материал днища сталь S30408 (Аналог стали 08X18H10)

Расчетное давление $P_r = 2,5$ кгс/см²

Внутренний диаметр днища $D = 400$ мм

Наружный диаметр днища $D_1 = 406$ мм

Толщина стенки днища $s_1=3$ мм

Допускаемое напряжение $[\sigma] = 1480$ кгс/см²

1.2.1 Днище, нагруженное внутренним избыточным давлением.

Толщина стенки в краевой зоне днища:

$$S_1 \geq S_{1p} + C \quad (8)$$

$$s_{1p} = \frac{pD_1 \cdot \beta_1}{2\varphi[\sigma]} \quad (9)$$

$\varphi = 1$ для днища изготовленного из цельной заготовки (по справочнику 1);
 $\beta_1 = 2,2$ (для днища типа А, черт 14, ГОСТ 12249)

$$S_{1p} = 2,5 \cdot 40,5 \cdot 2,2 / 2 \cdot 1 \cdot 1680 = 0,066 \text{ см}$$

Прибавка к расчетной толщине С определяется по формуле:

$$C = C_1 + C_2 + C_3, \quad (10)$$

где С1 – прибавка для компенсации коррозии, эрозии;

С2 – прибавка для компенсации минусового допуска на толщину листа
(не используется), С2=0;

С3 – технологическая прибавка, С3=0 мм;

Учитывая скорость коррозии 0,1 мм/год, за 10 лет, С1 = 1 мм,

$$C = 1 + 0 + 0 = 1 \text{ мм}$$

$$S_1 = 0,66 + 1 \approx 1,6 \text{ мм}$$

Принимаем толщину днища $S_1 = 3$ мм из конструктивных соображений.

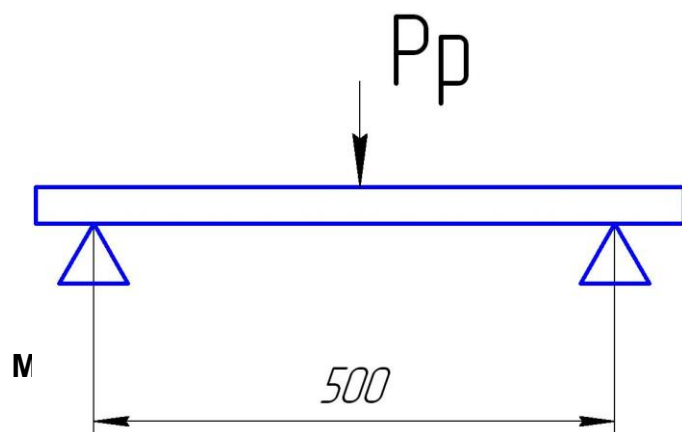
1.2.2 Допускаемое внутреннее избыточное давление:

$$[p] = \frac{2(s_1 - c)\varphi[\sigma]}{D_1\beta_2} \quad (11)$$

$\varphi = 1$ для днища изготовленного из цельной заготовки (по справочнику 1);
 $\beta_2 = 2,1$ (для днища типа А, черт 15, ГОСТ 12249)

$$[p] = 2 \cdot 1480 \cdot 1 \cdot (0,3 - 0,13) / 40,6 \cdot 2,1 \approx 5,9 \text{ кгс/см}^2$$

1.4 Расчёт траверсы



(12)

Где

$$P_c = 3578 \text{ кгс};$$

$$P_n = 402 \text{ кгс};$$

$$P_b = 3980 \text{ кгс};$$

$$L = 50 \text{ см.}$$

$$M_{\text{изг.}} = 3980 \cdot 50 / 4 = 49750 \text{ кгс/см}^2$$

$$\sigma_{\text{изг.}} = M_{\text{изг.}} / W_y = 49750 / 45,16 = 1102 \text{ кгс/см}^2$$

$$\sigma_{\text{доп.}} = 1450 \text{ кгс/см}^2$$

$\sigma_{\text{изг.}}$ меньше $\sigma_{\text{доп.}}$ - условие прочности выполняется.

1.5 Расчёт винта прижима и гайки

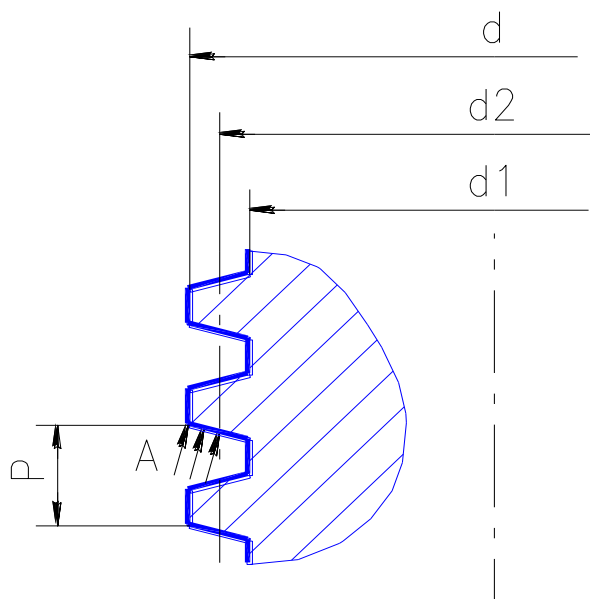


Схема винта прижима

1.5.1 Проверка диаметра винта соответствию условию прочности

Материал - аналог сталь 35 ГОСТ 1050;
Предел прочности $[\sigma_p] = 1250 \text{ кгс/см}^2$;
Внутренний диаметр резьбы $d_1 = 2,25 \text{ см}$;
Средний диаметр резьбы $d_2 = 2,55 \text{ см}$;
Наружный диаметр резьбы $d = 2,8 \text{ см}$;
Шаг резьбы $p = 0,5 \text{ см}$;
Высота витков $h = 0,275 \text{ см}$;
Число заходов резьбы $z = 1$;
Допускаемое напряжение на смятие $[\sigma_{см}] = 1900 \text{ кгс/см}^2$

Винт прижима работает на растяжение. Напряжение при растяжении:

$$[\sigma_p]_{\text{расчетное}} = P_6/2 F \quad (13)$$

где $P_6 = P_p/2 = 3980/2 = 1990 \text{ кгс}$
 F – площадь поперечного сечения винта по внутреннему диаметру, см^2
 $F = \pi \cdot r^2/2 = 3,14 \cdot (2,25/2)^2/2 = 1,987 \text{ см}^2$
Площадь поперечного сечения винта, исходя из условия прочности:

$$[\sigma_p]_{\text{расчетное}} = 3980/2 \cdot 1,987 = 1001 \text{ кгс/см}^2$$

$$[\sigma_p]_{\text{расчетное}} < [\sigma_p]$$

$$1001 < 1250$$

Условие прочности выполнено

Винт прижима отвечает условиям прочности на растяжение

1.5.2 Проверка прочности витков резьбы на срез

Условие прочности на срез (для винта):

$$\tau_{ср} = \frac{Q_{\Sigma}}{z \cdot k_n \cdot s \cdot \pi \cdot d_1} \leq [\tau_{ср}] \quad (14)$$

где $\tau_{ср}$ – напряжение среза винта, кгс/см^2 ;
 Q_{Σ} - суммарное осевое усилие, воспринимаемое резьбой и определяемое в зависимости от вида нагружения резьбового соединения и равная $P_6/2$, кгс/см^2 ;
 d_1 – внутренний диаметр резьбы винта 2,25 см;
 k_n – коэффициент полноты резьбы, для трапецеидальной резьбы 0,65;
 H – высота гайки (длина свинчивания), равная 3,95 см;
 z - число рабочих витков резьбы, 7,9;
 $[\tau_{ср}]_в$ – допускаемое напряжение на срез для винта, 750 кгс/см^2 ;
 $[\tau_{ср}]_г$ – допускаемое напряжение на срез для гайки, 650 кгс/см^2
 $[\sigma_p]$ – напряжение при растяжении 1150 кгс/см^2

$$\tau_{срв} = \frac{3980/2}{7,9 \cdot 0,65 \cdot 0,5 \cdot 3,14 \cdot 2,25} \approx 110 \text{ кгс/см}^2 < 750 \text{ кгс/см}^2$$

Условие прочности винта выполняется.

$$\tau_{срз} = \frac{3980/2}{7,9 \cdot 0,65 \cdot 0,5 \cdot 3,14 \cdot 2,25} \approx 110 \text{ кгс/см}^2 < 650 \text{ кгс/см}^2$$

Условие прочности гайки выполняется.

Рассчитаем высоту гайки

$$H = d_1^2 \cdot [\sigma_p] / 4 \cdot k_n [\tau_{ср}] = 2,25^2 \cdot 1150 / 4 \cdot 0,65 \cdot 650 = 3,44 \text{ см} \quad (15)$$

Высота гайки изготавливается 5,5 см отвечает требованиям прочности.

1.5.3 Расчет резьбы винта по напряжениям смятия на винтовой поверхности

Условие прочности резьбы по напряжениям смятия:

$$\sigma_{см} = Q_{\Sigma} / z \cdot \pi \cdot d_2 \cdot h \leq [\sigma_{см}] \quad (16)$$

где

Q_{Σ} – суммарное осевое усилие, воспринимаемое резьбой и определяемое в зависимости от вида нагружения резьбового соединения и равная $P_{62}/2$, кгс/см²;

$z = 7,9$ – число рабочих витков резьбы;

d_2 – средний диаметр резьбы, см;

h – высота витка резьбы, см

$$\sigma_{см} = \frac{3980/2}{7,9 \cdot 3,14 \cdot 2,55 \cdot 0,275} \approx 114 \text{ кгс/см}^2$$

$$114 < 1750$$

Условие прочности гайки выполняется.

Вывод: Камера стерилизационная ЦТ129М.15.000 стерилизатора парового ГК-100-3 отвечает требованиям прочности.

2 РАСЧЁТ ПРОПУСКНОЙ СПОСОБНОСТИ ПРЕДОХРАНИТЕЛЬНОГО КЛАПАНА

Пропускная способность клапана для водяного пара:

$$G = B1 \cdot B2 \cdot \alpha_1 \cdot F \cdot (P1+1), \quad (\text{ см. ГОСТ 12.2.085-2002 Приложение A2}) \quad (17)$$

Где, $B1 = 0.515$ - коэффициент, учитывающий физико-химические свойства водяного пара при рабочих параметрах перед предохранительным клапаном (для насыщенного пара при $P1 + 1 \approx 3,4$),

$B2$ – коэффициент, учитывающий соотношение давлений перед и за предохранительным клапаном. Т. к. давление за предохранительным клапаном равно 0, принимаем $B2 = 1$,

α_1 – коэффициент расхода для газообразных сред, принимается $\alpha_1 = 0,5$

F – площадь сечения клапана, равная наименьшей площади сечения в прочной части, мм²

$$F = \pi \cdot d^2 / 4 = 3,14 \cdot 12^2 / 4 = 113 \text{ (мм}^2\text{)}; \quad (18)$$

P_1 – максимальное избыточное давление перед предохранительным клапаном, кгс/см²

$$G = 0,515 \cdot 1 \cdot 0,5 \cdot 314 \cdot 3,4 = 98,9 \text{ кг/час}$$

Максимальная возможность парообразования нагревательных элементов парогенератора стерилизатора ГК-100-3:

$$G_1 = Q / i, \quad (19)$$

Q – количество тепла, выделяемое нагревательными элементами при общей мощности 9,0 кВт:

i – теплосодержание одного килограмма пара при $P = 2,5$ кгс/см²

$$i = 648,8 \text{ ккал/кг}$$

$$G_1 = 0,24 \cdot N \cdot t / (i \cdot 1000) \quad (20)$$

$$G_1 = 0,24 \cdot 9000 \cdot 3600 / 648,8 \cdot 1000 \approx 12 \text{ кг/ч}$$

Вывод пропускная способность предохранительного клапана достаточна для безопасного сброса пара из парогенератора

3 РАСЧЁТ ПРОБНОГО ДАВЛЕНИЯ

Гидравлическое испытание сосудов, в соответствии с п.172 ФНП «Правила промышленной безопасности опасных производственных объектов, на которых используется оборудование, работающее под избыточным давлением» должно проводиться пробным давлением, определяемым по формуле:

$$P_{пр} = 1,25 P \frac{[\sigma]_{20}}{[\sigma]_t} \quad (21)$$

где P - расчетное давление сосуда, МПа (кгс/см²);

$[\sigma]_{20}$, $[\sigma]_t$ - допускаемые напряжения для материала сосуда или его элементов соответственно при 20 °С и расчетной температуре, МПа (кгс/см²).

Пробное давление камеры:

$$P_{пр} = 1,25 * P_{рас} * \frac{[\sigma]_{20}}{[\sigma]_{150}} = 1,25 * 2,5 * \frac{1680}{1480} = 3,5 \text{ (кгс/см}^2\text{)},$$

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- 1 Сосуды и аппараты. Нормы и методы расчета на прочность. ГОСТ 14249-89.
- 2 Лащинский А.А, Толчинский А.Р. «Основы конструирования и расчета химической аппаратуры». Справочник; издательство «Машиностроение», 1970 г.
- 3 Иванов М.Н. «Детали машин». Издательство «Высшая школа», Москва, 1964 г.
- 4 Анурьев В.И. Справочник конструктора - машиностроителя. Издательство «Машиностроение», Москва, 2001 г.