

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Министерство образования и науки Республики Татарстан  
Академия наук Республики Татарстан  
Федеральное государственное бюджетное  
образовательное учреждение высшего образования  
«Казанский государственный энергетический университет»

**XIV МЕЖДУНАРОДНАЯ МОЛОДЕЖНАЯ НАУЧНАЯ  
КОНФЕРЕНЦИЯ «ТИНЧУРИНСКИЕ ЧТЕНИЯ»**

23–26 апреля 2019 г.

Материалы конференции

В трех томах

Том 2

ТЕПЛОЭНЕРГЕТИКА

Часть 2

*Под общей редакцией ректора КГЭУ  
Э.Ю. Абдуллазянова*

Казань  
2019

УДК 371.334  
ББК 31.2+31.3+81.2  
Ч54

Рецензенты:

д-р техн. наук, проф., ФГБОУ ВО «КНИТУ» А.Н. Николаев;  
канд. техн. наук, ФГБОУ ВО «КГЭУ» Э.В. Шамсутдинов

Редакционная коллегия:

Э.Ю. Абдуллазянов (гл. редактор),  
Э.В. Шамсутдинов (зам. гл. редактора), А.В. Леонтьев,  
Н.Д. Чичирова, И.В. Ившин, И.Г. Ахметова, А.Г. Арзамасова

Ч54 **XIV Международная молодежная научная конференция «Тинчуринские чтения».** В 3 т. Т. 1. Электроэнергетика и электроника: матер. конф. (Казань, 23–26 апреля 2019 г.) / под общ. ред. ректора КГЭУ Э.Ю. Абдуллазянова. – Казань: Казан. гос. энерг. ун-т, 2019. – Ч. 2. – 391 с.

ISBN 978-5-89873-550-0 (т. 2, ч. 2)  
ISBN 978-5-89873-546-3

Опубликованы материалы конференции, в которых изложены результаты научно-исследовательской работы молодых ученых, аспирантов и студентов по проблемам в области тепло- и электроэнергетики, ресурсосберегающих технологий в энергетике, энергомашиностроения, инженерной экологии, электромеханики и электропривода, фундаментальной физики, современной электроники и компьютерных информационных технологий, экономики, социологии, истории и философии.

Предназначены для научных работников, аспирантов и специалистов, работающих в сфере энергетики, а также для студентов вузов энергетического профиля.

Тексты докладов публикуются в авторской редакции. Ответственность за их содержание возлагается на авторов.

УДК 371.334  
ББК 31.2+31.3+81.2

ISBN 978-5-89873-550-0 (т. 2, ч. 2)  
ISBN 978-5-89873-546-3

© Казанский государственный  
энергетический университет, 2019

$$\zeta_n = \frac{(\gamma-1)Y}{2\Omega_n} [D_{R,nn}I_I(\Omega_n) - D_{I,nn}I_R(\Omega_n)]. \quad (16)$$

Комбинирование (9) со второй частью уравнения (13) приведет к соответствующим общим выражениям:

$$\zeta_n = -\frac{(\gamma-1)Y_n \psi_n'(x_s)}{2\Omega_n} \int_{x_s}^1 \bar{Q} \sin\left(\sigma_n + \Omega_n \frac{x-x_s}{u_c}\right) \psi_n dx \quad (17)$$

для локальной и конвективной термоакустических моделей взаимодействия. В уравнении (17)  $Y_n = YA(\Omega_n)$ ,  $\sigma_n = \sigma(\Omega_n)$ , где  $A\cos(\sigma) = I_R$ ,  $A\sin(\sigma) = -I_1$ .

Подчеркнем, что уравнение (17) подходит для всех граничных условий и всех термоакустических моделей взаимодействия.

### Источники

1. Лойцянский Л.Г. Механика жидкости и газа. М.: Наука, 1987. 848 с.
2. Сахабутдинов Ж.М., Кочнева О.С., Павлов Г.И. Анализ термически возбуждаемых пульсационных колебаний газа в цилиндрической трубе // Известия вузов. Проблемы энергетики. 2004. № 3/4. С. 13–26.

УДК 66.095.264.3

## РАССМОТРЕНИЕ НЕСТАЦИОНАРНОЙ ЗАДАЧИ ПРИ ПОЛИМЕРИЗАЦИИ И ПРОГРЕВЕ МАТЕРИАЛА

Р.С. Мирсалихов<sup>1</sup>, В.Э. Зинуров<sup>2</sup>, М.О. Григорьева<sup>3</sup>  
<sup>1,2,3</sup>ФГБОУ ВО «КГЭУ», г. Казань  
 vadd\_93@mail.ru

Науч. рук. канд. техн. наук И.И. Шарипов

**Аннотация.** В данной работе рассматривались процессы полимеризации и прогрева. Определение теплофизических характеристик различных материалов в ходе физических, химических и др. явлений, к которым также относится процесс полимеризации, является достаточно распространенным методом в условиях стационарного и нестационарного теплового режима. Задача ставилась в одномерной постановке. Теплопроводность материала задавалась постоянной на протяжении всего процесса. К известным величинам относились коэффициент теплоотдачи окружающей среды, начальная температура воздуха и материала. Также была известна плотность теплового потока. Результаты вычислений представлены в докладе.

**Ключевые слова:** полимеризация, нестационарная задача, теплообмен, численный метод, нестационарный теплообмен, нестационарная теплопроводность.

Определение теплофизических характеристик различных материалов в ходе физических, химических и др. явлений, к которым также относится процесс полимеризации, является достаточно распространенным методом в условиях стационарного и нестационарного тепловых режимов. Нестационарные методы основаны на исследовании меняющихся во времени по определенному закону температурных полей. Они более сложны в реализации в отличие от стационарных методов, основанных на исследовании неизменных во времени температурных полей [1–5].

В данной работе рассматривался процесс прогрева лишь в одном направлении  $X$ . Теплопроводность материала задавалась постоянной на протяжении всего процесса. К известным величинам относились коэффициент теплоотдачи окружающей среды, начальная температура воздуха и материала. Также была известна плотность теплового потока. Результаты вычислений представлены в докладе.

Также было учтено, что в процессе полимеризации выделяется тепло. Интенсивность и количество выделяемого тепла зависит от природы мономера. Сам по себе процесс полимеризации – цепной процесс, при котором макромолекула образуется путем последовательного присоединения молекул мономера к растущему активному центру. В результате реакции полимеризации образуются высокомолекулярные соединения, отличительной особенностью которых является то, что они состоят из совокупности макромолекул различных длин, имеющих, соответственно, различные молекулярные массы.

1. Активация молекул мономера – индукционный период, когда происходит разрыв двойных связей, предшествующий соединению молекул мономера. Образование полимера крайне незначительно. Продолжительность индукционного периода зависит от химической природы мономера, количества катализатора и температуры.

2. Рост цепи – главная фаза реакции, во время которой происходит образование основного количества полимера. После того, как в реакционной массе возникли активные центры, обладающие высокой реакционной способностью, зависящей от внутримолекулярных колебаний или наличия свободных химических валентностей, начинается процесс роста цепи. Каждый активный центр обладает способностью очень быстро присоединять другие молекулы. Весь процесс протекает при помощи свободных радикалов, возникающих на концах растущей цепи полимера.

3. Обрыв цепи: образование макромолекулы завершается моментом прекращения ее роста, что происходит по разным причинам.

Нарушение процесса полимеризации приводит к быстрому износу материала (см. рисунок).



Быстрый износ поверхности материала

Выделяют два вида полимеризации радикальную и ионную. Они отличаются в зависимости от химической природы активных центров, которые участвуют в процессе образования молекулярных цепей. Если рассмотреть процесс радикальной полимеризации, то можно отметить, что он всегда проходит по цепному механизму. В процессах радикальной полимеризации отмечают следующие элементарные химические стадии: иницирование, рост цепи, обрыв цепи и передачу цепи. Стоит отметить, что иницирование и рост цепи относятся к обязательным элементарным химическим стадиям в процессах радикальной полимеризации.

### Источники

1. Орлов М.Е. Тепломассообмен: учеб.-метод. комплекс. Ульяновск: УлГТУ, 2005. 138 с.
2. Цветков Ф.Ф., Керимов Р.В., Величко В.И. Задачник по тепломассообмену: учеб. пособие для студ. Вузов. М.: МЭИ, 2008. 195 с.
3. Краснощеков В.А., Сукомел А.С. Задачник по теплопередаче. М.: Энергия, 1980. 288 с.
4. Жуховицкий, Д.Л. Сборник задач по теплопередаче: учеб. пособие. Ульяновск: УлГТУ, 1998. 82 с.
5. Теплопередача через цилиндрические стенки: метод. указания к расчетно-графической работе / сост. М.Е. Орлов. Ульяновск: УлГТУ, 2005. 11 с.