

УДК 536.24: 637.13

Исследование условий теплообмена в плоских каналах большой протяженности при ламинарном режиме течения

А.И. УЛИТЕНКО

Рязанская государственная радиотехническая академия,

В.А. ПУШКИН

Рязанское муниципальное предприятие тепловых сетей,

Э.И. СОКОЛОВСКИЙ, И.Н. РОМАНОВ

Рязанская государственная радиотехническая академия

Results of the investigations of heat transfer in large extent flat channels with laminar mode of liquid flow and boundary conditions maximally approximating the operational conditions of real straight-flow chillers of new milk are considered. The scheme of the experimental installation, design of the models being investigated and the technique of mathematical treatment of the experimental results are described. During generalization of the experimental data a criterion correlation for the calculation and optimization of operational conditions of such devices is obtained. As the experience of designing of the normal series of straight-flow chillers shows, the obtained correlation has a good agreement with test results.

Проектирование высокоэффективных жидкостных теплообменников, предназначенных для быстрого охлаждения парного молока в условиях работы летних ферм [3, 4], в значительной мере осложнено тем, что известные расчетные соотношения являются справедливыми, строго говоря, лишь при граничных условиях первого или второго рода [2], которые для каждой конкретной задачи не выполняются даже приблизительно. Не выполняется и условие постоянства теплофизических свойств жидкостей, что в конечном итоге приводит к большим погрешностям в расчетах. Поэтому в целях выработки более надежного критериального соотношения была проведена серия экспериментов по исследованию теплоотдачи в плоских каналах при граничных условиях, макси-

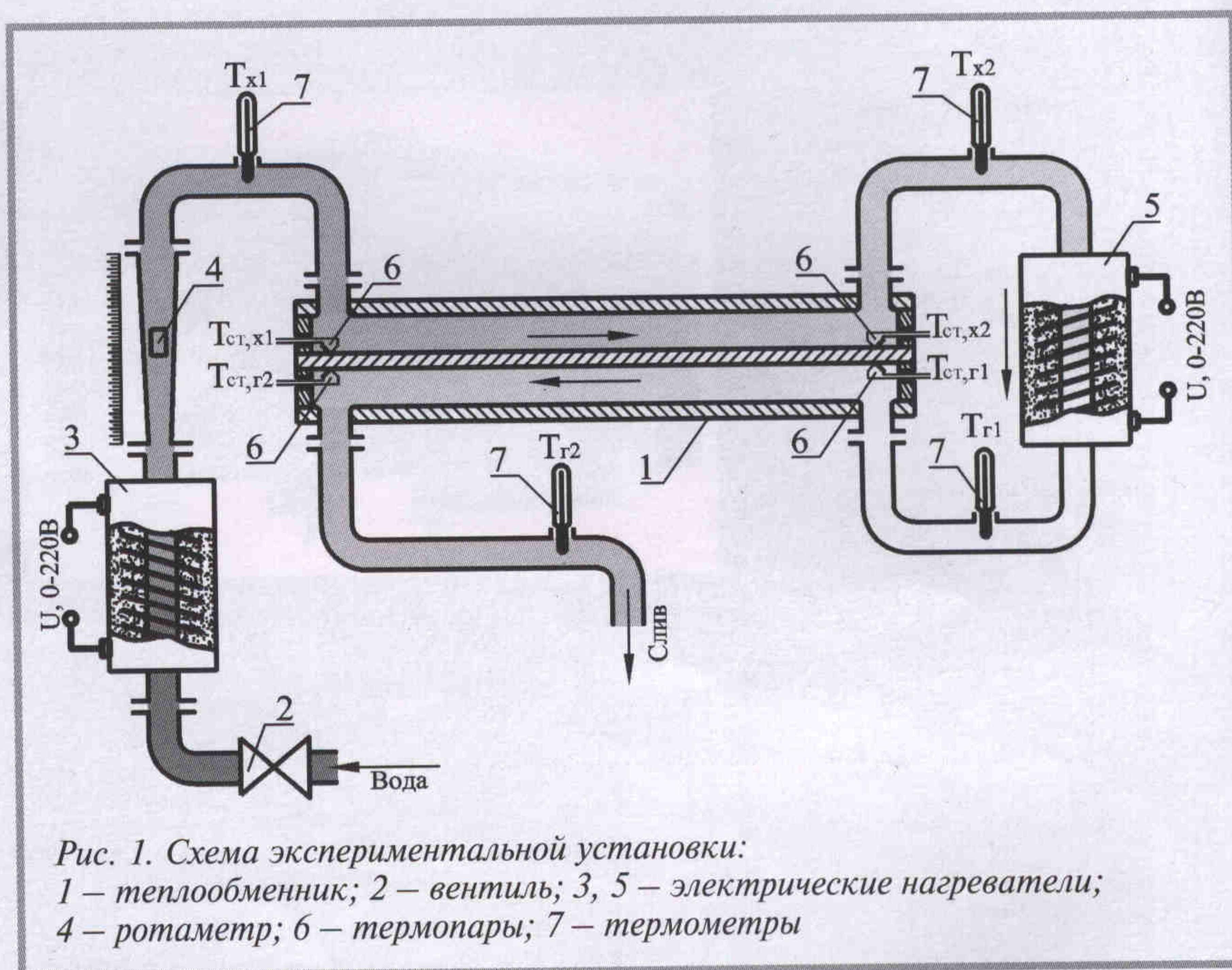
мально приближенных к условиям работы реальных теплообменников.

Исследование теплообмена проводили на установке, схематично представленной на рис. 1.

Холодная вода после прохождения через вентиль 2, электрический нагреватель 3 и ротаметр 4 подается в холодный контур теплообменника 1. Выходящая из этого контура вода поступает в электрический нагреватель 5, откуда в режиме противотока с более высокой температурой подается в горячий контур теплооб-

менника. Выходящая из горячего контура отработанная вода сливается.

Экспериментальные макеты теплообменников (рис. 2) представляли собой набор стальных прямоугольных пластин 1, спаянных таким образом, чтобы они образовывали чередующиеся параллельные каналы горячего (шесть каналов) и холодного (семь каналов) контуров. Входы этих каналов, а также соответствующие им выходы располагались на концах диагоналей боковых сторон разделительных пластин и объединялись между собой с помощью коллекторов 5. Установленные на коллекторах штуцеры 6 предназначались для подключения макетов к экспериментальной установке.



мируются линейными функциями, поэтому искомое значение постоянной m может быть установлено по тангенсу угла наклона прямых к оси абсцисс.

По результатам математической обработки опытных данных среднее значение этой константы (после округления до сотых) $m = 0,17$.

Показатель степени n определяли при Pr аналогичным образом, с той лишь разницей, что экспериментальные результаты преобразовывали в виде функции

$$\lg[Nu/Re^{0,17}] = f_2[\lg(Pr)], \quad (3)$$

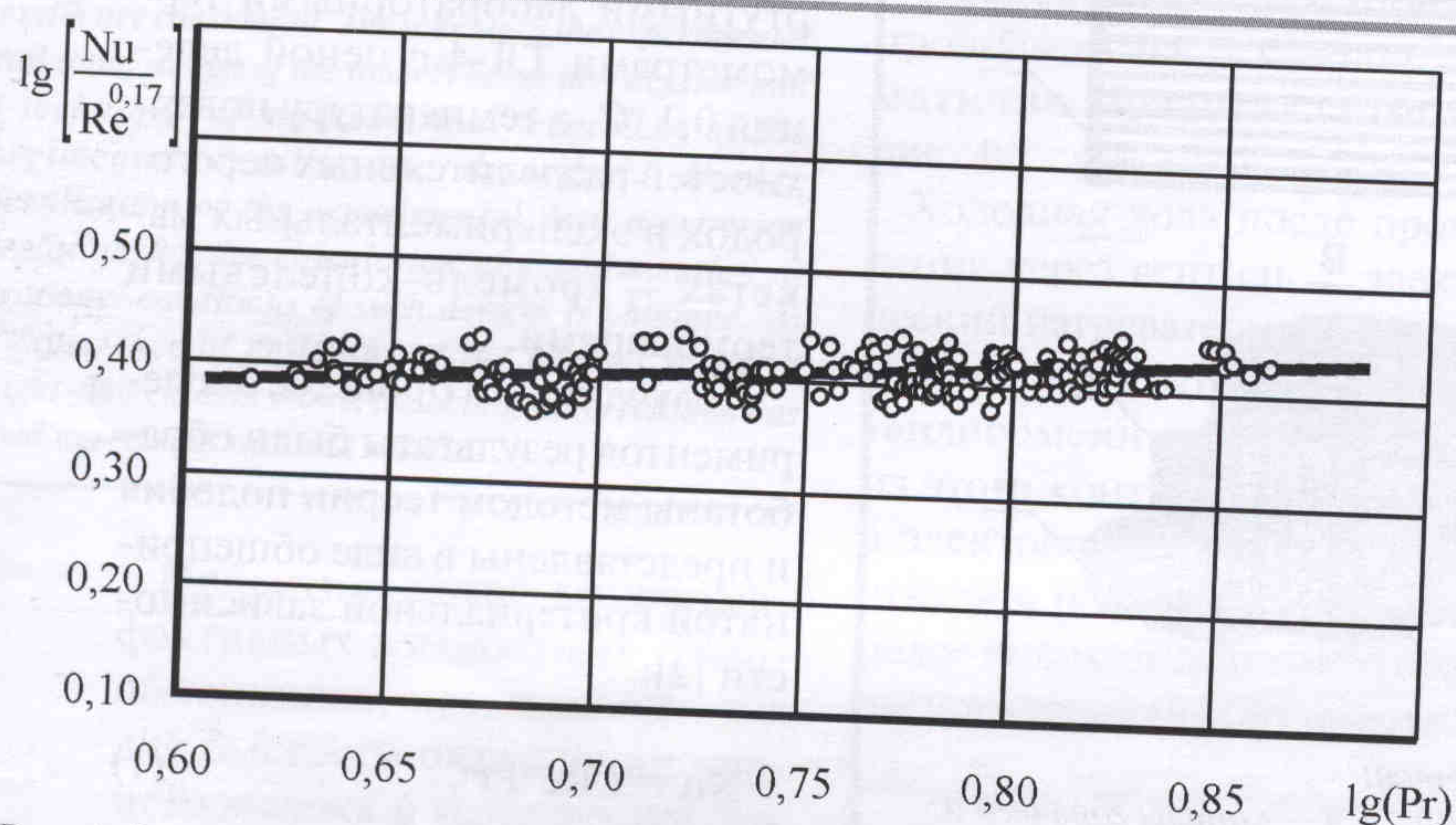


Рис. 4. Зависимость комплекса $\lg(Nu/Re^{0,17})$ от $\lg(Pr)$

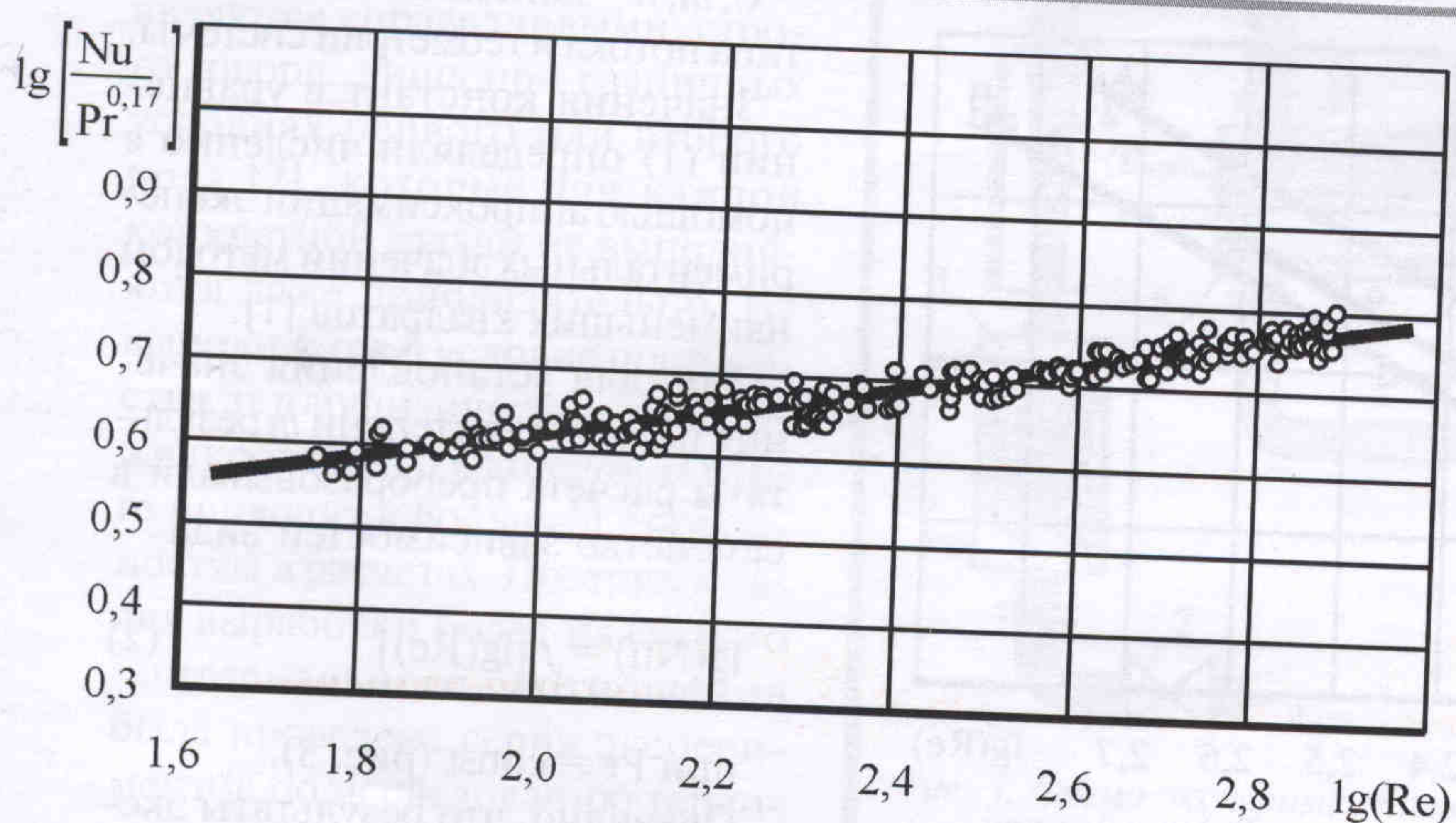


Рис. 5. Зависимость комплекса $\lg[Nu/Pr^{0,17}]$ от $\lg[Re]$

графическая интерпретация которой приведена на рис. 4.

Данная зависимость также близка к линейной, поэтому и значение константы n может быть установлено по тангенсу угла наклона обобщающей прямой.

С учетом округления $n = 0,17$. Значение константы C определяли из соотношения

$$C = Nu/Re^{0,17}Pr^{0,17}. \quad (4)$$

Результаты обобщения экспериментальных данных по средней теплоотдаче в виде зависимости комплекса $\lg[Nu/Re^{0,17}]$ от $\lg[Re]$ приведены на рис. 5.

По результатам обработки экспериментальных данных $C = 1,91$ и выражение (1) принимает вид

$$Nu = 1,91Re^{0,17}Pr^{0,17}. \quad (5)$$

При установлении вида соотношения (5) в качестве характерного размера системы принимали эквивалентный диаметр, а определяющей температуры — среднюю температуру жидкости.

Как показывает анализ, максимальное среднеквадратичное отклонение результатов эксперимента от расчетных значений критерия Нуссельта составляет менее $\pm 3\%$.

Полученное соотношение было использовано при проектировании и разработке нормального ряда высокоэффективных проточных охладителей парного молока производительностью 250, 500 и 750 л/ч. Как было установлено, результаты расчетов хорошо согласуются с результатами испытаний и опытом длительной эксплуатации таких охладителей в условиях летних молочнотоварных ферм.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Калиткин Н.Н. Численные методы. — М.: Наука, 1978.
2. Справочник по теплообменникам. Т. 1. /Пер. с англ. В 2 т.; Под ред. Б. С. Петухова и др. — М.: Энергоатомиздат, 1987.
3. Улитенко А.И., Пушкин В.А. Проточный охладитель парного молока производительностью 250 л/ч // Холодильная техника. 2002. № 8.
4. Улитенко А.И., Пушкин В.А. Технология быстрого охлаждения молока в условиях работы летних молочных ферм // Холодильная техника. 2002. № 9.