

НАУЧНАЯ МЫСЛЬ



Ю.В. Светлов

**ИНТЕНСИФИКАЦИЯ
ГИДРОДИНАМИЧЕСКИХ И ТЕПЛОВЫХ
ПРОЦЕССОВ В АППАРАТАХ
С ТУРБУЛИЗАТОРАМИ ПОТОКА**

теория, эксперимент, методы расчета



НАУЧНАЯ МЫСЛЬ

СЕРИЯ ОСНОВАНА В 2008 ГОДУ

Ю.В. СВЕТЛОВ

**ИНТЕНСИФИКАЦИЯ
ГИДРОДИНАМИЧЕСКИХ И ТЕПЛОВЫХ
ПРОЦЕССОВ В АППАРАТАХ
С ТУРБУЛИЗАТОРАМИ ПОТОКА**

Теория, эксперимент, методы расчета

Монография

Электронно-
Библиотечная
Система
znanium.com

Москва
ИНФРА-М
2016

УДК 536.24:532.5:66.045.1 (075.4)
ББК 31.16
С 24

ФЗ
№ 436-ФЗ

Издание не подлежит маркировке
в соответствии с п. 1 ч. 2 ст. 1

Рецензент

С.П. Рудобаита, засл. деят. науки и техники РФ, д-р техн. наук, проф.,
зав. кафедрой теплотехники Московского государственного агроинжен-
нерного университета им. В.П. Горячкина

С 24 **Светлов Ю.В.**

Интенсификация гидродинамических и тепловых процессов в аппаратах
с турбулизаторами потока: Теория, эксперимент, методы расчета: Монография. —
М.: ИНФРА-М, 2016. — 304 с. — (Научная мысль).

ISBN 978-5-16-010607-6 (print)
ISBN 978-5-16-102625-0 (online)

Рассмотрены научные основы, методы исследования и расчетного анализа
в целях создания высокоэффективных теплообменных аппаратов. Представ-
лена физическая модель гидродинамической структуры потока в каналах
с турбулизаторами сложной формы применительно к аппаратам и устройствам
энерготехнологических установок как средство изучения закономерностей
процессов гидродинамики и теплообмена. Получены обобщенные зависимости
для расчета профилей скорости и сопротивления на основе использования
новых величин. Изложена концепция существенной зависимости тепловой
эффективности многоканального теплообменного аппарата от неравномерности
распределения потоков по каналам аппарата.

Разработаны научные основы учета тепловых потерь от аппаратов и энер-
готехнологических установок. Предложен комплекс методов расчета тепло-
обменников повышенной эффективности с учетом фактора неоднородности,
а также расчет общей тепловой эффективности многосекционного теплооб-
менного аппарата с учетом исследованных вторичных факторов.

Для научных, инженерно-технических работников, аспирантов и студентов
вузов теплофизических и энерготехнологических специальностей различных
отраслей промышленности.

УДК 536.24:532.5:66.045.1 (075.4)
ББК 31.16

ISBN 978-5-16-010607-6 (print)

ISBN 978-5-16-102625-0 (online)

© Светлов Ю.В., 2003, 2015

Подписано в печать 12.10.2015.

Формат 60×90/16. Печать цифровая. Бумага офсетная.

Гарнитура *Newton*. Усл. печ. л. 9,0.

ППТ40. Заказ № 11618

ТК 330400-496152-251214

ООО «Научно-издательский центр ИНФРА-М»

127282, Москва, ул. Полярная, д. 31В, стр. 1

Тел.: (495) 280-15-96, 280-33-86. Факс: (495) 280-36-29

E-mail: books@infra-m.ru <http://www.infra-m.ru>

Отпечатано в типографии ООО «Научно-издательский центр ИНФРА-М»

127282, Москва, ул. Полярная, д. 31В, стр. 1

Тел.: (495) 280-15-96, 280-33-86. Факс: (495) 280-36-29

СОДЕРЖАНИЕ

Предисловие	5
Основные условные обозначения	6
Введение	10
Глава 1. Формирование гидродинамической структуры потока в условиях воздействия турбулизаторов	13
1.1. Основные закономерности и физическая картина течения однородного потока в каналах с турбулизаторами	13
1.2. Течение однородного потока в межтрубном пространстве теплообменника и факторы, влияющие на тепловую эффективность аппарата	31
1.3. Энергетический баланс потока	44
Глава 2. Теоретические основы течения турбулизованного потока в каналах сложной формы	53
2.1. Условия формирования и характерные особенности полей давления в каналах с турбулизаторами	53
2.2. Физическая модель течения однородного потока в каналах с пристенными турбулизаторами	64
2.3. Фактор турбулизации потока и формфактор канала	72
2.4. Развитие профиля скорости. Константы турбулентности	88
Глава 3. Гидродинамика однородного потока в каналах с пристенными турбулизаторами. Формфакторы насадочных поликанальных поверхностей	101
3.1. Единый гидродинамический закон сопротивления для труб и каналов с турбулизаторами	101
3.2. Гидравлическое сопротивление насыпной насадки с встроенной теплообменной поверхностью	109
3.3. Гидродинамика насадки регулярного типа	117
Глава 4. Результаты экспериментального исследования гидродинамики в каналах при воздействии турбулизаторов	127
4.1. Техника эксперимента	127
4.2. Кольцевые каналы с турбулизаторами прямоугольной формы ..	135
4.3. Каналы с турбулизаторами волнистой формы	141
4.4. Кольцевые каналы с поперечными сварными швами	158
4.5. Каналы с продольно-волнистыми проставками	161
4.6. Гидравлическое сопротивление каналов натуральных образцов охлаждаемых электрических кабелей	162
Глава 5. Теплообмен и гидродинамика в каналах дисковых насадок регенераторов	166
5.1. Обобщение результатов исследований по теплообмену	166

5.2. Исследование гидродинамики перспективных типов насадок в натуральных условиях	178
Глава 6. Экспериментальное исследование и метод расчета поликанальных высокоэффективных теплообменных аппаратов с учетом неоднородности скоростных и температурных полей	185
6.1. Экспериментальное изучение эффекта неравномерности межканального распределения потока	185
6.2. Расчетно-теоретический анализ влияния эффекта неравномерности. Расчет температурного поля аппарата	201
6.3. Метод расчета многоканального высокоэффективного теплообменника с неравномерным распределением потоков ..	212
6.4. Конструкция витого кожухотрубного теплообменника с межканальным перемешиванием потоков	222
Глава 7. Тепловой режим труб кожухотрубных теплообменников и каналов энергетических устройств при наличии продольного оребрения ..	224
7.1. Разность температур в ребрах прямоугольного и трапецидального сечений	227
7.2. Распределение температур по кольцу канала охлаждения	233
7.3. Распределение тепловой нагрузки в локальной ячейке аппарата	240
7.4. Тепловые процессы в тонколистовых материалах при воздействии на них пучком интенсивного теплового излучения	246
7.5. Влияние однородности температурного поля на процесс спекания порошкового материала	252
Глава 8. Влияние тепловых потерь (теплопритоков) на тепловую эффективность теплообменного аппарата	256
8.1. Расчет конечных температур в противоточном теплообменном аппарате с учетом тепловых потерь	256
8.2. Влияние естественной конвекции в изолированном пространстве на уровень тепловых потерь	267
8.3. Метод определения тепловых потерь через теплоизоляционную систему	275
8.4. Расчет общей тепловой эффективности многосекционного теплообменного аппарата с противоточным движением теплоносителей и учетом вторичных факторов	284
Список литературы	292