

УДК 621.472:662.997

## ТЕПЛОЭНЕРГЕТИЧЕСКИЙ РАСЧЕТ ТЕПЛООБМЕННИКА ВЫСОКОПОТЕНЦИАЛЬНОЙ СОЛНЕЧНОЙ УСТАНОВКИ ПАРАБОЛОИДНОГО ТИПА ДЛЯ ТЕРМИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ СЫРОЙ НЕФТИ

РЗАЕВ П.Ф., ГАРИБОВ А.А., МАХМУДОВА Т.А., ХАНМАМЕДОВ Р.Р.

*Институт Радиационных проблем НАН Азербайджана*

Произведен расчет кожухотрубчатого теплообменника жидкостно-жидкостного типа при теплообмене между средами (нефть-вода) периодического действия.

### Содержание

Нефть после её извлечения из пласта содержит значительное количество воды (от следов до 80-85%), хлористых солей (NaCl, MgCl и CaCl) от 350-1400 мг/л и механических примесей. Большинство нефтей Азербайджана не образуют стойких эмульсий (нефть-вода) и легко отслаиваются или отслаиваются незначительным подогревом. Вследствие этого, до 5% добываемой нефти в республике сдаются нефтеперерабатывающим заводам (НПЗ) без специальной обработки. Эти нефти, залегающие в верхних и, зачастую, в средних слоях продуктивной толщи, характеризуются плотностью 0,75-0,85 г/см<sup>3</sup>. Нефти в нижних слоях образуют стойкие эмульсии с плотностью выше 0,90 г/см<sup>3</sup>.

Первичная обработка нефти производится дважды: первый раз на промысле, где она освобождается от основной массы воды и доводится до кондиции (когда в нефти остаётся не более 1,5-2,0% эмульгированной воды) и во второй раз уже на НПЗ.

Остаточная вода в нефти даже в количестве 1,5-2,0%, а иногда и более, представляет собой балласт и её переброска на НПЗ или транспортировка по трубопроводу требуют значительных затрат. Вследствие технологических трудностей подогрев нефти осуществляют в промысловых условиях посредством теплообменных аппаратов.

Для этих целей нами разработана высокопотенциальная 2-х модульная солнечная энергоустановка, позволяющая получать необходимые температуры (до 140<sup>0</sup>С) теплоносителя (рис.1)

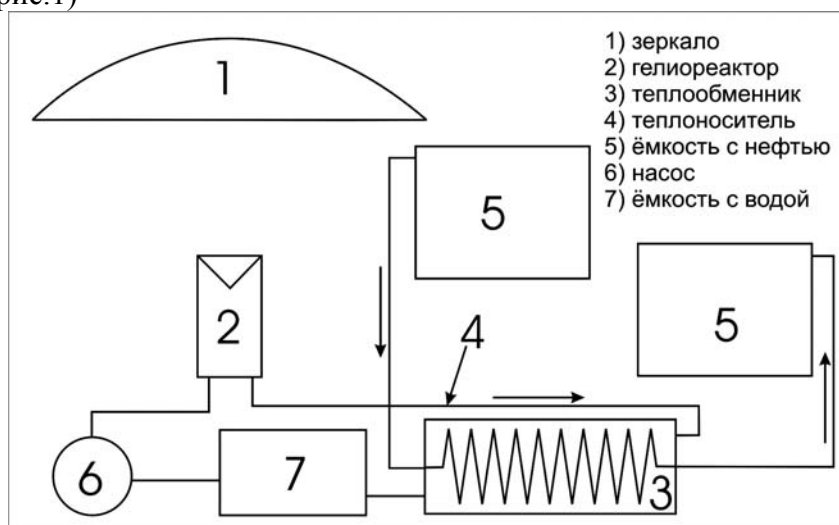


Рис.1 Принципиальная схема гелиоустановки для обработки сырой нефти.

Конкретная задача применения высокопотенциального тепла солнечной радиации для первичной обработки сырой нефти может быть решена при помощи теплообменника, питаемого водяным паром или горячей водой, поступающей из гелиореакторов (2 штуки), установленных в фокальной области 2-х модульной зеркальной установки параболоидного типа.

При этом важнейшими требованиями являются соответствие аппарата выбранному технологическому процессу обработки сырой нефти – это достигается при следующих условиях:

- а) поддержание необходимой температуры процесса;
- б) обеспечение возможности поддержания и регулирования температурного режима;
- в) соответствие рабочих скоростей перемещения нефти и его пребывания в теплообменнике;
- г) выбора материала аппарата в соответствии с химическими свойствами продукта;
- д) соответствие теплообменника давлениям рабочих сред.

Существенными требованиями также являются компактность, малый вес, простота конструкции, удобство монтажа и ремонта.

### Теплоэнергетический расчет

Расчет производим в предположении, что режим установившийся. Солнечная радиация, отраженная от зеркал, равномерно распределяется по телу гелиореактора.

Ниже приведен расчет горизонтального теплообменника для подогрева 5 тонн сырой нефти от  $25^{\circ}\text{C}$  до  $70^{\circ}\text{C}$ , греющий водяной пар из гелиореактора, установленного в фокальной области параболоидной установк , подается под давлением  $P=0,2$  МПа.

Температура конденсации водяного пара

$$T_1=142,9^{\circ}\text{C}, \text{ тогда}$$

$$\Delta t_6=142,9-25=117,9^{\circ}\text{C}$$

$$\Delta t_n=142,9-70=72,9^{\circ}\text{C}$$

Средняя разность температур

$$\Delta t_{cp} = \frac{\Delta t_6 - \Delta t_n}{2,31 \lg(\Delta t_6 / \Delta t_n)} = \frac{117,9 - 72,9}{2,31 \lg(117,9 / 72,9)} = 93,75^{\circ}\text{C}$$

Средняя температура нефти

$$t_2=t_1-\Delta t_{cp}=142,9-93,75=49,15^{\circ}\text{C}$$

$$G_2 = \frac{5 \cdot 10^3}{10 \cdot 3600} = 0,13 \text{ кг} / \text{с}$$

$$V_2 = \frac{G_2}{\rho_2} = \frac{0,13}{500} = 0,00026 \text{ м}^3 / \text{с}$$

где  $\rho_2=500 \text{ кг} / \text{м}^3$ , откуда расход тепла на нагрев нефти

$$Q = G_2 \cdot C_2(t_{2k} - t_{2n}) = 0,13 \cdot 1,3 \cdot 1,9 \cdot 10^3 (70 - 25) = 11,115 \text{ Вт} \approx 11 \text{ кВт}$$

Расход сухого греющего пара с учётом 7% теплопотерь

$$G_1 = \frac{1,07 \cdot Q}{r} = \frac{1,07 \cdot 11,115}{2227 \cdot 10^3} = 0,534 \text{ кг/с}$$

где  $r$  – теплота парообразования

$K_{\min} = 180 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$ , принимается для данных условий, отсюда

$$F_{\max} = \frac{Q}{K_{\min} \cdot \Delta t_{cp}} = \frac{11,115}{180 \cdot 93,75} \approx 0,65 \text{ м}^2$$

Принимаем критерий Рейнольдса для данного случая  $Re=300$ , тогда коэффициенты теплоотдачи и теплопроводности соответственно равны:  $\alpha_1 = 12000 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$ ,  $\lambda = 0,164 \text{ Вт}/(\text{м} \cdot \text{К})$  и критерии Прандтля  $Pr=196,9$ , критерии Нуссельта  $Nu=1,71$  находимая скорость течения нефти [1-3]

$$W_2 = \frac{Re \cdot \mu}{d_2 \cdot \rho} = \frac{300 \cdot 185 \cdot 10^{-4}}{0,015 \cdot 900} = 0,41 \text{ м/с}$$

$$Pr = \frac{1,910^3 \cdot 170 \cdot 10^{-4}}{0,160} = 201,8$$

$$Nu = 0,3 \cdot 201,8^{0,33} = 1,72$$

$$\alpha_2 = \frac{1,72 \cdot 0,160}{\left(\frac{(117 \cdot 10^{-6})^2}{9,81}\right)^{0,33}} = 887,7 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$$

Находим коэффициент теплопередачи

$$K = \frac{1}{\frac{1}{\alpha_1} + \frac{1}{\alpha_2} + r} = \frac{1}{\frac{1}{12000} + \frac{1}{887,7} + 0,004} = 196 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \cdot \text{К})$$

Уточним площадь поверхности теплообменника

$$F = \frac{Q}{k \cdot \Delta t_{cp}} = \frac{11,115}{196 \cdot 93,75} = 0,60 \text{ м}^2$$

Теплообменник подбирается по соответствующему ГОСТ-у [2].

### Заключение

Резюмируя вышеуказанное, можно отметить, что для сырой нефти в количестве 5 тонн необходим источник энергии мощностью  $\approx 10 \text{ кВт}$  и теплообменник площадью  $\approx 0,6 \text{ м}^2$

- 
1. Лащинский А.А., Толчинский А.Р. Основы конструирования и расчет химической аппаратуры. Л. Машиностроение, 1985, 250 с.
  2. Справочник химика. Под редакцией Никольского В.И., т.3. Л. Химия, 1995, 280 с.

3. *Борисов Г.С., Брыков В.П., Дытнерский Ю.И.* Основные процессы и аппараты химической технологии. Л. Химия, 1991, 240 с.

**XAM NEFTİN TERMİKİ EMALİ PROSESİNDƏ PARABOLOİD TIPLİ  
YUKSƏK POTENSİALLI GÜNƏŞ QURĞUSUNUN İSTİLİK  
MÜBADİLƏEDİCİSİNİN İSTİLİK HESABATI**

**RZAYEV P.F., QƏRİBOV A.A., MAXMUDOVA T.A., XANMMƏMƏDOV R.R.**

Maye-maye tipli boru özlüklü istilik mübadiləedicisinin dövrü təsirli mühitlər (neft-su) arasında istilik mübadiləsi zamanı hesabı aparılmışdır. Göstərilmişdir ki, 5 ton xam neft üçün ~ 10 kVt gücündə enerji mənbəyi və 0,6 m<sup>2</sup> sahəli istilik mübadiləedici lazımdır.

**HEAT EXCHANGER'S HEAT-AND-POWER ENGINEERING CALCULATION OF  
HIGH-GRADE HEAT SOLAR STATION OF PARABOLOIDAL TYPE FOR CRUDE  
OIL THERMAL TREATMENT**

**RZAYEV P.F., GARIBOV A.A., MAKHMOUDOVA T.A., KHANMAMMADOV R.R.**

The calculation of shell-and-tube heat exchanger of liquid-liquid type during heat exchange between the periodical acts (oil-water) mediums has been made. It is shown that for crude oil treatment in quantity of 5 tons the source energy capacity should be ≈10 kilowatt and the area of heat exchanger – 0,6 m<sup>2</sup>.