

# ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(12)

РЕСПУБЛИКА БЕЛАРУСЬ



НАЦИОНАЛЬНЫЙ ЦЕНТР  
ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ  
СОБСТВЕННОСТИ

(19) ВУ (11) 8767

(13) С1

(46) 2006.12.30

(51)<sup>7</sup> F 28D 7/00, 9/00

(54)

## ТРУБНЫЙ ПУЧОК

(21) Номер заявки: а 20040152

(22) 2004.03.01

(43) 2005.09.30

(71) Заявитель: Учреждение образования "Белорусский государственный технологический университет" (ВУ)

(72) Авторы: Жлобич Анатолий Викторович; Санкович Евгений Савельевич; Кунтыш Владимир Борисович (ВУ)

(73) Патентообладатель: Учреждение образования "Белорусский государственный технологический университет" (ВУ)

(56) RU 2055294 С1, 1996.

SU 1124172 А, 1984.

US 1198363 А, 1985.

SU 1763843 А1, 1992.

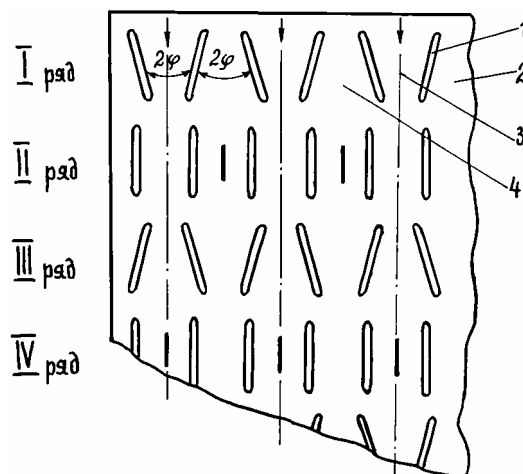
SU 1815567 А1, 1993.

US 3012758, 1961.

US 3148728, 1964.

(57)

Трубный пучок, содержащий набор расположенных рядами плоских труб и орebrение в виде пакета сплошных пластин, отличающийся тем, что трубы нечетных рядов со стороны входа воздуха установлены с разворотом в разные стороны относительно своих осей на угол не менее  $4-5^\circ$  с образованием конфузورных и диффузорных воздушных каналов, а трубы каждого четного ряда размещены параллельно друг другу с переходом от конфузорных и диффузорных воздушных каналов предыдущего нечетного ряда соответственно к диффузорным и конфузорным каналам следующего нечетного ряда, причем в пластинах между трубами каждого четного ряда за диффузорными каналами предыдущего нечетного ряда выполнены просечки по всей высоте пакета.



Фиг. 1

# ВУ 8767 С1 2006.12.30

Изобретение относится к теплотехническому оборудованию, теплотехническим аппаратам, а более конкретно к теплообменникам компактной конструкции (радиаторам) транспортных средств с двигателями внутреннего сгорания.

Трубные пучки радиаторов давно применяются на автомобилях, тракторах, тепловозах и др. и широко описаны в технической литературе [1, 3]. Наибольшую известность получил трубный пучок, представляющий набор плоскоовальных латунных труб с пакетами сплошных (коллективных) пластин из меди. Расположение труб в указанном пучке - преимущественно коридорное или шахматное. С целью усиления теплоотвода с воздушной стороны применяют ленточное оребрение, выполненное с наличием зиговки, разрезов для турбулизации потока (жалюзийное оребрение). Однако использование турбулизации такими способами приводит к значительному увеличению аэросопротивления и к большим затратам энергии на просасывание воздуха.

Также получила распространение шероховатая поверхность за счет применения волнистых труб или пластин, позволяющая организовать последовательное течение конфузорно-диффузорного вида [2]. Примером такой поверхности служит разработка, заявленная патентом Российской Федерации [4]. Именно этот патент служит ближайшим аналогом, хотя и не дает представления о конструкции трубного пучка в целом. Указанная разработка называет лишь оптимальные размеры поверхности теплообмена, которые не всегда могут быть выдержаны в конструкции пучка из плоских труб.

Наиболее близким по технической сущности и достигаемому результату является патент Российской Федерации [5], в котором радиатор с шахматным расположением плоских труб содержит конфузорно-диффузорные каналы, образованные чередованием выступов и впадин на оребрающих пластинах. Положение плоских труб в радиаторе оставлено без изменения, плотным, что при высокой компактности увеличивает засоряемость и аэродинамическое сопротивление потоку воздуха.

Задачей изобретения является повышение тепловой эффективности трубного пучка за счет изменения положения плоских труб и характера обтекания в системе плоских труб и пластин.

Указанная задача достигается тем, что в трубном пучке, содержащем набор плоских труб и оребрения в виде пакета сплошных пластин, трубы нечетных рядов со стороны входа воздуха установлены с разворотом в разные стороны относительно своих осей на угол не менее  $4-5^\circ$  с образованием конфузорных и диффузорных воздушных каналов, а трубы каждого четного ряда размещены параллельно друг другу с переходом от конфузорных и диффузорных воздушных каналов предыдущего нечетного ряда соответственно к диффузорным и конфузорным каналам следующего нечетного ряда, причем в пластинах между трубами каждого четного ряда за диффузорными каналами предыдущего нечетного ряда выполнены просечки по всей высоте пакета.

Существенное отличие предлагаемого изобретения заключается в том, что в трубном пучке сохраняется теплоотвод  $Q$ , Вт, в случае уменьшения поверхности теплообмена  $F$ ,  $m^2$ , за счет интенсификации, т.е. роста коэффициента теплоотдачи  $\alpha$ , Вт/( $m^2 \cdot K$ ), ибо

$$Q = \alpha \cdot \nabla T \cdot F,$$

где  $\nabla T$  - разность температур воздуха и поверхности теплообмена [6].

Рост коэффициента  $\alpha$  обусловлен, во-первых, созданием конфузорно-диффузорных каналов для прохода воздуха в пучке и образованием элементарных эжекционных камер смешения между ними. В итоге, кроме движения потока вглубь пучка, возникает дополнительно поперечное движение воздуха, омывающего трубы и пластины. Во-вторых, благодаря просечкам пластин, происходит циркуляция (конвекция) воздуха по высоте пучка и улучшение теплообмена в условиях неравномерного набегающего потока, а также благодаря разности температур на входе жидкости в пучок и на выходе из него.

## ВУ 8767 С1 2006.12.30

Существенно, что при переходе от конфузорного течения к диффузорному увеличивается толщина пограничного слоя, ведущая к отрыву этого слоя, турбулизации и повышению теплообмена. Поскольку конусность в конфузорах и углы раскрытия диффузоров образованы разворотом труб, они геометрически одинаковы, причем угол разворота регламентирован диффузорами и составляет в общем случае  $2\varphi = 8-10^\circ$ . По данным [7] оптимальный угол раскрытия зависит также от степени расширения диффузора  $n = F_2/F_1$ , где  $F_1$  и  $F_2$  - площади поперечного сечения диффузора соответственно на его входе и выходе, т.е. в нашем случае от размера труб. Изобретение поясняется чертежами: фиг. 1-3.

На фиг. 1 показан общий вид трубного пучка; на фиг. 2 - вид межтрубных каналов в поперечном сечении; на фиг. 3 - вариант просечки в пластине.

Трубный пучок состоит из набора плоских труб 1, равномерно размещенных с поворотом в разные стороны относительно своих осей, и пакета пластин 2, образующих совместно плоские каналы в виде конфузоров 3 и диффузоров 4 в нечетных рядах. Во втором и других четных рядах расположены эжекционные камеры смешения 5, переходящие по глубине пучка в диффузоры следующего ряда. В четных рядах между камерами смешения образованы также каналы 6, переходящие далее в конфузоры, а в пластинах 2 выполнены просечки 7, сообщающие эти каналы между собой по высоте пучка.

Просечки могут иметь различный вид и, как вариант (фиг. 3), просечка 8 выполнена в виде отверстия на все расстояние меж трубами.

Трубный пучок действует следующим образом.

Набегающий воздушный поток, будучи неравномерным по скоростям, омывая первый ряд труб 1 и пластины 2, поступает в конфузоры 3 и диффузоры 4 с дальнейшим движением в каналы второго ряда. В конфузорах 3 происходит ускорение потока со струйным истечением в каналы 5, которые представляют эжекционные камеры смешения за счет подсоса части газа, находящегося под избыточным давлением в диффузорах 4. Потоки смеси из каналов 5 направляются далее в диффузоры третьего ряда и частично в конфузоры третьего ряда. Таким образом, в пучке появляется система элементарных эжекторов, состоящих из конфузора 3, камеры смешения 5 и диффузора 4, создающая поперечное движение газа с перемешиванием и улучшающая конвективный теплообмен на стенках труб и пластин пучка. Известно [6], что в конфузорах при дозвуковом истечении теплообмен улучшается по их длине, а в диффузорах - за счет отрыва пограничного слоя на стенках.

Потоки в каналах 6 второго ряда несколько замедляются за счет трения газа на стенках труб, но выравниваются вследствие перетекания газа через продольные просечки 7 по высоте пучка. Просечки имеют повышенную шероховатость по краям пластин, улучшающую конвективный теплообмен. Просечки в виде отверстий 8 (фиг. 3), выполненных совместно с отверстиями для труб 1, облегчают циркуляцию и проход запыленного газа. Циркуляция газа через многочисленные просечки улучшается также вследствие наличия разности температур на входе жидкости в трубки и выходе из них. Благодаря указанным выше существенным особенностям трубный пучок, сохраняя теплоотвод неизменным, снижает свой вес. Менее плотная конструкция трубного пучка по сравнению с известными классическими радиаторами из плоских труб отличается снижением аэросопротивления проходу воздуха, который может быть запыленным.

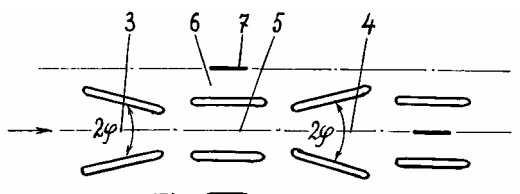
Предлагаемое изобретение может быть использовано при изготовлении радиаторов транспортных средств с двигателями внутреннего сгорания (автомобили, тракторы, тепловозы и другая мобильная техника).

Переход к заявляемой конструкции трубного пучка не требует сколь-нибудь значительного изменения известной технологии производства пучков из плоских труб.

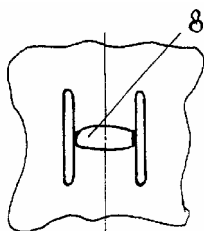
# ВУ 8767 С1 2006.12.30

Источники информации:

1. Бурков В.В., Индейкин А.И. Автотракторные радиаторы. - М.: Машиностроение, 1984. - 246 с.
2. Мигай В.К. Повышение эффективности современных теплообменников. - Л.: Энергия, 1980. - 144 с.
3. Куликов Ю.А. Системы охлаждения силовых установок тепловозов. - М.: Машиностроение, 1988. - 280 с.
4. Патент Российской Федерации 2031348, МПК F 28F 1/00, F 28D 7/00, 9/00, 1995.
5. Патент Российской Федерации 2055294, МПК F 28D 7/00, 9/00, B 61C 5/02, 1996.
6. Болгарский А.В. и др. Термодинамика и теплопередача. - М.: Высшая школа, 1975. - С. 390.
7. Дейч М.Е., Зарянкин А.Е. Газодинамика диффузоров и выхлопных патрубков. - Л.: Энергия, 1970. - С. 65.



Фиг. 2



Фиг. 3