

**О. В. ВЫСОКОМОРНАЯ
Г. В. КУЗНЕЦОВ
П. А. СТРИЖАК**

**ИСПАРЕНИЕ И ТРАНСФОРМАЦИЯ
КАПЕЛЬ И БОЛЬШИХ МАССИВОВ
ЖИДКОСТИ ПРИ ДВИЖЕНИИ ЧЕРЕЗ
ВЫСОКОТЕМПЕРАТУРНЫЕ ГАЗЫ**



2016

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТОМСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

О. В. ВЫСОКОМОРНАЯ, Г. В. КУЗНЕЦОВ,
П. А. СТРИЖАК

**ИСПАРЕНИЕ И ТРАНСФОРМАЦИЯ КАПЕЛЬ
И БОЛЬШИХ МАССИВОВ ЖИДКОСТИ
ПРИ ДВИЖЕНИИ ЧЕРЕЗ
ВЫСОКОТЕМПЕРАТУРНЫЕ ГАЗЫ**

Ответственный редактор
доктор физ.-мат. наук
В. А. Архипов



НОВОСИБИРСК
ИЗДАТЕЛЬСТВО СИБИРСКОГО ОТДЕЛЕНИЯ
РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК

2016

УДК 536.4
ББК 22.317
В93

Высокоморная О. В.

Испарение и трансформация капель и больших массивов жидкости при движении через высокотемпературные газы / О. В. Высокоморная, Г. В. Кузнецов, П. А. Стрижак; отв. ред. В. А. Архипов; Мин-во образования и науки РФ, Национальный исследовательский Томский политехнический университет. — Новосибирск: Издательство СО РАН, 2016. — 302 с.

В монографии излагаются основные результаты теоретических и экспериментальных исследований процессов испарения и трансформации капель и больших массивов жидкостей, суспензий, эмульсий и растворов при движении в высокотемпературных газах. Приводятся известные модели и теоретические следствия. Рассматриваются современные экспериментальные методики. Приложения исследований охватывают такие направления, как тушение пожаров тонкораспыленной водой, туманом и капельной завесой; термическая очистка жидкостей; создание теплоносителей на базе дымовых газов, капель и паров воды; размораживание сыпучих сред; очистка теплонагруженных поверхностей энергетического оборудования и другие.

Для специалистов в области газопарокапельных технологий, научных сотрудников, аспирантов и студентов старших курсов.

Рецензенты

д-р технических наук *Е. А. Чиннов*
д-р технических наук, профессор *В. Ф. Трофимов*

Утверждено к печати

Ученым советом Национального исследовательского
Томского политехнического университета

Исследования авторов и публикация монографии выполнены за счет средств Российского научного фонда (проект № 14-39-00003)

ISBN 978-5-7692-1507-0

- © Высокоморная О. В., Кузнецов Г. В., Стрижак П. А., 2016
- © Национальный исследовательский Томский политехнический университет, 2016
- © Оформление. Издательство СО РАН, 2016

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	4
Глава 1. ИСПАРЕНИЕ ОДИНОЧНОЙ КАПЛИ В ВЫСОКОТЕМПЕРАТУРНОЙ ГАЗОВОЙ СРЕДЕ	17
1.1. Основные представления о механизме испарения капли в газовой среде при умеренных температурах.	–
1.2. Изменение формы капель при движении в газовой среде	27
1.2.1. Стадии трансформации.	–
1.2.2. Режимы деформации.	37
1.2.3. Формы капель.	47
1.2.4. Коэффициент сопротивления.	58
1.2.5. Влияние основных значимых факторов на характеристики деформации капель	71
1.3. Испарение капель жидких горючих веществ в условиях химического реагирования	87
1.4. Взаимодействие капли с высокотемпературными газами	89
1.5. Математическое моделирование.	95
1.6. Экспериментальные исследования	124
1.7. Влияние следа первой капли на времена существования последующих.	133
ГЛАВА 2. НАГРЕВ И ФАЗОВЫЕ ПРЕВРАЩЕНИЯ БОЛЬШОЙ ГРУППЫ КАПЕЛЬ, ДВИЖУЩИХСЯ В ВЫСОКОТЕМПЕРАТУРНЫХ ГАЗАХ	141
2.1. Испарение большой группы движущихся капель.	–
2.2. Влияние начальных параметров группы капель на скорости их испарения в высокотемпературных газах	155
2.2.1. Размеры и концентрация капель	–
2.2.2. Скорость движения	173
2.2.3. Свойства и компонентный состав жидкости	182
2.2.4. Свойства и компонентный состав газов.	189
2.3. Торможение и унос капель высокотемпературными газами.	219
2.4. Столкновения и коагуляция капель в высокотемпературных газах	232
ГЛАВА 3. ДВИЖЕНИЕ БОЛЬШИХ МАССИВОВ ВОДЫ ЧЕРЕЗ ВЫСОКОТЕМПЕРАТУРНЫЕ ГАЗЫ	242
3.1. Особенности трансформации и разрушения больших массивов воды при движении в газовой среде	–
3.2. Испарение больших массивов воды в высокотемпературных газах	260
3.3. Влияние разрывов в массивах воды на условия их испарения в высокотемпературных газах	269
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	279
ЛИТЕРАТУРА	281