


# АО "ВНИИНЕФТЕМАШ"

УТВЕРЖДАЮ

Технический директор  
ОАО «ВНИИНЕФТЕМАШ»

 В.Л. Головачев

«\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2016 г.

ОАО «Славнефть-ЯНОС»

Установка ВТ-3. Цех №1

Пучок трубный охладителя выпара  
**поз. X-305**

X-305-2363.00.00.000 ПЗ

Пояснительная записка

Име. № подл.	Подпись и дата
Взам. инв. №	Име. № дубл.
Подпись и дата	Подпись и дата

РАЗРАБОТАНО

Зам. зав. научно-исследовательского  
и конструкторского отдела  
теплообменной аппаратуры  
АО «ВНИИНЕФТЕМАШ»

 А.П. Дундуков

«\_\_\_» \_\_\_\_\_ 2016 г.

2016 г.

1. ВВЕДЕНИЕ

1.1.ТЕХНИЧЕСКИЙ ПРОЕКТ ВЫПОЛНЕН НА ОСНОВАНИИ П ОПРОСНОГО ЛИСТА НА ОХЛАДИТЕЛЬ ВЫПАРА Х-305 ОАО «СЛАВНЕФТЬ-ЯНОС».

2. НАЗНАЧЕНИЕ И ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ


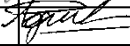

2.1. ТРУБНЫЙ ПУЧОК ПРЕДНАЗНАЧЕН ДЛЯ ЗАМЕНЫ ОТРАБОТАВШЕГО СРОК СЛУЖБЫ ТРУБНОГО ПУЧКА ОХЛАДИТЕЛЬ ВЫПАРА Х-305 УСТАНОВКИ ВТ-3 ЦЕХ №1.

3. ОПИСАНИЕ КОНСТРУКЦИИ

3.1. ПО КОНСТРУКЦИИ ПУЧОК ПРЕДСТАВЛЯЕТ СОБОЙ СБОРОЧНУЮ ЕДИНИЦУ, СОСТОЯЩУЮ ИЗ ТЕПЛООБМЕННЫХ ТРУБ, ТРУБНОЙ РЕШЕТКИ, ПОПЕРЕЧНЫХ ПЕРЕГОРОДОК, ОТБОЙНИКА, РАСПОРНЫХ ТРУБ И СТЯЖЕК.

4. РАСЧЕТ НА ПРОЧНОСТЬ

4.1. РАСЧЕТ ВЫПОЛНЕН В СООТВЕТСТВИИ С ГОСТ Р 52857.7-2007 “СОСУДЫ И АППАРАТЫ. НОРМЫ И МЕТОДЫ РАСЧЕТА НА ПРОЧНОСТЬ. ТЕПЛООБМЕННЫЕ АППАРАТЫ”.

Подпись и дата		Име. № дубл.		Взам. инв. №		Подпись и дата			
Име. № подл.	1	Изм.	X-305-2363.01	Ишалбаева	07.16	X-305-2363.00.00.000 ПЗ			
	Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата				
	Разраб.	Матюшина		07.16.	ПУЧОК ТРУБНЫЙ ОХЛАДИТЕЛЯ ВЫПАРА ПОЗ. Х-305 ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА	Лит.	Лист	Листов	
	Проверил	Родионов		07.16.		T		2	5
	Н. контр.	Капацкая		07.16.		АО “ВНИИНЕФТЕМАШ”			
Утвердил									

## 4.2 Расчет трубных решеток

Расчёт на прочность по ГОСТ Р 52857.7–2007

Расчёт выполнен с помощью пакета прикладных программ расчёта на прочность элементов сосудов, аппаратов и трубопроводов PVP Design (Свидетельство о государственной регистрации 2008614973)

Элементы кожухотрубчатого теплообменного аппарата с U-образными трубами

Режим: Рабочий

Аппарат с перегородками по межтрубному пространству

Аппарат с перегородками по трубному пространству

Стальные решетки с трубами из цветных металлов

Недопустим остаточный прогиб решетки

### Исходные данные

Материал труб

ЛАМш-77-2-0,05

Материал решеток

Сталь20, Лист

Материал перегородок по трубному пространству

09Г2С, Лист

Расчётная температура труб

$T_T$  104 °C

Расчётная температура решетки

$T_p$  104 °C

Максимально возможный перепад давлений, действующих на решетку

$P_r$  0.4 МПа

Допускаемое напряжение для материала решетки при температуре  $T_p$

$[\sigma]_p$  141.5 МПа

Количество труб в пучке

$i_T$  48

Половина длины трубы

$l$  492.5 мм

Толщина стенки трубы

$S_T$  1.5 мм

Расстояние от оси кожуха до оси наиболее удаленной трубы

$a_1$  137 мм

Толщина трубной решетки

$S_p$  19 мм

Прибавка к толщине трубной решетки для компенсации коррозии и эрозии

$Cp1$  6 мм

Прибавка к толщине трубной решетки для компенсации минусового допуска

$Cp2$  0.8 мм

Прибавка технологическая к толщине трубной решетки

$Cp3$  0 мм

Расчётная прибавка к толщине трубной решетки

$C$  6.8 мм

Диаметр отверстий под трубы в решетке

$d_o$  16.15 мм

Шаг расположения отверстий под трубы в решетке

$t_p$  26 мм

Диаметр окружности, вписанной в максимальную беструбную площадь

$D_e$  88 мм

Средний диаметр прокладки

$D_{cp}$  347.5 мм

Диаметр утолщенной части решетки

$D_B$  298 мм

Толщина решетки в месте уплотнения под кольцевую прокладку

$S_{np}$  12 мм

Расчётная температура перегородок в трубном пространстве

$T_n$  80 °C

Перепад давлений между ходами по трубному пространству

$\Delta P$  0.05 МПа

Ширина паза под прокладку под перегородку в трубном пространстве

$b_n$  12 мм

Расстояние между осями рядов отверстий с двух сторон от паза

$t_n$  52 мм

Ширина перегородки в трубном пространстве

$b_{пер}$  312 мм

Длина перегородки в трубном пространстве

$L_{пер}$  300 мм

Допускаемое напряжение для материала перегородки при температуре  $T_n$

$[\sigma]_n$  181.5 МПа

Толщина перегородки в трубном пространстве

$S_n$  8 мм

Прибавка к толщине перегородки в трубном пространстве для компенсации коррозии и эрозии

$Cn1$  2 мм

Прибавка к толщине перегородки в трубном пространстве для компенсации минусового допуска

$Cn2$  0.8 мм

Прибавка технологическая к толщине перегородки в трубном пространстве

$Cn3$  0 мм

Расчётная прибавка к толщине перегородки в трубном пространстве

$C_n$  2.8 мм

### Результаты расчёта

Име. № дубл.	Име. № дубл.	Взам. име. №	Подпись и дата	Име. № подл.	Подпись и дата	Име. № подл.
1	Изм.	Х-305-2363.01	Ишалбаева	07.16		
Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата		

Х-305-2363.00.00.000 ПЗ

Лист  
3

Необходимая толщина решетки в зоне перфорации:

$$S_p = 0.82a_1 \sqrt{\frac{P_R}{\varphi_E [\sigma]_p}} \times \left[ \begin{aligned} &1; \\ &\sqrt{\frac{2a_1 + 1.5 \frac{D_{cn}}{a_1} (D_{cn} - 2a_1)}{D_{cn} - 2a_1 (1 - \varphi_E)}} \varphi_E + \\ &+ \frac{P_R}{\varphi_E [\sigma]_p} \end{aligned} \right] + C = 17.39 \text{ мм}$$

где:

Эффективный коэффициент ослабления:

$$\varphi_E = 1 - \frac{d_E}{t} = 0.3788$$

$$d_E = d_o = 16.15 \text{ мм}$$

Необходимая толщина решетки из условия прочности беструбной зоны:

$$S_p \geq 0.5 D_E \sqrt{\frac{P_R}{[\sigma]_p}} + C = 9.139 \text{ мм}$$

Необходимая толщина решетки в сечении канавки под перегородку:

$$S_n \geq S_p^p \max \left\{ \left[ 1 - \sqrt{\frac{d_0}{b_n} \left( \frac{t_n}{t_p} - 1 \right)} \right]; \sqrt{\varphi_E} \right\} + C = 13.32 \text{ мм}$$

Необходимая толщина решетки в месте уплотнения под кольцевую прокладку:

$$S_{pn} \geq \max \left\{ \begin{aligned} &0.71 \sqrt{\frac{P_R D_{cn}}{[\sigma]_p} (D_{cn} - D_E)}; \\ &0.5 D_{cn} \frac{P_R}{[\sigma]_p} \end{aligned} \right\} + C = 11.75 \text{ мм}$$

Необходимая толщина перегородки между ходами по трубному пространству:

$$S_{nep} \geq 0.71 b_{nep} \sqrt{\frac{\Delta P \cdot f_n}{[\sigma]_n}} + C_n = 4.881 \text{ мм}$$

где:

$$f_n = \frac{1}{1 + \frac{\delta_{nko}}{\gamma_{nko}} + \left( \frac{\delta_{nko}}{\gamma_{nko}} \right)^2} = 0.3203$$

Условия прочности и устойчивости элементов теплообменного аппарата выполняются

Име. № подл.	Подпись и дата
Взам. инв. №	Име. № дубл.
Подпись и дата	Подпись и дата
Име. № подл.	Име. № дубл.
Взам. инв. №	Име. № дубл.
Подпись и дата	Подпись и дата
Име. № подл.	Име. № дубл.

Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата	Х-305-2363.00.00.000 ПЗ	Лист
						4

5. Лист регистрации изменений

Изм.	Номера листов (страниц)				Всего ли- стов (стра- ниц) в документе	№ документа	Входящий № сопроводительного документа и дата	Подпись	Дата
	Измененных	Замененных	Новых	Изъятых					

Изм. № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. №	Иич. № дубл.	Подпись и дата

Изм.	Лист	№ документа	Подпись	Дата	Х-305-2363.00.00.000 ПЗ	Лист
						5