

ПРЕДПУСКОВАЯ ПОДГОТОВКА КАТАЛИТИЧЕСКОГО НЕЙТРАЛИЗАТОРА ПРИ ОТРИЦАТЕЛЬНЫХ ТЕМПЕРАТУРАХ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

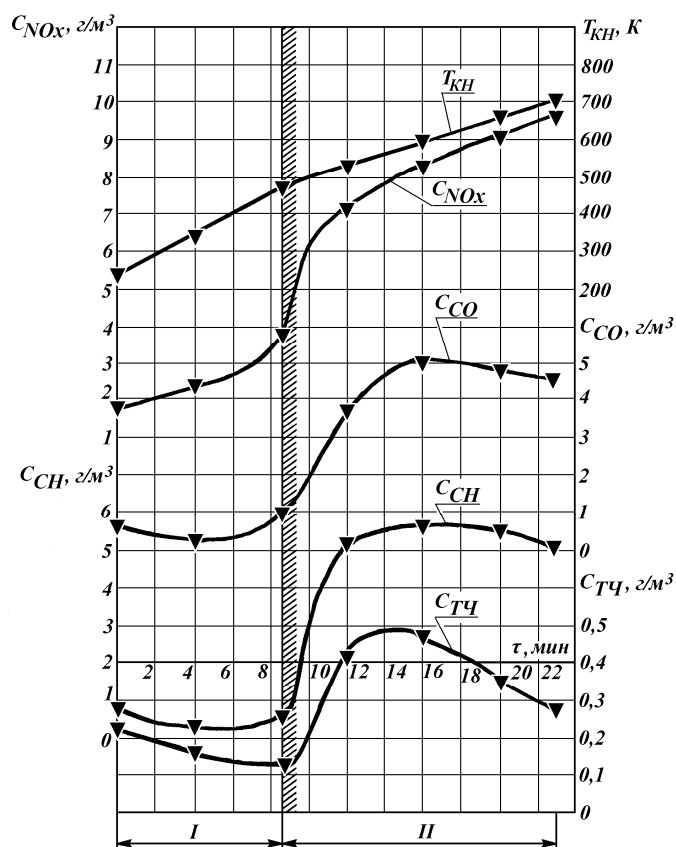


Рисунок 4. Изменение уровня вредных выбросов двигателем КамАЗ - 740 и предпусковым подогревателем ПЖД - 400 в процессе его разогрева.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Медведев Ю.С. // Двигателестроение. - 2004. - №2. - С. 23 - 24.
2. Максимейко Ю.Г., Мельберт А.А., Бекбаев Б.Ф.,

Грабовская Н.Н. // Проблемы совершенствования энергетических установок: Сб. статей. Барнаул: Изд. АлтГТУ, 2008. - С.73 - 77.

РАЗРАБОТКА НОВЫХ КОНСТРУКЦИЙ ТЕПЛООБМЕННЫХ АППАРАТОВ ДЛЯ ПРОМЫШЛЕННЫХ НУЖД

Е.В. Кондратюк, И.Г. Чигаев, А.Г. Семенин, И.В. Сесёлкин

Рассмотрены современные теплообменные аппараты, применяемые в пищевой и химической промышленности. Изучены основные характеристики, преимущества и недостатки используемой теплообменной техники.

Ключевые слова: теплообменник, охлаждение жидкости.

В настоящее время наряду с крупными предприятиями стали интенсивно развиваться предприятия малого бизнеса, а также подсобные и фермерские хозяйства. Очевидно, что объём выпускаемой продукции у них небольшой, но при этом технология производства продукции требует наличие оборудова-

ния для выполнения необходимых операций подчас тех же самых, что и на крупных предприятиях. Хотя сегодня производители и стали уделять внимание данной сфере – наладили выпуск малообъемного оборудования, что привело к снижению его стоимости, начали разработки техники специально для таких

предприятий, но этих мер явно не достаточно. Серийные аппараты как правило дороги и рассчитаны на производства с большим объёмом выпускаемой продукции. Теплообмен-

ные аппараты не стали исключением. В таблице 1 приведены характеристики охлаждающего оборудования, выпускаемого ООО "НПП Энергия" для молочных ферм [1].

Таблица 1

Характеристики холодильных установок компании ООО "НПП Энергия"

Аппарат	Максимальная вместимость, л	Время охлаждения молока (часов) при 1/3 загрузке от начальной температуры 32°C до конечной 4°C
Установка для охлаждения молока открытого типа	1070	3
	1070	
	2100	
	4000	
Установки для охлаждения молока закрытого типа NERENTA	2350	3
	3940	
	4740	
	5900	
Установки вертикальные для охлаждения молока NERENTA	530	3
	1060	
	2027	

Таблица 2

Характеристики пластинчатых теплообменников компании «АТИС-Лаб»

Модель	Температура, °C (вход/выход)		Нагрузка, кВт	Максимальный расход нагреваемой воды, л/ч	Габариты (ДхШхВ), мм	Вес, кг
	Греющий контур	Нагревательный контур				
Разборные теплообменники						
M10x20	90/60	5/55	100	1730	123x115x287	9
M10x30	90/60	5/55	150	2590	153x115x287	10
M10x40	90/60	5/55	200	3450	173x115x287	11
M10x50	90/60	5/55	250	4320	193x115x287	13
M10x60	90/60	5/55	280	5000	213x115x287	14
Паяные теплообменники						
E5Nx12	90/60	5/55	40	690	42x73x192	0,8
E5Nx16	90/60	5/55	55	950	54x73x192	0,9
E5Nx30	90/60	5/55	100	1730	92x73x192	1,6

Стоимость холодильных установок в зависимости от производительности колеблется от 165 до 770 тысяч рублей (в комплект оборудования входит бак, компрессор, КИП и трубопроводы внутренней развязки). Снизить затраты на приобретение теплообменников можно за счёт их замены на более дешёвые и эффективные проточные аппараты. Но при этом возникают проблемы с установкой и наладкой данных аппаратов, так как всё дополнительное оборудование покупается отдельно и требует квалифицированного подхода к установке его на аппарат.

Для того, чтобы повысить эффективность теплообменника, а также уменьшить его габариты используют развитую поверхность теплообмена. Чем выше развитость

поверхности, тем большая площадь поверхности теплообмена, а значит, повышается производительность и эффективность аппарата. В этом легко убедиться, рассмотрев уравнение теплопередачи в простейшем виде [2]:

$$Q = KF\Delta t_{cp}$$

где: K – коэффициент теплопередачи, Вт/(м²К); Q – количество теплоты, Дж; F – площадь поверхности теплообмена, м²; Δt_{cp} – средняя разность температур теплоносителей, °C.

Уравнение показывает прямую зависимость теплопроизводительности и площади поверхности теплообмена.

Характеристики пластинчатых и спиральных теплообменников различных конст-

РАЗРАБОТКА НОВЫХ КОНСТРУКЦИЙ ТЕПЛООБМЕННЫХ АППАРАТОВ ДЛЯ ПРОМЫШЛЕННЫХ НУЖД

ружий [3] приведены в таблице 2 [4]. Стоимость теплообменников таких конструкций составляет от 6 до 38 тысяч рублей.

Таблица 3

Значения коэффициента теплоотдачи при различном движении теплоносителей

Коэффициент теплоотдачи α , Вт/м ² К	Движение теплоносителей
1200 - 5800	для продольного обтекания труб и каналов
3100 - 10000	для поперечного обтекания труб

Как видно, цена и габариты аппаратов приемлемы, но вот использовать такой теплообменник можно только для подогрева воды. Чтобы использовать его для других жид-

костей необходимо дополнительное оборудование, которое повысит его стоимость и снизит его эксплуатационные качества. Увеличение производительности теплообменника можно достичь, используя специфические материалы, которые имеют высокий коэффициент теплопередачи и увеличивают производительность, которая прямо пропорциональна указанному коэффициенту. Теплообменники, изготовленные из таких материалов, довольно дороги и обычно применяются для производств, где другие материалы не пригодны. Например, графитовые теплообменники используются в производстве фосфорной кислоты [3].

Таблица 4

Типоразмер пароводяных подогревателей Центральной Технологической Компании

Обозначение/типоразмер пароводяного подогревателя	Площадь поверхности нагрева, м ²	Количество трубок, шт	Диаметр корпуса, мм	Общая длина, мм	Масса общая, кг
ПП2-6-0,2-2	6,3	68	325	2606	390
ПП2-9-0,7-2	9,5	68	325	3606	485
ПП2-9-0,7-4	9,5	68	325	3606	485
ПП2-11-0,2-2	11,4	124	426	2650	600
ПП2-17-0,7-2	17,2	124	426	3650	730
ПП2-17-0,7-4	17,2	124	426	3650	730
ПП2-16-0,2-2	16	176	480	2720	730
ПП2-24-0,7-2	24,4	176	480	3630	940
ПП2-24-0,7-4	24,4	176	480	3630	940
ПП1-21-0,2-2	21,2	232	530	2785	900
ПП1-32-0,7-2	32	232	530	3785	1090
ПП1-32-0,7-4	32	232	530	3785	1090
ПП1-35-0,2-2	35,3	392	630	2885	1290
ПП1-53-0,7-2	53,9	392	630	3835	1565
ПП1-53-0,7-4	53,9	392	630	3835	1565
ПП1-71-0,2-2	71	792	820	3135	1615
ПП1-76-0,7-2	76,8	560	720	3985	2000
ПП1-76-0,7-4	76,8	560	720	3985	2000
ПП1-108-0,7-2	108	792	820	4135	2600

Таблица 5

Характеристики опытного образца

Размеры, мм		Вес, кг	Поверхность теплообмена, м ²	Тепловая нагрузка, кВт
Диаметр	Длина			
110	1200	10	0,8	0,7

Для повышения эффективности теплообменников разрабатывают эффективную гидродинамику потока, а также схему оптимального движения теплоносителей стремясь уменьшить количество застойных мест и увеличить турбулентность потока и его скорость. Это обуславливает высокий конвек-

тивный перенос тепла от стенки в глубь потока, тем самым увеличивая разность температур по обе стороны стенки, что в свою очередь повышает производительность теплообменника. В таблице 3 приведены значения коэффициента теплоотдачи при различных движениях теплоносителей [2].

Поскольку величина коэффициента теплоотдачи возрастает при поперечном обтекании труб теплоносителем, а следовательно коэффициент теплопередачи, зависящий от него, тоже возрастает. Более эффективное использование пространства уменьшает габариты аппарата. Это актуально для кожухотрубчатых и змеевиковых теплообменников [3]. Пример: кожухотрубчатый теплообменник типа труба в трубе имеет малое гидравлическое сопротивление, что позволяет существенно увеличить скорость потока. Увеличенную площадь теплообмена и усложненное движение теплоносителей имеют кожухотрубчатые теплообменники с большим количеством труб. Характеристики кожухотрубчатых подогревателей в зависимости от типоразмера приведены в таблице 4 [5]. Стоимость кожухотрубчатых подогревателей колеблется от 45 до 620 тысяч рублей.

Как видно, из представленной таблицы габариты и вес кожухотрубчатых теплообменников значительно возросли по сравнению с пластинчатыми теплообменниками, но повысилась и универсальность. В зависимости от материала такие теплообменники можно использовать для подогрева или охлаждения различных жидких сред.

Все выше перечисленные теплообменные аппараты имеют ряд недостатков. Главным из них является цена, которая выше приемлемой для большинства предприятий малого бизнеса. Вторым недостатком является сложность монтажа и эксплуатации теплообменников. Особенно это касается проточных аппаратов, не имеющих в комплекте поставки вспомогательного оборудования. Для всех промышленных теплообменников характерны большие габариты, связанные с большим объемом выпускаемой продукции, что представляет определённые трудности с их транспортировкой и размещением. Немаловажным фактором является узкая специализация предлагаемых на данный момент аппаратов, поэтому бизнесменам приходится покупать несколько теплообменников.

Так, теплообменники, контактирующие с пищевыми продуктами, нуждаются в частых регулярных чистках, к чему большинство промышленных аппаратов не приспособлено.

На кафедре ХТиИЭ АлтГТУ изготовлен опытный образец теплообменника, в котором использовалась комбинация современных высокотехнологичных материалов с высоким и низким коэффициентами теплопередачи, что позволило получить теплообменник со следующими характеристиками: интервал рабочих температур от - 45 до + 85 °С; высокая долговечность (порядка 15 – 20 лет); возможность работы с пищевыми продуктами;

низкие потери тепла в окружающую среду без применения дополнительных теплоизоляционных элементов. Для увеличения площади теплообмена, а следовательно, уменьшения габаритов аппарата, использовалась трубка с развитой поверхностью теплообмена. Для повышения эффективности в опытном образце теплоносители движутся по схеме змеевиковых теплообменников, но не исключена и возможность движения по схеме теплообменников типа труба в трубе при больших скоростях. Основные характеристики опытного образца приведены в таблице 5. Опытный образец оборудован элементами автоматики, в частности расходомерами и термосопротивлениями с восьмиканальным измерителем УКТ38-Ц4 [6]. Расходомеры служат для определения производительности по теплоносителем. Термодатчики предназначены для измерения температуры на входах и выходах теплообменника, а также для определения температуры в точках по сечению самого образца. Показания приборов дадут возможность оценить эффективность данной конструкции, оптимальные параметры работы, а также инерционность аппарата, создадут базу для моделирования схожих конструкций. Серийные теплообменники будут оборудованы более простой схемой автоматизации, позволяющей удобно и просто осуществлять контроль и регулирование параметров его работы. Ориентировочная цена теплообменника без дополнительных устройств составляет 10 тысяч рублей.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Холодильные установки для молочной промышленности [Электронный ресурс]: статья/Ковров. – 2011. – Режим доступа: <http://www.npp-energiya.ru/price.html/> Загл. с экрана.
2. Павлов К.Ф., Романков П.Г., Носков А.А. Примеры и задачи по курсу процессов и аппаратов химической технологии: Учебное пособие для вузов под ред. чл. - корр. АН России П. Г. Романкова. – 13-е изд., стереотипное. Перепечатка с издания 1987 г. М.: ООО ТИД "Альянс", 2006. – 576 с.
3. Поникаров И.И., Гайнуллин М.Г. Машины и аппараты химических производств и нефтегазопереработки. - М.: Альфа-М. - 2006. - 605 с.
4. Пластинчатые теплообменники расчёт и производство [Электронный ресурс]: статья/Петербург. - 2011. – Режим доступа: <http://atislalab.ru/price/> Заглавие с экрана
5. Подогреватели пароводяные [Электронный ресурс]: статья/М. – 2011. – Режим доступа http://centrtehkom.ru/index.php?option=com_content&task=view&id=4&Itemid=9/ Загл. с экр
6. Контрольно измерительные приборы производства ОВЕН [Электронный ресурс]: статья/М – 2011. – Режим доступа: <http://www.owen.ru/catalog/> Загл. с экр.