

УДК 62-69

## РАЗРАБОТКА КОНСТРУКЦИИ РАДИАТОРА ОТОПЛЕНИЯ С НИЗКОПРОФИЛЬНЫМ ОРЕБРЕНИЕМ, ОБЛАДАЮЩЕГО УЛУЧШЕННЫМИ ТЕПЛОТЕХНИЧЕСКИМИ ХАРАКТЕРИСТИКАМИ

**С. С. Черепанов<sup>1</sup>, В. А. Вавилов<sup>2</sup>, И. И. Фахразиев<sup>3</sup>, Д. А. Хворенков<sup>4</sup>**

<sup>1,2,3,4</sup> Ижевский государственный технический университет  
имени М. Т. Калашникова, Ижевск, Россия

<sup>1</sup> stepan.cherepanov.1997@mail.ru

**Аннотация.** В работе рассмотрена конструкция радиатора отопления с низкопрофильным оребрением. За счет использования низкопрофильного оребрения улучшаются теплотехнические характеристики изделия и появляется возможность изготовления теплообменных аппаратов с меньшими конструктивными размерами. Работа подразумевает поэтапное решение проблемы, в настоящее время находится на стадии изучения проблематики и разработки компьютерной модели.

**Ключевые слова:** радиатор отопления, низкопрофильное оребрение, накатка, интенсификация теплообмена, энергоэффективность

## DEVELOPMENT OF THE CONSTRUCTION OF THE HEATING RADIATOR WITH A LOW-PROFILE FINISHING WITH IMPROVED THERMAL CHARACTERISTICS

**S. S. Cherepanov<sup>1</sup>, V. A. Vavilov<sup>2</sup>, I. I. Fakhraziev<sup>3</sup>, D. A. Khvorenkov<sup>4</sup>**

<sup>1,2,3,4</sup> Kalashnikov Izhevsk State Technical University, Izhevsk

<sup>1</sup> stepan.cherepanov.1997@mail.ru

**Abstract.** The paper considers the design of a heating radiator with low-profile fins. Due to the use of low-profile ribbing, the thermal technical characteristics of the product are improved, and it becomes possible to manufacture heat exchangers with smaller design dimensions. The work involves a step-by-step solution to the problem, and at this stage is studying the problems and developing a computer model.

**Keywords:** Heating radiator, low-profile fins, knurling, heat transfer intensification, energy efficiency

Теплообменные аппараты занимают одну из ключевых позиций в промышленной теплоэнергетике [1]. Одной из главных задач теплообменников является теплообмен между средами, например газообразными и жидкими веществами. При этом эффективность ограничивается коэффициентами теплопроводности загрязнений и ламинарного слоя среды на поверхности металла, сопротивлением теплоотдачи со стороны газа. Это связано с низким коэффициентом теплоотдачи со стороны газообразной среды, например воздуха, и в то же время высоким — со стороны жидкости. В связи с этим становится актуальным повышение эффективности работы теплообменных аппаратов за счет усовершенствования их конструкции.

Сегодня стремительно развиваются современные технологии как по соединению, так и обработке самых различных материалов. Это дает возможность разрабатывать компактные, с высокой энергоэффективностью и надежностью, конструкции теплообменных аппаратов. Наибольшее распространение получили спирально-оребрённые конструкции — теплообменники с увеличенной поверхностью [2]. Такой способ изготовления характеризуется особой технологией разработки, широким выбором геометрии, компактной структурой, интенсивным теплообменом и улучшенными экономическими показателями. На практике использование таких теплообменных аппаратов в устройствах различного типа подтвердило их надежность и увеличение показателя интенсивности теплопередачи на 40–60 % по сравнению с трубами, имеющими гладкие поверхности [3].

Конвективно-радиационный отопительный прибор состоит из отдельных элементов — секций с внутренними каналами, внутри которых циркулирует теплоноситель. Тепло от радиатора отводится излучением, конвекцией и теплопроводностью. Служит для поддержания комфортной температуры в помещении [4]. Он имеет улучшенные теплотехнические характеристики за счет оребрения конвективных поверхностей. Использование низкопрофильного оребрения может позволить увеличить интенсивность теплообмена и при этом сократить поверхность теплообмена таких радиаторов. Нанесение оребрения с помощью накатки позволяет не только снизить затраты на оребрение, но и уменьшить напряжение в основании ребра, тем самым повысить надежность аппарата.

Такое техническое решение даст возможность снизить температуру теплоносителя в обратном трубопроводе или уменьшить габариты теплоустановки, а также поддержать температуру в помещении в нормируемых пределах.

Теплоотдача радиатора отопления прямо пропорциональна температурному напору, коэффициенту теплопроводности, площади пластин радиатора. Такая зависимость представлена формулой [5]:

$$Q = dTkS,$$

где  $dT$  — температурный напор, °С;  $k$  — коэффициент теплопроводности, Вт/(м<sup>2</sup>·К);  $S$  — площадь поверхности радиатора отопления, м<sup>2</sup>

Увеличение площади за счет ребрения позволит снизить габаритные размеры теплообменной установки и при этом сохранить мощность, что существенно скажется на окончательной стоимости теплообменника. Как видно из рис. 1, на наружной поверхности ребристой части расположены ребра, а профиль ребра имеет треугольную форму. Отношение ширины ребра к ширине дна канавки ребра составляет 1/4–1/6, что увеличивает площадь теплообменной поверхности пластины.

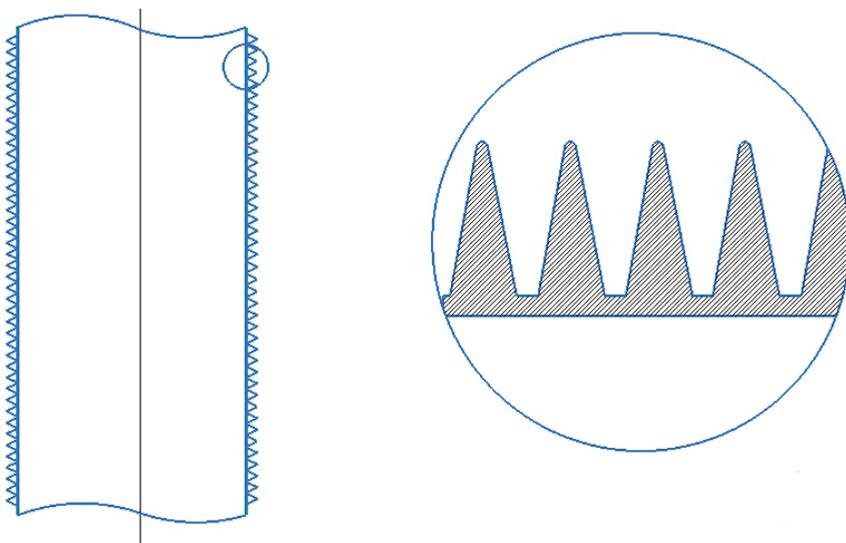


Рис. 1. Теплообменная трубка, оребренная с помощью накатки

Отопительный прибор должен быть прочным, герметичным и выдерживать пробное давление воды или воздуха, превышающее не менее

чем в 1,5 раза максимальное рабочее давление, но не менее 0,6 МПа. Отклонения значения номинального теплового потока отопительного прибора от заявленного изготовителем должны быть в пределах от  $-4\%$  до  $+5\%$ . Радиатор отопления должен иметь термостойкое защитно-декоративное покрытие, обеспечивающее его защиту от коррозии. Качество покрытия поверхностей, видимых при эксплуатации отопительных приборов, должно быть не ниже класса IV по ГОСТ 9.032. Предлагаемый отопительный прибор будет работать по графику 105/70 и 95/70.

В ходе выполнения работы рассматривается вопрос внесения изменений в конструкцию радиатора отопления. Предлагается выполнить теплообменные поверхности в виде оребрения с помощью технологии накатки. Результатом станет уменьшение габаритных размеров радиатора, а использование технологии накатки существенным образом сыграет роль в снижении себестоимости продукции.

#### Список источников

1. Тимохин И. В. Повышение эффективности теплообменных аппаратов на основе модификации теплообменных поверхностей (оребрение) с использованием ПАВ // Студен. форум. 2018. № 28 (49). С. 37–39.
2. Афанасьева И. В. Перспективные методы оребрения теплообменных аппаратов // Современ. наукоем. технологии. 2019. № 7. С. 114–121. URL: <http://top-technologies.ru/ru/article/view?id=37599> (дата обращения: 07.11.2020).
3. Лобанов И. Е., Штейн Л. М. Теория интенсифицированного теплообмена и эффективности его применения для перспективных компактных теплообменных аппаратов, применяемых в современном металлургическом производстве // Альм. соврем. науки и образования. 2010. № 3 (34). С. 24–42.
4. ГОСТ 30494–2011. Здания жилые и общественные. Параметры микроклимата в помещениях. М. : Стандартинформ, 2019. 12 с.
5. Радченко С. А., Сергеев А. Н. Теплотехника и энергетические машины. Тула : Изд-во ТулГУ, 2015. 630 с.