

УДК 674.047

РАЗВИТИЕ ОРЕБРЕНИЯ СЕКЦИОННЫХ АЛЮМИНИЕВЫХ ОТОПИТЕЛЬНЫХ ПРИБОРОВ

доц. П.М. ГЛАМАЗДИН, канд. техн. наук П.А. ПАСЕЧНИК
(Киевский национальный университет строительства и архитектуры)

Рассматриваются особенности формы оребрения алюминиевых секционных отопительных приборов, полученных разными способами изготовления секций. В частности в противовес исчерпавшей себя технологии литья предложена технология экструзии, которая позволяет изготавливать оребрение с ребрами с большей эффективностью, а именно перейти от максимально эффективной длины ребра при изготовлении литьем в 80 мм к эффективной длине ребра в 100 мм. Предложенная конструкция ребер дает возможность увеличить площадь теплопередачи отопительного прибора, тем самым интенсифицировав теплообменные процессы между секцией и омывающим ее воздухом. Приведены экспериментальные данные, касающиеся температуры лицевого ребра, а также гидравлические характеристики изготовленных секций.

Ключевые слова: отопление, алюминиевые обогреватели, теплопередача, экструзия.

Постановка проблемы. В последнее время в системах теплоснабжения, в частности в системах отопления как одного из элементов систем теплоснабжения, просматривается устойчивая тенденция к снижению температурных графиков – в магистральных тепловых сетях с графика 150–70 °С на график 115–70 °С, а для небольших сетей – 95–70 °С. Для систем отопления привычный график 95–70 °С снижается до 80–60 °С или еще ниже. Но график 80–60 °С наиболее распространен, поскольку привязан к конденсационным отопительным котлам, постепенно вытесняющим обычные котлы в диапазоне нагрузок вплоть до 0,5 МВт единичной мощности [1].

Поскольку количество теплоты, передаваемое отопительными приборами системы отопления в помещение для компенсации теплотерь через ограждения, определяется уравнением (1) [2], то для поддержания комфортной внутренней температуры в помещении при снижении температурного графика (т.е. ΔT) необходимо либо увеличивать интенсивность теплоотдачи прибора, либо увеличивать его площадь:

$$Q = k \cdot F \cdot \Delta T, \text{ Вт}, \quad (1)$$

где k – коэффициент теплопередачи между теплоносителем и помещением, Вт/(м² К);

F – площадь отопительных приборов, м²;

ΔT – разность температур между температурой стенки прибора и температурой воздуха в помещении, °С.

Увеличение площади отопительных приборов нежелательно с точки зрения дизайнера помещений. Кроме того, это повлечет возрастание стоимости системы отопления. Таким образом, необходимо искать пути интенсификации теплопередачи от отопительных приборов в отапливаемое помещение.

Анализ литературы. Общий анализ теплообмена между отопительным прибором и отапливаемым помещением показывает, что теплопередача осуществляется двумя механизмами – излучением и свободной конвекцией для большинства известных типов отопительных приборов [2], и определяется величиной суммарного коэффициента теплоотдачи для сложного теплообмена:

$$\alpha_c = \alpha_l + \alpha_k, \quad (2)$$

где α_l – коэффициент теплоотдачи излучением от стенок прибора в помещение, Вт/м²·К;

α_k – коэффициент теплоотдачи свободной конвекцией от стенок прибора в помещение, Вт/м²·К.

Суммарный коэффициент теплоотдачи α_c зависит в большой степени от соотношения между этими коэффициентами теплоотдачи. Исходя из этих соображений можно построить классификацию известных типов отопительных приборов и выбрать наиболее перспективный для дальнейшего совершенствования тип. Информация об используемых в настоящее время в проектах и находящихся в эксплуатации в Украине типах отопительных приборов приведена в [3], что позволяет построить классификацию в виде, представленном на рисунке 1.

Отопительные приборы с принудительной конвекцией имеют довольно специфические сферы применения и в данной работе не рассматривались. Проведенный ранее авторами анализ теплообмена между отопительными приборами и помещениями показал, что наиболее перспективным типом приборов для дальнейшего совершенствования является комбинированные приборы, а именно колончатые оребренные в виде секционных алюминиевых радиаторов [4]. Однако совершенствование алюминиевых секционных приборов, выпускающихся в настоящее время разными производителями, сдерживается естественными пределами, диктуемыми технологией производства. Секции производятся методом литья и для них оптимальная форма у всех производителей одинакова: центральный канал, собственно колонка, оребренный вертикальными ребрами (рисунок 2, а) [5].

Аналитическое исследование эффективности оребрения в приборах, изготавливаемых методом литья, показало, что длина наружного ребра ограничена, приблизительно 80 мм [5]. Дальнейшее увеличение длины ребра приводит к существенному снижению его эффективности. Выходом из этой ситуации является изменение

технологии изготовления отдельных секций – переход от литья к экструдированию. Такая технология позволяет резко изменить форму ребер центральной колонки (рисунок 2, б). Новая форма оребрения позволяет увеличить длину наружного ребра до 120 мм без потери его эффективности по отношению к ребру, полученному методом литья (рисунок 2, а). Результаты теоретического анализа позволили изготовить опытные образцы приборов методом экструзии и провести исследования их теплоотдачи [5].

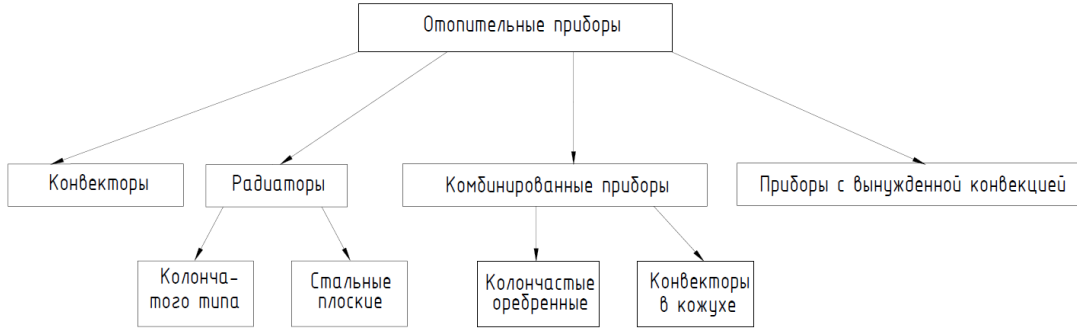
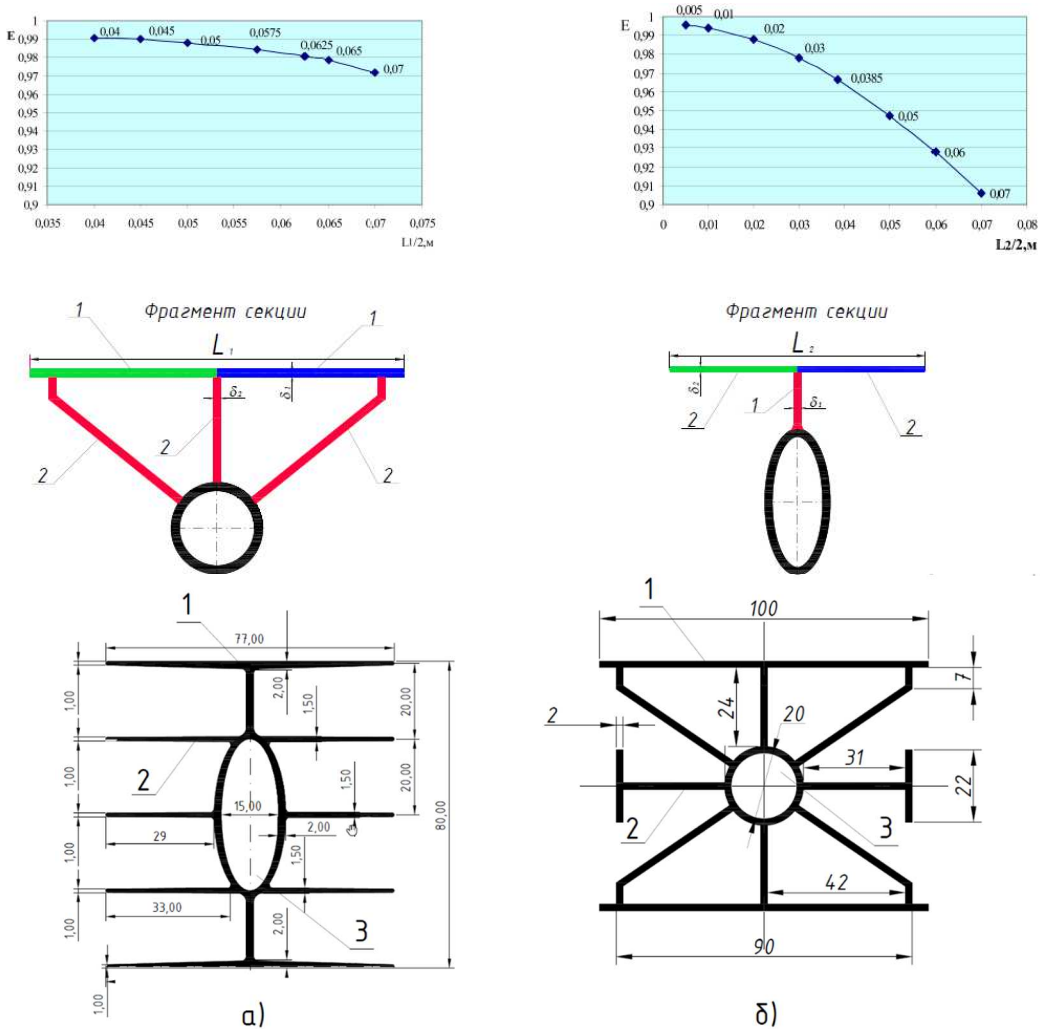


Рисунок 1. – Классификация существующих типов отопительных приборов



1 – наружное ребро; 2 – связующее ребро.

Рисунок 2. – Эффективность ребер в секциях, полученных методом литья (а) и методом экструзии (б)

Цель статьи. Цель работы – представить результаты экспериментальной проверки предложенной новой формы оребрения колонок секционных алюминиевых радиаторов, изготовленных методом экструдирования, в частности эффективности этих ребер. Кроме того, показать практическую целесообразность перехода на но-

вые отопительные приборы, что позволяет уменьшить общую металлоемкость системы отопления и ее общее гидравлическое сопротивление.

Основные результаты. Результаты исследований показали, что механизм теплообмена как внешнего ребра с воздухом в помещении, так и внутри каналов, образованных наружным ребром и внутренними ребрами, описывается общими уравнениями естественной конвекции. Но теплообмен во внутренних каналах при том, что его механизм соответствует естественной конвекции, не вполне описывается общей формулой для естественной конвекции. Результаты экспериментального исследования температуры наружной поверхности ребра, представленные на рисунке 3, четко указывают на то, что механизм теплообмена на нем описывается представлениями естественной конвекции на плоской вертикальной поверхности с ярко выраженным срывом ламинарного пограничного слоя и его перехода в турбулентный.

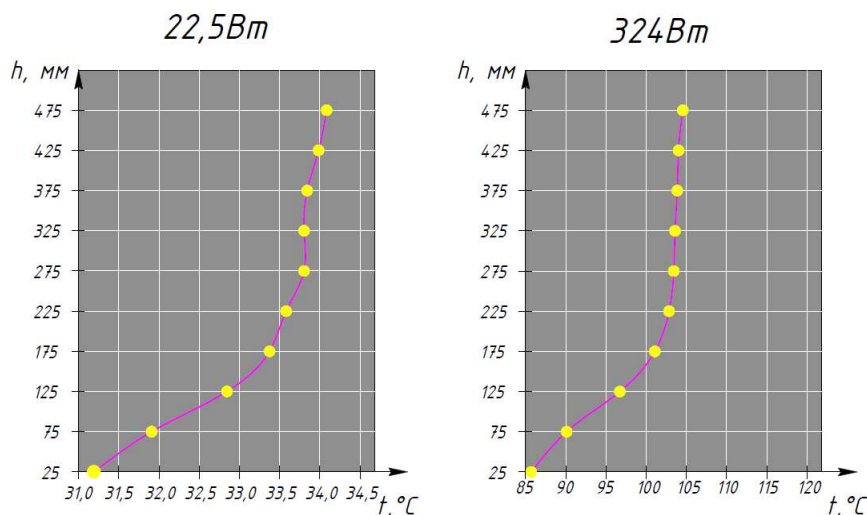


Рисунок 3. – Результаты экспериментального исследования температуры наружной поверхности ребра

Для проверки аналитических расчетов по определению зависимостей эффективности наружного ребра от его длины были проведены специальные эксперименты с измерением температуры ребра на наружной плоскости по ширине ребра. Для проведения исследований изготавливаются специальные экспериментальные секции отопительных приборов, нагрев которых вместо горячей воды осуществляется электронагревом. Электронагрев организуется за счет того, что в канал для теплоносителя монтируется специально изготовленный на Фастовском заводе электротермических приборов трубчатый электронагреватель (ТЭН). Это позволяет моделировать теплогидравлические характеристики теплообмена в каналах между ребрами и на внешних ребрах при различных режимах работы исследуемой секции отопительного прибора. К трубчатым электронагревателям подключается электротрансформатор РНО. Опытные секции имеют высоту 500 мм. Мощность теплоты, выделяющейся в секции, определяется в секции по формуле [6]

$$Q = IU, \quad (3)$$

где I – измеренное значение силы электрического тока, А;

U – измеренное значение падения напряжения, В.

Считаем, что все тепло, которое выделяется в середине исследуемой секции, распространяется в окружающую среду через саму секцию и передается через ее поверхности. Количество тепла, которое передается в окружающую среду через различные поверхности секции, будет неодинаково из-за различных условий теплообмена этих поверхностей с окружающей средой.

Результаты измерений температуры представлены на рисунке 4. При низких нагрузках (22 Вт) на секцию разница между температурой наружного ребра на его окончании и в центре, где оно присоединяется к центральному внутреннему ребру, колеблется для разной высоты от 0,6 °С до 1 °С. При этом наибольшая разница температур приходится на местоположение срыва ламинарного пограничного слоя и его перехода к турбулентному, где толщина ламинарного погранслоя наименьшая. При увеличении нагрузки разница температур между краями и центром ребра (осью симметрии) увеличивается. При нагрузке 324 Вт на секцию максимальное значение этой разности температур достигает 5,4 °С, а минимальная снижается до 3,6 °С. Необходимо отметить, что исследование было проведено на одиночной секции и поэтому на краях наружного ребра температура оказалась ниже, чем она будет в аналогичных местах в собранном приборе при соприкосновении ребер отдельных секций. При этом распределение изотерм по высоте сохраняется и остается аналогичным распределению при малых нагрузках.

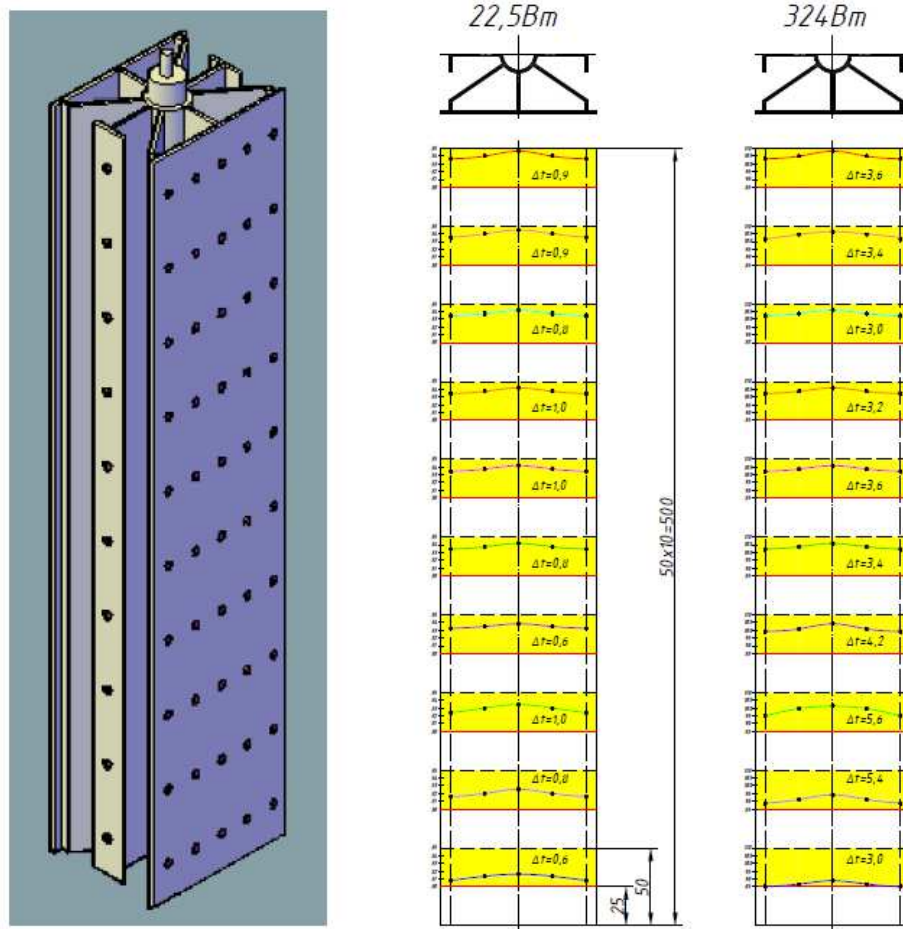


Рисунок 4. – Температура лицевого ребра, полученная экспериментальным путем

Таким образом, можно утверждать, что механизм теплообмена определяется закономерностями естественной конвекции. Температуры по ширине ребра практически не изменяются на любой высоте от нижней кромки ребра до верхней, что подтверждает постоянство эффективности внешнего ребра по всей его ширине в пределах ширины ребра до 120 мм. Практическим выходом этого эффекта является возможность уменьшения количества колонок в одном отопительном приборе при сохранении постоянства его мощности. Так, для секционного алюминиевого прибора производства, например, фирмы Jolli, мощностью 1000 Вт в нем должно быть скомпоновано 7 секций с шириной внешнего ребра 80 мм, а для прибора, скомпонованного из секций с предложенным оребрением, количество секций при той же мощности уменьшилось до 5 штук с длиной ребра 120 мм. Соответственно уменьшается количество колонок, а значит, и гидравлическое сопротивление прибора, и его металлоемкость.

Для проверки высказанных положений были выполнены расчеты на условной модели системы отопления.

Для сравнительного расчета принимаем типовую двухтрубную горизонтальную систему отопления для условного четырехэтажного дома с четырьмя разными типами отопительных приборов: чугунными МС-140, стальными панельными фирмы Керми (Германия), алюминиевыми фирмы Fondital (Италия) и предлагаемыми алюминиевыми. Гидравлические характеристики приборов взяты из справочной литературы, а по предлагаемому прибору взяты данные, что определены в результате испытаний в Сертификационном центре отопительного оборудования (Киев) по методике РМИ-ПЕ-14315701-35 «Рабочая методика выполнения испытаний запорной регулирующей арматуры, сосудов, работающих под давлением, на прочность и герметичность». Для расчета принимаем помещения с одинаковыми теплопотерями, трубопроводы для разных систем одинаковых диаметров. Благодаря этому определялось влияние именно отопительных приборов на систему отопления.

В данном случае нас интересует только гидравлические параметры. Расчет должен дать представление о гидравлических характеристиках отопления одного дома при использовании разных типов отопительных приборов.

Результаты расчета показывают, что наиболее высокие показатели расхода $G = 0,287$ кг/с и потерь давления $P = 17,1$ кПа имеет система отопления с использованием стальных панельных радиаторов Керми. Система с алюминиевыми радиаторами Fondital имеет показатели расхода $G = 0,268$ кг/с и перепад давления $P = 14,4$ кПа. Система, оснащенная предложенными радиаторами, имеет следующие показатели: $G = 0,255$ кг/с, $P = 13,4$ кПа.

Расчеты выполнялись в программе фирмы KAN-therm.CO.Graf [7]. Результаты расчетов подтвердили высказанные положения.

Заключение. Таким образом, было подтверждено предположение о возможности интенсификации процессов теплообмена в секционных алюминиевых отопительных приборах путем изменения формы ребрения колонок. Для работы системы с предложенными радиаторами, изготовленными методом холодной экструзии, необходимо менее мощное насосное оборудование, что удешевляет сам проект и его дальнейшую эксплуатацию.

Полученное подтверждение служит обоснованием для продолжения работ в этом направлении.

ЛИТЕРАТУРА

1. Гламаздин, П.М. Современное оборудование для крышных котелен / П.М. Гламаздин // Сантехника, отопление, кондиционирование. – 2008. – № 12. – С. 40–41.
2. Ральчук, І. Опалювальні прилади в Україні / І. Ральчук, А. Рудницький, В. Осьмак // М+Т. – 2000. – № 5. – С. 24–31.
3. Малкін, Е.С. Нові тенденції підвищення ефективності опалювальних приладів / Е.С. Малкін, П.М. Гламаздин // Вентиляція, освітлення та теплогазопостачання. – Київ : КНУБА, 2001. – Вип. 1. – С. 74–80.
4. Гламаздин, П.М. Експериментальне дослідження тепловіддачі опалювальних приладів з екструдованих алюмінієвих секцій / П.М. Гламаздин, П.О. Пасічник // Енергоефективність в будівництві та архітектурі. – 2019. – №13. – С. 49–57.
5. Гламаздин, П.М. Особливості сучасних алюмінієвих опалювальних приладів / П.М. Гламаздин, Л.П. Швець // Будівельні матеріали, вироби та санітарна техніка. – 2004. – № 19. – С. 55–59.
6. Бошняк, Л.Л. Измерения при теплотехнических исследованиях / Л.Л. Бошняк, – Л. : Машиностроение, 1974 – 447 с.
7. Система KAN-therm [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://ua.kan-therm.com/>.

Поступила 02.06.2021

EXTENSION OF HEAT EXCHANGE AREA IN ALUMINUM HEATING DEVICES

P. GLAMAZDIN, P. PASICHNYK

The article discusses the features of the shape of the ribbing of aluminum sectional heating devices, starting from the method of manufacturing the sections. In particular, in contrast to the exhausted casting technology, a cold extrusion technology has been proposed, which makes it possible to produce ribbing with ribs with greater efficiency, namely, to go from the most effective rib length when manufacturing by casting is 80mm to an effective rib length of 100mm. This fact makes it possible to increase the heat transfer area of the heater, thereby intensifying the heat exchange processes between the section and the air washing it. Experimental data concerning the temperature of the front rib, as well as the hydraulic characteristics of the manufactured sections are given.

Keywords: heating, aluminum heaters, heat transfer, extrusion.