

Национальная академия наук Беларуси

**СБОРНИК ТРУДОВ
МОЛОДЫХ УЧЕНЫХ
НАЦИОНАЛЬНОЙ АКАДЕМИИ
НАУК БЕЛАРУСИ**

Том III

**ОТДЕЛЕНИЕ ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИХ НАУК
ОТДЕЛЕНИЕ ФИЗИКИ, МАТЕМАТИКИ И ИНФОРМАТИКИ
ОТДЕЛЕНИЕ ХИМИИ И НАУК О ЗЕМЛЕ**

Минск
ИООО «Право и экономика»
2003

ББК 65

С 82

Научная редакция трудов Отделения физико-технических наук:

Ю.М. Плескачевский, член-корреспондент, док. тех. наук.

Научная редакция трудов Отделения физики, математики и информатики:

В. Н. Белый, профессор, док. физ.-мат. наук

Б. А. Бушук, док. физ.-мат. наук;

О. В. Царюк, канд. физ.-мат. наук.

Научная редакция трудов Отделения химии и наук о Земле:

В. Е. Агабеков, член-корреспондент, док. хим. наук;

А. В. Бильдюкевич, док. хим. наук;

З. И. Куваева, док. хим. наук;

Е. В. Королева, док. хим. наук;

А. А. Махнач, член-корреспондент, док. геолого-минералогических наук;

С. А. Усанов, профессор, док. хим. наук;

Э. А. Томсон, канд. хим. наук;

Н. С. Якимович, канд. биол. наук.

Редакционная группа:

А.А. Ванин, И.Д. Карпенко, С.О. Мамчик, Е.И. Мардосевич,

С.Г. Пашкевич, В.А. Писарев, П.В. Расторгуев, Н.М. Ровбель,

Д.О. Тетерюнов, А.Ю. Финогенов, А.Л. Худолей

**С 82 СБОРНИК ТРУДОВ МОЛОДЫХ УЧЕНЫХ НАЦИОНАЛЬНОЙ
АКАДЕМИИ НАУК БЕЛАРУСИ. Том III. Отделение физико-технических
наук. Отделение физики, математики и информатики. Отделение химии и
наук о земле. – Мн.: ИООО «Право и экономика», 2003. – 254 с.**

ISBN 985-442-098-3

ISBN 985-442-098-3

© ИООО «Право и экономика», 2003

кости, ухудшающей условия для выхода пара. Интенсификацию теплоотдачи при уровне жидкости ниже верхней образующей трубы можно объяснить отсутствием пленки жидкости в макропорах незатопленного участка. Жидкая фаза к местам фазового перехода подводится с помощью капиллярных сил, парообразование происходит в устьях микропор на выходе в пароотводящие каналы, термическое и гидродинамическое сопротивление слоя жидкости над пористой поверхностью отсутствует. В области тепловых нагрузок $q = (0.1 \div 1.5) \text{ кВт/м}^2$ наблюдалось увеличение коэффициентов теплоотдачи в 1.5 раза при уровне жидкости на высоте верхней образующей образца ($h \sim 20 \text{ мм}$), в 2.5-3 раза для $h = (15 \div 0) \text{ мм}$. Для уровней $h = 20$ и 15 мм в области развитого кипения ($q > 10 \text{ кВт/м}^2$) коэффициенты α имеют близкие значения. Снижение уровня жидкости до 10 мм относительно нижней образующей трубы отрицательно сказывается на интенсивности теплоотдачи при тепловых нагрузках выше $(1.5 \div 2) \text{ кВт/м}^2$. Это связано с ростом среднего перегрева теплоотдающей поверхности (рис. 2, б) вследствие ухудшения условий подвода жидкости к местам парообразования и осушения капилляров.

Литература

1. Клименко А.П., Козицкий В.И. Экспериментальное исследование теплообмена при кипении пропана. // Нефтяная и газовая промышленность. 1967. № 1. С. 40-43.
2. Pool boiling heat transfer from GEWA-T-x finned tube to propane and propylene / D. Gorenflo, P. Blein, W. Rott et al. // Advanced in Pool Boiling Heat Transfer: Eurotherm No. 8. Proc. of Int. Seminar, Paderborn, F.R.G., 1989. P. 116-126.
3. Модель процесса концентрирования при кипении в капиллярно-пористых структурах / В.С. Полонский, А.С. Зуйков, А.И. Леонтьев, М.А. Стирикович // Доклады АН СССР. 1978. Т. 241. № 3. С. 579-583.
4. Ковалев С.А., Соловьев С.Л. Испарение и конденсация в тепловых трубах. М.: Наука, 1989. 112 с.
5. Webb R.L. Nucleate boiling on porous coated surfaces // Heat Transfer Engineering. V. 4. Nos. 3-4. 1983. P. 71-82.
6. Smirnov H.F. Afanasiev B.A., Poniewski M.E. Boiling in capillary-porous structures // Proc. Int. Conf. Heat Transfer with Change of Phase, Kielce, Poland. Part II. 1996. P. 197-220.
7. Shaubach R.M., Dussinger P.M., Bogart J.E. Boiling in heat pipe evaporator wick structures // Proc. 7th Int. Heat Pipe Conf., Minsk, Belarus. 1990. P. 1-15.

УДК 536.46

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ОЦЕНКА ТЕПЛОПЕРЕДАЧИ В УСТАНОВКЕ ФИЛЬТРАЦИОННОГО ДОЖИГАНИЯ ЛЕГУЧИХ ОРГАНИЧЕСКИХ КОМПОНЕНТОВ

Шмелев Е.С.

Институт тепло- и массообмена им. А.В. Лыкова, Минск

Установка фильтрационного дожигания летучих органических веществ, о температурных профилях которой пойдет речь в данной работе, предназначена для очистки воздушных вытяжных потоков некоторых предприятий, техноло-

гические процессы которых связаны с выбросом летучих органических веществ. Схематически данная установка представлена на Рис.1.

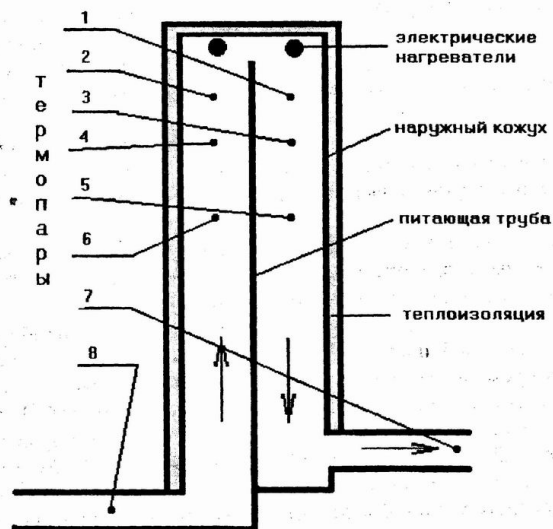


Рис. 1. Принципиальная схема установки фильтрационного дожигания летучих органических веществ.

Питающая труба и полость между питающей трубой и кожухом заполнена насадкой из керамических элементов. Зона дожигания разогревается до температуры самовоспламенения (800-900 °С) электрическими нагревателями. Воздух, загрязненный летучими органическими веществами подается в зону сжигания по питающей трубе, а продукты сгорания отводятся через полость между питающей трубой и кожухом установки. Тепло от горячих продуктов сгорания при движении в полости передается движущемуся противоточно по питающей трубе загрязненному воздуху. От эффективности этого процесса рекуперации существенно зависит экономичность процесса дожигания. Для расчета размеров зоны рекуперации, определяющихся расстоянием от зоны сжигания до выхода из установки, необходимо знание коэффициентов теплопередачи и температурных полей в рабочих режимах установки. Теплопередача от продуктов сгорания к поступающей на дожигание смеси имеет сложный механизм [1,2,3], включающий перенос излучением и конвекцией от продуктов сгорания к керамической насадке и стенкам питающей трубы от керамической насадки, перенос теплопроводностью через стенки питающей трубы, перенос от стенок питающей трубы теплопроводностью и излучением к керамической насадке в питающей трубе, перенос излучением и конвекцией к поступающей по питающей трубе смеси на дожигание.

Следует также учитывать, что вклад отдельных составляющих механизма теплопередачи существенно зависит от температуры, поэтому теоретический расчет является довольно сложным. В связи с этим, экспериментальные данные по профилям температуры и коэффициенты теплопередачи представляют интерес, как для проектирования установок, так и для проверки теоретических расчетов.

Для экспериментального определения профилей температур по высоте установки были размещены термопары согласно рис. 1. с интервалом 100-100-150 мм. Кроме этого, регистрировалась температура продуктов сгорания на выходе из аппарата. Внутри цилиндра, на его оси находились термопары, данные с которых считывались через прибор Сосна 002 непосредственно на компьютер с помощью программы, разработанной в лаборатории Химической Физики Института тепло – и массообмена НАН Б с использованием Borland C++ Builder. Данная программа позволяла считывать данные, подаваемые прибором Сосна 002 на последовательный порт компьютера, обрабатывать их, записывать в файл и выдавать в режиме реального времени графики на экран.

В зоне дожигания поддерживалась температура около 900 °С. Нижняя граница зоны дожигания не выходила далее 0,1 м от верхнего торца питающей трубы. Термопары 1,2 расположены на 0,1м., 3,4 – 0,2м., 5,6 – 0,35м. от верхнего торца питающей трубы. Термопары 7,8 расположены на выходе и входе питающей трубы соответственно. Высота питающей трубы составляла 1м. Результаты измерений приведены в табл. 1-3.

Таблица 1. Температурные профили при расходе воздуха 40 м³/ч

№	1	2	3	4	5	6	7	8
L, м	0.1	0.1	0.2	0.2	0.35	0.35	1.3	1.3
t, °C	730	415	534	280	464	229	127	20

Таблица 2. Температурные профили при расходе воздуха 55 м³/ч

№	1	2	3	4	5	6	7	8
L, м	0.1	0.1	0.2	0.2	0.35	0.35	1.3	1.3
t, °C	744	487	573	319	503	247	133	20

Таблица 3. Температурные профили при расходе воздуха 70 м³/ч

№	1	2	3	4	5	6	7	8
L, м	0.1	0.1	0.2	0.2	0.35	0.35	1.3	1.3
t, °C	767	525	606	364	548	291	137	20

По результатам измерений проводилась оценка коэффициентов теплопередачи на различных участках питающей трубы для стационарного состояния для средних перепадов температур, исходя из соотношения

$$Vc_{VP}(t_i - t_{i-1}) = kS(t_r - t_x) / L,$$

где V – объемный расход газовой смеси, c_{VP} – средняя объемная теплоемкость смеси при постоянном давлении, t_i, t_{i-1} – температуры концов расчетно-

го участка реактора, $\overline{t_r, t_x}$ - средние температуры сгоревших газов и поступающей газовой смеси на расчетном участке соответственно.

Оценки значений коэффициентов теплопередачи k (Дж/м²·с) на различных участках питающей трубы в зависимости от расхода газовой смеси приведены в табл. 4.

Таблица 4. Коэффициенты теплопередачи

$V, \text{ м}^3/\text{ч}$ $L, \text{ м}$	40	55	70
0,1-0,2	1,58	2,95	3,92
0,2-0,35	0,44	0,846	1,12
0,35-0,95	0,40	0,56	0,84

Таким образом, существенное снижение коэффициентов теплопередачи в области ниже 0,35 м. от верхнего среза питающей трубы показывает, что дальнейшее увеличение ее длины нецелесообразно, а предпочтительно использовать более эффективные теплообменники.

Литература

1. Доброго К.В., Жданок С.А. // Инженерный расчет характеристик волны фильтрационного горения на основе двухтемпературной одномерной модели / ИФЖ, 1998г. т.71 N 3. С. 424-431
2. Лаевский Ю.М., Бабкин В.С. // Распространение тепловых волн в гетерогенных средах / Под ред. Ю. Матроса. Новосибирск, 1988. С. 108-145.

ОБЪЕДИНЕННЫЙ ИНСТИТУТ ПРОБЛЕМ ИНФОРМАТИКИ НАН БЕЛАРУСИ

УДК 519.10

О РАДИУСЕ СИЛЬНОЙ УСТОЙЧИВОСТИ МНОГОКРИТЕРИАЛЬНОЙ ЗАДАЧИ ОПТИМИЗАЦИИ НА ПОДСТАНОВКАХ

Похилько В. Г., м. н. с.

Объединенный институт проблем информатики НАН Беларуси, Минск

1. Определения и леммы

Сформулируем многокритериальную (векторную) задачу минимизации линейных форм на множестве подстановок (см., например [1]).

Пусть $m, n \in \mathbb{N}$, $m \geq 2$, а $A = [a_{ij}]_{n \times m}$ и $B = [b_{ij}]_{n \times m}$ — пара вещественных матриц. Пусть S_m — симметрическая группа подстановок, действующая на множестве $N_m = \{1, 2, \dots, m\}$. На непустом множестве подстановок $T \subseteq S_m$ зададим векторный критерий

Научное издание

**СБОРНИК ТРУДОВ МОЛОДЫХ УЧЕНЫХ
НАЦИОНАЛЬНОЙ АКАДЕМИИ НАУК БЕЛАРУСИ**

Том III

ОТДЕЛЕНИЕ ФИЗИКО-ТЕХНИЧЕСКИХ НАУК
ОТДЕЛЕНИЕ ФИЗИКИ, МАТЕМАТИКИ И ИНФОРМАТИКИ
ОТДЕЛЕНИЕ ХИМИИ И НАУК О ЗЕМЛЕ

Технический редактор *В.Г.Гавриленко*

Подписано в печать 17.10.2003. Формат 69х84_{1/8}.
Усл. печ. л. 15,0. Уч. изд. л. 15,1. Тираж 500 экз. Бумага офсетная. Гарнитура Times.
ИООО «Право и экономика». Лицензия ЛВ № 464 от 15.09.2000 г. Заказ 35
220072 г. Минск ул. Сурганова 1, корп. 2.
Типография УП «КНИГ» Минск Революционная 12. Лицензия ЛП147 от 11.10.2000.

ISBN 985-442-098-3



НАЦИОНАЛЬНАЯ АКАДЕМИЯ НАУК БЕЛАРУСИ
РУП «АКАДЕМИЧЕСКАЯ КНИГА»

Литература в области права, экономики, политики,
философии, социологии, психологии, естественных
и технических наук.

Энциклопедии, справочники, методическая, детская
и художественная литература.

Законодательство Республики Беларусь,
в том числе кодексы и законы с последними изменениями.

220072 Минск пр-т Ф.Скорины, 72
Тел. (017) 232-46-52, 232-50-43, 232-00-52
E-mail: Akademkniga@tut.by