

А.Л.Меркулов, С.А.Меркулов

ВИХРЕВОЙ ХОЛОДИЛЬНИК
НА БАЗЕ ГАЗОРАСПРЕДЕЛИТЕЛЬНОЙ ПОДСТАНЦИИ

(Самара ил. авиакосмонавтики университет)

Рассматривается система термостабилизации помещений с вихревой трубой на базе ГРП. Разработана методика расчета вихревых труб, работающих на метане и других многатомных газах.

На газораспределительных подстанциях (ГРП), расположенных в сельских населенных пунктах и на различных предприятиях городов, природный газ (CH_4 – метан) поступает по магистральным трубопроводам с избыточным давлением 0,3...0,8 МПа, а затем дросселируется на ГРП до почти атмосферного давления (до избыточного давления 0,003 МПа). Энергия давления при этом теряется. Этот "бесплатный" перепад давления можно использовать для получения холода и тепла и обеспечения ими термостабилизации воздуха в различных помещениях, например овошехранилищах, в летнее и зимнее время, а в некоторых случаях – для создания небольших морозильных камер замораживания сельхозпродуктов.

Наиболее удобным утилизирующим холодоильно-нагревательным устройством в этом случае является вихревая труба, в которой холод и тепло создаются за счет вихревого эффекта. Она очень проста по устройству и надежна в эксплуатации, герметична и компактна, не требует квалифицированного обслуживания и имеет очень большой ресурс.

Система термостабилизации помещений с вихревой трубой на базе ГРП не требует промежуточного теплоносителя, так как вытекающие из нее охлажденный и подогретый потоки имеют низкое избыточное давление, соответствующее выходному давлению газа на ГРП (0,003 МПа), и поэтому они с полной безопасностью могут быть непосредственно на-

ISBN 5-230-16926-5

Вихревой эффект
и его применение в технике.
Самара, 1992

правлены в теплообменное устройство охлаждения (подогрева) воздуха кондиционируемого помещения.

Достаточно низкий температурный потенциал холодного потока вихревой трубы позволяет реализовать осушку методом вымораживания влаги из воздуха кондиционируемого помещения, т.е. создать простую систему регулирования влажности воздуха в помещении.

Экономическая эффективность использования рассматриваемой вихревой системы охлаждения по сравнению с широко распространенной фреоновой холодильной машиной очевидна: в ней практически отсутствуют энергозатраты на функционирование холодильно-нагревательного устройства, ничтожна стоимость агрегата и расходы на его обслуживание по сравнению с фреоновой машиной, устраняется экологически опасный фреон.

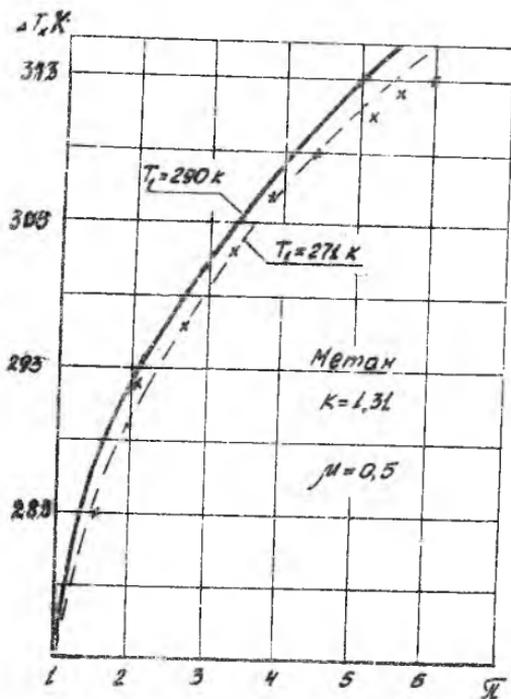
Статистические данные по Самарской области дают средний расход газа по сельским ГРП порядка $600 \text{ Н}\cdot\text{м}^3/\text{ч}$, а по промышленным и городским — до нескольких десятков тысяч.

Давление газа во входной магистрали ГРП колеблется в пределах $0,4 \dots 0,7 \text{ МПа}$, выходное избыточное давление — от $0,003$ до $0,08 \text{ МПа}$. Питающие ГРП газораспределительные станции (ГРС) имеют на входе избыточное давление $1,2 \dots 2,5 \text{ МПа}$ и могут повысить давление на входе в ГРП до $0,8 \text{ МПа}$, что позволяет располагать достаточно высокими перепадами давления газа на ГРП.

Широкий диапазон расходов и перепадов давления требует при проектировании наличия методики расчета вихревой трубы для различных входных параметров. Данное исследование посвящено разработке такой методики.

Методика построена на предложенных нами ранее [1] обобщенных характеристиках вихревой трубы, представляющих собой кривые зависимости температурной эффективности η_x холодного потока от его массовой доли μ в степени расширения π газа в вихревой трубе при оптимальных по μ относительных диаметрах отверстия шайбы.

Обобщенные характеристики были получены и построены для рабочего тела — воздуха. Основываясь на теории вихревого эффекта [1], можно утверждать, что для рабочего тела — метана эти характеристики будут справедливы, если при их использовании в расчетах показатель охлаждения холодного потока по величине η_x будет заменен показателем адиабаты для воздуха $K = 1,4$ на показатель адиабаты для метана $K = 1,31$.



Р и с. Сравнение теоретических и экспериментальных значений эффектов охлаждения холодного потока по X

$T_i = 271$ К. Результаты экспериментальных измерений показаны на графике крестиками.

Некоторое снижение полученных эффектов охлаждения от расчетных объясняется тем, что температура метана на входе в экспериментах на 7% ниже принятой в расчетах ($290/271 = 1,07$). При пересчете теоретических эффектов охлаждения на температуру 271 К получены значения, соответствующие изображенной на графике пунктирной кривой, сопалающие с экспериментальными значениями. Это подтверждает практическую возможность использования обобщенных характеристик для инженерных расчетов вихревых труб, работающих на метане и других многоатомных газах.

На графике (рис.) сплошной линией изображена зависимость эффекта охлаждения холодного потока вихревой трубы ΔT_k от степени расширения X при массовой доле холодного потока $\mu = 0,5$, температуре на входе $T_i = 290$ К, относительной площади сопла $\bar{F}_c = 0,1$ и оптимальном для выбранного μ относительном отверстии диафрагмы.

С целью оценки справедливости проведенного пересчета были проведены экспериментальные исследования вихревой трубы, рассчитанной на объемный расход $V_i = 200$ л·м³/ч при входном давлении $p_i = 0,6$ МПа. Диаметр вихревой трубы $D = 23$ мм. Испытания проводились на базе сельской ГРП, где давление метана во входной магистрали составляло $p_i = 0,634$ МПа, температура $T_i =$

И. Меркулов А.П. Вихревой эффект и его применение в технике. Машиностроение, 1969.

УДК 532.527

А.П.Меркулов

**ВИХРЕВОЙ НАГРЕВ - ОХЛАЖДЕНИЕ СИЛОВЫХ ЭЛЕМЕНТОВ
С ПАМЯТЬЮ ФОРМЫ**

(Самарский аэрокосмический университет)

Представлена схематичная конструкция пресса на основе силового элемента из сплава с памятью формы, в котором цикл нагрева-охлаждения осуществляется с помощью охлаждаемой и самовакуумирующейся вихревых труб, соответственно, работающих от заводской пневмосети.

В последние годы все шире находят применение силовые устройства, основанные на деформации сплавов металлов с памятью формы. Для осуществления цикла деформации-восстановления эти силовые элементы должны быть нагреты, а затем охлаждены. Диапазон разности температуры нагрева-охлаждения составляет несколько десятков градусов, поэтому даже при сравнительно невысокой удельной теплоемкости этих сплавов для обеспечения приемлемой частоты циклов требуется обеспечить высокоинтенсивные тепловые потоки нагрева-охлаждения через поверхности силового элемента.

С целью реализации интенсивности этих процессов при сохранении достаточного поперечного сечения, определяющего суммарное усилие деформации силового элемента, его чаще изготавливают в виде пустотелого цилиндра, деформируемого вдоль оси. Такая форма позволяет создать систему нагрева-охлаждения с помощью вихревого эффекта. Известно, что помещенное в присевую зону самовакуумирующейся вихревой трубы цилиндрическое тело можно быстро охладить до

Вихревой эффект
и его применение в технике.
Самара, 1992

ISBN 5-230-16926-5