

УДК 697:34

ПРИНЦИПЫ ТЕПЛОВОГО РАСЧЁТА И ОПТИМИЗАЦИИ ПАРАМЕТРОВ ТЕПЛОГЕНЕРАТОРОВ ДЕЦЕНТРАЛИЗОВАННЫХ СИСТЕМ ОТОПЛЕНИЯ

Полунин М.М., Степанов С.Н., Драч И.М. (Одесса)

Рассматривается влияние различных факторов на выбор конструктивных параметров, их оптимизацию и расчет греющего элемента теплообменника системы отопления.

В децентрализованных системах отопления [1] процесс передачи теплоты от сетевого теплоносителя к воде местной системы отопления характеризуется резким отличием по величине коэффициентов теплоотдачи по обе стороны стенки греющего элемента. Так, если коэффициент α_v теплоотдачи от сетевой воды к внутренней поверхности греющего элемента (трубы) в зависимости от скорости движения и температуры теплоносителя может находиться в реальных условиях в пределах 1200–1800 Вт/(м²К), то коэффициент α_n теплоотдачи от наружной поверхности трубы к воде местной системы отопления при гравитационной циркуляции составляет около 400 Вт/(м²К).

В результате коэффициент теплопередачи для подобных ёмкостных теплообменников составляет около 300 Вт/(м²К). При такой величине коэффициента теплопередачи и стандартных значениях температур теплоносителей (сетевой воды при независимых системах отопления -

150 ÷ 80 °С, местной воды - 95 ÷ 70°С) теплосъем с одного погонного метра трубы $d_y = 15$ мм составляет 650 Вт, т.е. передача каждого кВт тепловой мощности требует установки греющего элемента длиной более 1,5 м. Это влечёт за собой увеличение габаритов теплогенератора, расхода труб и металла, снижение экономических показателей отопительного устройства в целом.

Между тем известно, что при столь большой разнице между α_v и α_n наиболее радикальной мерой повышения эффективности теплообмена является оребрение поверхности, имеющей малую величину коэффициента теплообмена.

Рассмотрим основные принципы конструирования и теплового расчёта теплообменника децентрализованной системы отопления с греющим элементом в виде трубы с круглым оребрением.

Примем шаг оребрения S , м и толщину пластин оребрения δ , м, получим следующую величину теплоемкости $Q_{T, \text{Вт}}$ греющего элемента длиной l , м,

$$Q_T = q l / S + \alpha F_{\text{ТР}} (1 - \delta / S) l \vartheta, \quad (1)$$

где q - теплоотдача одной пластины, Вт;
 α - коэффициент теплоотдачи от наружной поверхности к теплоносителю местной системы отопления, Вт/(м²К);

$F_{\text{ТР}}$ - наружная поверхность греющей трубы, м²;

ϑ - средний температурный напор между наружной поверхностью трубы и теплоносителем местной системы отопления, °С.

Теплоотдача q одной пластины круглой формы находится по уравнению [2]

$$q = 2\pi r_n \lambda m \delta \psi, \quad (2)$$

где r_n - наружный диаметр трубы греющего элемента, м;

λ - коэффициент теплопроводности материала пластины, Вт/(мЧК);

$$m = \sqrt{\frac{2\alpha}{\lambda\delta}} \quad (3)$$

$$\psi = \frac{I_1(mr_o)K_1(mr_n) - I_1(mr_n)K_1(mr_o)}{I_0(mr_n)K_1(mr_n) + I_1(mr_o)K_0(mr_n)} \quad (4)$$

где $I_0(mr_o); K_0(mr_o); I_1(mr_o); K_1(mr_o);$

$I_0(mr_n); K_0(mr_n); I_1(mr_n); K_1(mr_n)$ – функции Бесселя мнимого аргумента m ;

r_0 и r_n - наружный радиус соответственно оребрения и трубы, м.

По приведенным выше зависимостям построены графики, представленные на рисунке при следующих, значениях входящих в них величинах:

$$\ell = 1,0 \text{ м}; d = 0,001 \text{ м}; S = 0,01 \text{ м}; r_n = 0,011 \text{ м}; \alpha \text{ Вт}/(\text{м}^2\text{ЧК});$$

$$\lambda = 45 \text{ Вт}/(\text{мЧК});$$

На этом же рисунке приведены значения условного теплосъёма, приходящегося на единицу массы M теплогенератора.

Масса M теплогенератора учитывалась в площади «пятна», приходящегося на оребренный теплообменник, при толщине материала корпуса 0,002 м.

Анализируя графики, можно сделать ряд выводов, касающихся вопросов конструирования и расчёта теплогенераторов децентрализованных систем отопления.

1. Оребрение может обеспечить тепломощность нагревательного элемента в »3 раза большую, чем «голая» труба.

2. Увеличение диаметра оребрения позволяет увеличивать теплообъем с единицы длины теплопередающего элемента, но при этом уменьшается теплонапряжение (тепломощность, приходящаяся на единицу массы теплообменника).

3. Для повышения эффективности теплообмена целесообразно уменьшать шаг оребрения, однако при этом следует учитывать, что могут встретиться трудности технологического порядка выполнения конструкции, а также иные закономерности в характере теплообменного процесса.

В связи с этими обстоятельствами, связывающими многофакторность зависимостей в процессе теплообмена для оребренных поверхностей, в полном объеме поставленная задача может быть разрешена только на основе эксперимента и при конкретных условиях работы теплогенерирующего элемента.

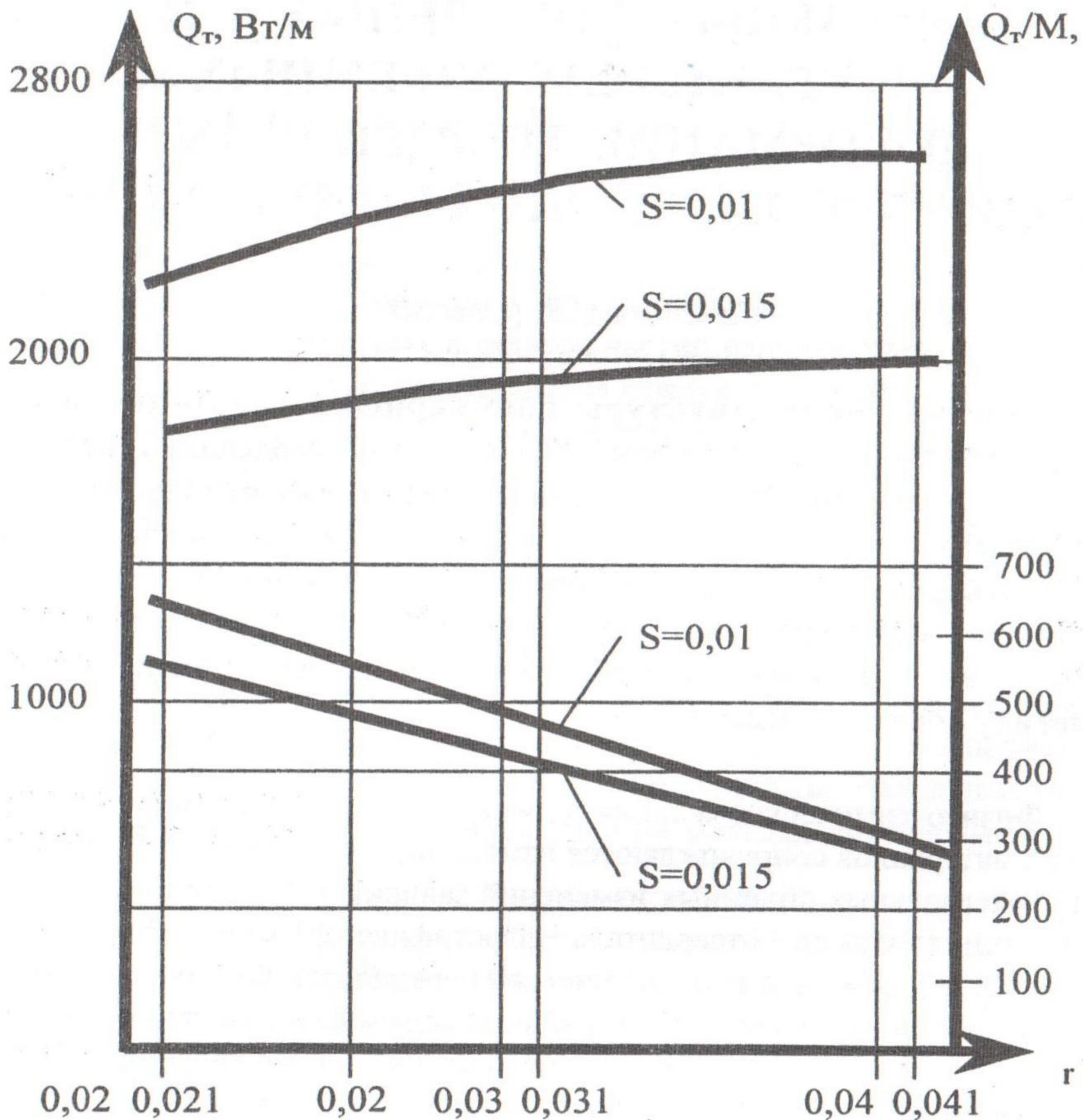


Рис. Графики зависимости удельной мощности теплообменника, $q_{уд}$ Вт/м, и теплосъема с единицы его массы от диаметра и шага оребрения.

Литература

1. Полунин М.М, Степанов С.Н. Децентрализованные системы водяного отопления при центральном теплоснабжении, Вісник Одеської державної академії будівництва та архітектури, Випуск №2, Одеса, 2000.

2. Михеев М.А, Основы теплопередачи, Государственное энергетическое издательство, М.-Л., 1949.