

ния на контактных поверхностях [3]. В первую очередь это можно отнести к правке остроконечными звездочками (3, 4) и стальными дисками (5) (см. рис. 2). Кроме того, правка звездочками и дисками, по-видимому, обеспечивает определенное самозатачивание круга, о чем свидетельствует рост скорости радиального изнашивания круга Q_k для покрытий обеих марок.

При сглаживании правкой по методу 1 или 2 рельефа режущей поверхности происходит увеличение контактной площади, что сопровождается уменьшением возвышения зерен над уровнем связки и увеличением пластического оттеснения материала покрытий в виде навалов. Это в свою очередь повышает вероятность контактирования обрабатываемого материала со связкой, создает предпосылки для более интенсивного схватывания трущихся поверхностей, механического заклинивания продуктов износа и резания на режущей поверхности инструмента.

Анализируя результаты данной серии опытов и принимая во внимание приведенные затраты $C_{уд}$, можно сделать заключение о целесообразности правки круга для врезного предварительного шлифования валов с покрытиями марок ПН55Т45 и ПН85Ю15 по методу обкатывания стальными дисками или звездочками остроконечными, установленными на оправке Д040.

ЛИТЕРАТУРА

1. Абразивная и алмазная обработка материалов / Под ред. А.Н. Резникова. — М., 1977. — 391 с.
2. Справочник шлифовщика / Под общ. ред. П.С. Чистосердова. — Мн., 1981. — 287 с.
3. Попов С.А., Малевский Н.П., Терещенко Л.М. Алмазно-абразивная обработка материалов и твердых сплавов. — М., 1977. — 263 с.

УДК 621.9.025.11

И.И. ДЬЯКОВ, Б.Е. ПЫШКИН,
А.И. БЕЛИЦКАЯ, А.А. СУШКО

ПЕРСПЕКТИВЫ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ БЕЗОТХОДНОЙ ТЕХНОЛОГИИ ОБРАЗОВАНИЯ ОХЛАЖДАЮЩИХ ПОВЕРХНОСТЕЙ

Для паяных радиаторов автомобилей и тракторов, изготовленных из медных сплавов, характерны недостаточная надежность в эксплуатации; сложность ремонта; нестабильность теплоотдачи, связанная с конструктивными и эксплуатационными издержками; энергоемкость и экологическая вредность производства [1].

Повышение надежности радиаторов при одновременном снижении их материалоемкости и себестоимости связано с применением новых материалов, технологий получения ребристых поверхностей и конструкций самих теплообменных устройств.

Модульные радиаторы занимают большое пространство. По сравнению с ними сердцевины радиаторов, образованные из алюминиевых оребренных трубок, имеют существенные преимущества.

Перспективна также разработка новых промышленных технологий получения ребристых поверхностей основных элементов теплообменников. Такая

технология разработана в Белорусском политехническом институте и основана на принципе подрезания и отгиба тонких слоев металла с основы, т.е. стружка, получаемая в процессе резания, формируется в ребра при сохранении ее прочной связи с основой. Предварительные исследования указанного метода показали возможность получения на плоских многоканальных трубах ребер с шагом 1...3 мм при высоте 6...12 мм и толщине 0,1...0,8 мм. Обеспечивается безотходная технология получения оребренной поверхности с возможностью варьирования ее параметров в широких пределах. При этом может использоваться универсальное станочное оборудование с производительностью 1,5... 2 м/мин.

Для подрезания тонких слоев металла применяются сложнопрофильный лезвийный инструмент с режущими кромками криволинейной формы и переменного радиуса (при резании плавно углубляющимися от верхней кромки выступов трубы к их основанию), что позволяет получить срез достаточно большой ширины, а следовательно, и высокие ребра. Одним из важных преимуществ метода является возможность получения на поверхности деталей ребер полукруглой формы, что интенсифицирует теплообмен за счет турбулизации потоков охлаждающей среды. Для реализации описанного метода разработана конструкция станка, на котором на противоположных сторонах плоских труб одновременно нарезаются ребра.

На основе указанной технологии образования охлаждающей поверхности разработана конструкция водовоздушного радиатора, который может быть использован в системах охлаждения автомобилей, в частности семейства БелАЗ. Габаритные размеры, геометрические параметры радиаторов позволяют использовать их как модули, из набора которых образуется система охлаждения автосамосвалов грузоподъемностью до 40 т. При этом обеспечивается использование серийных деталей и агрегатов аэродинамического тракта: жалюзи, кожухов, приводов вентиляторов и т.д.

Радиатор состоит из 30 алюминиевых плоскоооальных оребренных трубок, установленных в три ряда между концевыми пластинами. Соединение в концевой пластине осуществлено сваркой в среде инертных газов. К концевым пластинам крепятся бачки радиатора – верхний и нижний. Жесткость конструкции, возможность ее стыковки с другими модулями радиатора, жалюзи и кожухами обеспечивается стойками, установленными на боковых поверхностях остова и соединенными с бачками. Теплотехнические характеристики водовоздушного радиатора выше по сравнению с базовым радиатором автомобиля БелАЗ-7523.

Для экспериментального исследования системы охлаждения, в том числе радиаторов, разработан и изготовлен стенд [2]. Конструкция стенда включает основные системы – воздухооборудования и теплоснабжения, а также вспомогательные – питания топливом, удаления отработавших газов, привода, приборного обеспечения испытания.

Методикой испытаний, составленной на основе требований соответствующих нормативных документов, предусматривается определение тепловых, гидравлических и аэродинамических характеристик радиатора путем измерения температур, давлений и расходов теплоносителей.

Важнейшим показателем эффективности радиатора является коэффициент теплопередачи, оценивающий удельную теплоотдачу сердцевины и тем

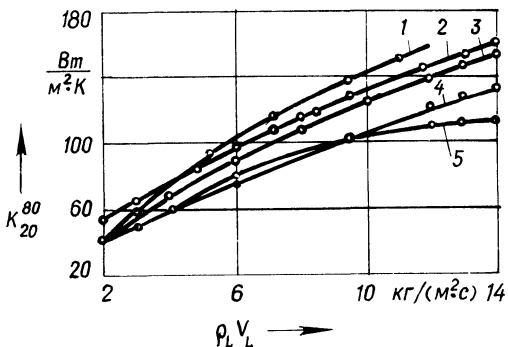


Рис. 1. Зависимость коэффициента теплопередачи от массовой скорости воздуха:

1 — радиатор БПИ; 2 — ЗИЛ-130; 3 — ВАЗ (Софика); 4 — КамАЗ; 5 — БелАЗ

самым определяющий основные размеры и металлоемкость конструкции.

Установлено, что в диапазоне изменения скорости жидкости (v_w) от 0,2 до 1 м/с и массовой скорости воздуха ($\rho_L v_L$) от 1 до 12 кг/(м²·с) коэффициент теплопередачи (K) нового радиатора изменяется в пределах 20...160 Вт/(м²·К). На рис. 1 представлены графики $K = f(\rho_L v_L)$ для медно-паяных радиаторов автомобилей БелАЗ [3] трубчато-пластинчатого типа; ЗИЛ-130 [4,5] трубчато-ленточного типа; алюминиевого радиатора ВАЗ-2108 [4] с охлаждающей поверхностью, образуемой трубками и пластинами, и алюминиевого радиатора конструкции КамАЗ [6] с оребрением, выполненным подрезкой и отгибкой.

Анализ графиков показывает, что радиатор БПИ по своим удельным тепловым характеристикам превосходит существующие конструкции, а по срав-

Табл. 1. Основные характеристики радиаторов

Показатель	Радиаторы				
	БПИ	ЗИЛ-130	КамАЗ	ВАЗ-2108	БелАЗ-7523
Коэффициент объемной компактности, м ² /м ³	613	1460	998	952	587
Коэффициент теплопередачи, Вт/(м ² ·К)	160	147	122	144	108
Скорость жидкости в трубках, м/с	1	1	1	1	1
Массовая скорость воздуха, кг/(м ² ·с)	12	12	12	12	12
Аэродинамическое сопротивление, Па	850	357	402	584	668
Глубина сердцевины, мм	156	57	52	45	170
Относительная теплоотдача с единицы объема, %	154	338	180	216	100
Энергетический критерий	1,1	2,1	0,96	0,65	1

нению с базовым вариантом (БелАЗ-7523) его теплоотдача с поверхности единичной площади на 60 % больше. Следует отметить, что при повышении аэродинамического сопротивления предлагаемой конструкции снижается частота вращения крыльчатки вентилятора, когда энергии создаваемого потока воздуха (до $\rho_L v_L = 4 \text{ кг}/(\text{м}^2 \cdot \text{с})$) недостаточно для эффективного омывания охлаждающей поверхности радиатора.

Комплексная оценка качества радиатора может быть проведена по показателям его теплоотдачи, а энергоемкость системы охлаждения оценивается по энергетическому критерию.

В табл. 1 приведены основные характеристики радиаторов, рассчитанные по [3–6] и результатам экспериментов. Из этих данных следует, что по компактности и относительной теплоотдаче радиатор БПИ уступает серийно выпускаемым образцам ЗИЛ-130 и ВАЗ-2108.

Оценка эффективности радиаторов по энергетическому критерию, который представляет собой отношение теплоотдачи поверхности к мощности, необходимой для создания потоков теплоносителей, показывает, что предлагаемый радиатор уступает только радиатору автомобиля ЗИЛ-130.

Анализ конструкции радиатора БПИ, методов его изготовления и сборки сердцевины показал, что применение таких радиаторов позволяет снизить металлоемкость изделий и себестоимость их изготовления.

ЛИТЕРАТУРА

1. Б у р к о в В.В. Алюминиевые теплообменники сельскохозяйственных и тракторных машин. – М., 1985. – 239 с. 2. Г у б с к и й А.Г., С у ш к о А.А. Стенд для исследования систем теплообмена моторно-силовых установок // Конструирование и эксплуатация автомобилей и тракторов. – Мн., 1986. – Вып. 1. – С. 71–73. 3. Исследование радиаторов системы охлаждения автосамосвала БелАЗ-548: Техн. отчет № 11/82. – М., 1973. – 64 с. 4. Б у р к о в В.В., И н д е й к и н А.И. Автотракторные радиаторы. – Л., 1978. – 216 с. 5. К р и г е р А.М., Д и с к и н М.Е., Н о в е н н и к о в А.Л., П и к у с В.И. Жидкостное охлаждение автомобильных двигателей. – М., 1985. – 176 с. 6. Б а р у н В.Н., Д е у л и н К.Н., Б у р к о в В.В. Теплогидродинамические характеристики автотракторных алюминиевых теплообменников с оребрением, выполненным нарезкой и отгибкой // Техн. пробл. повышения эффективности применения мощных колесных тракторов в РСФСР. – Л., 1984. – С. 39–48.

УДК 621.787.4

А.А. БУГАЕВ

ФОРМООБРАЗОВАНИЕ И МАКРОГЕОМЕТРИЯ КОЛЬЦЕВЫХ ДЕТАЛЕЙ ПРИ ХОЛОДНОЙ ТОРЦОВОЙ РАСКАТКЕ

Торцовая раскатка – формообразующий процесс, заключающийся в изменении профиля и размеров поперечного сечения кольцевой заготовки за счет деформирования ее между подвижным в радиальном направлении вращающимся раскатным роликом и матрицей [1].

Для анализа формообразования кольцевых деталей были проведены исследования. Заготовкой являлся пруток диаметром 9 мм и длиной 374 мм из