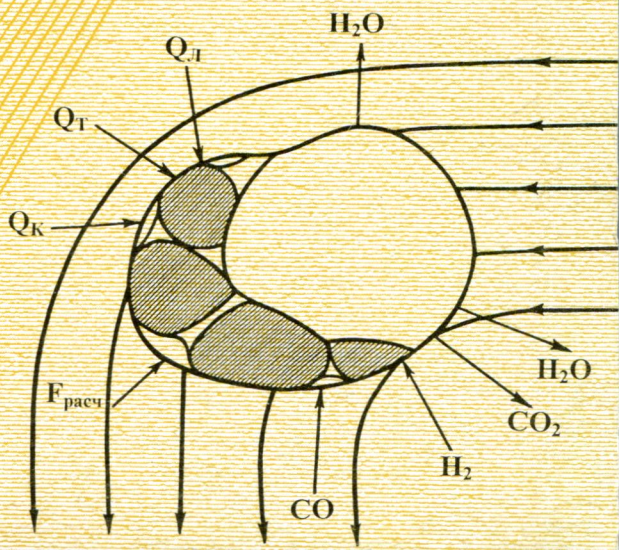


А.А. ЮДАКОВ

# ЗАКРУЧЕННЫЕ ГАЗОДИСПЕРСНЫЕ ПОТОКИ В ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ АППАРАТАХ



РОССИЙСКАЯ АКАДЕМИЯ НАУК  
Дальневосточное отделение

---

Институт химии

**А.А. Юдаков**

**ЗАКРУЧЕННЫЕ  
ГАЗОДИСПЕРСНЫЕ ПОТОКИ  
В ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ АППАРАТАХ**



Владивосток  
Дальнаука  
2000

---

УДК 621.4+921.928.3.

**А.А. Юдаков.** *Закрученные газодисперсные потоки в технологических аппаратах.* Владивосток: Дальнаука, 2000. 278 с. ISBN 5-7442-0933-6.

В книге рассматриваются результаты расчетных и экспериментальных исследований аэродинамики, тепломассопереноса и технологических процессов в газодисперсных закрученных потоках. Приводятся результаты математического моделирования, лабораторных опытов и промышленных апробаций процессов сушки, обжига, химикотермической обработки, сепарации различных материалов в вихревых аппаратах.

Предназначена для инженеров и исследователей в области промышленной теплоэнергетики, процессов и аппаратов химической технологии, комплексной переработки природного и техногенного сырья и отходов, для аспирантов и студентов старших курсов соответствующих специальностей, а также специалистов промышленных предприятий, эксплуатирующих вихревые технологические устройства.

Ил. 103, табл. 29, библи. 259.

**Ключевые слова:** аэродинамика, тепломассоперенос, кинетика, частица, газ, газодисперсный поток, вихрь, обработка, циклон, процесс, аппарат, установка, сырье, сушка, обжиг, газоочистка.

**A.A. Yudakov.** *Swirling gas-dispersed flows in the technological apparatuses.* Vladivostok: Dalnauka, 2000. 278 p. ISBN 5-7442-0933-6.

The results of simulation and experimental studies of the aerodynamics, heat-and-mass transfer and technology processes in the gas-dispersed swirling flows are considered. The results of mathematical modelling, laboratory trials and production appraisals of the processes of drying, roasting, chemical-heat treatment, separation of different materials in the swirling apparatuses are given.

For engineers and researchers in the field of industrial heat-and-power engineering, processes and units of chemical technology, complex processing of natural and technogenic raw materials and waste, for postgraduate and senior students of appropriate specialities as well as specialists of industrial enterprises operating the swirling technological units.

Ill. 103, tabl. 29, bibl. 259.

**Key words:** aerodynamics, heat-and-mass transfer, swirling gas-dispersed flows, technological apparatuses, mathematical modelling, chemical-heat treatment, separation, gas-thermal spraying, powdered materials.

Ответственный редактор: *П.С. Гордиенко*

Рецензенты: *А.А. Попович, М.А. Медков*

Утверждено к печати Ученым советом Института Химии ДВО РАН

ISBN 5-7442-0933-6

© А.А. Юдаков, 2000 г.  
© Дальнаука, 2000 г.

---

---

## Оглавление

Предисловие .....	5
Условные обозначения .....	7
<b>Глава 1. Аналитический обзор исследований газодисперсных закрученных потоков и их приложений .....</b>	<b>10</b>
1.1. Сложившиеся представления об аэродинамике циклонно-вихревых аппаратов .....	10
1.2. Особенности закрученного потока газа, загруженного твердыми частицами .....	13
1.3. Тепломассоперенос в закрученных газодисперсных потоках технологических аппаратов .....	24
<b>Глава 2. Математическое описание и моделирование процессов переноса в газодисперсных потоках вихревых аппаратов .....</b>	<b>31</b>
2.1. Основная система уравнений, описывающих движение газовой и дисперсной составляющих потока, а также физико-химические взаимодействия между ними .....	31
2.2. Программная система для реализации математической модели .....	44
2.3. Анализ влияния различных факторов на движение и обработку твердых частиц .....	53
<b>Глава 3. Экспериментальные исследования аэродинамики закрученного газодисперсного потока .....</b>	<b>62</b>
3.1. Движение и сепарация частиц в вихревой камере .....	62
3.1.1. Методика планирования, проведения и оценки погрешности экспериментов .....	62
3.1.2. Анализ и обобщение результатов исследований по сепарации частиц на стенку .....	70
3.2. Изучение аэродинамического сопротивления вихревой камеры при загрузке потока взвесью .....	77
3.3. Исследование аэродинамики двухкомпонентного потока в вихревой камере с "сухой" стенкой, методика инженерного расчета .....	89
<b>Глава 4. Экспериментальные исследования тепломассопереноса и гетерогенных реакций в закрученном газодисперсном потоке .....</b>	<b>107</b>
4.1. Внутренний межкомпонентный теплообмен в вихревой камере .....	107
4.2. Межкомпонентный массоперенос в закрученном потоке .....	121
4.3. Кинетика гетерогенных реакций в закрученном газодисперсном потоке .....	132
<b>Глава 5. Расчетно-экспериментальные исследования, разработка и промышленная апробация технологического процесса и вихревых установок для гидрофобизации дисперсных материалов .....</b>	<b>143</b>
5.1. Тепломассообменные и физико-химические процессы, лежащие в основе процессов гидрофобизации дисперсных материалов .....	143
5.2. Расчет и разработка конструкций вихревых установок для гидрофобизации золы .....	158

5.3. Обобщение результатов испытаний и эксплуатации промышленных вихревых установок для гидрофобизации золы .....	164
5.4. Разработка и промышленная эксплуатация установок для гидрофобизации крупнодисперсных материалов .....	171
<b>Глава 6. Химико-термическая обработка в газовых потоках и газотермическое напыление порошковых материалов .....</b>	<b>178</b>
6.1. Исследование возможностей химико-термической обработки порошковых материалов в газовых средах.....	178
6.2. Исследование и оптимизация процессов сушки и восстановительного отжига железосодержащих порошков на промышленной вихревой печи .....	203
6.3. Исследование возможностей использования вихревых устройств для напыления порошковых материалов .....	213
<b>Глава 7. Разработка и опыт промышленной эксплуатации вихревых труб и устройств для очистки воздуха и газов.....</b>	<b>321</b>
7.1. Вихревые трубы для энергоразделения газов .....	321
7.2. Вихревое устройство для очистки вентиляционного воздуха .....	224
7.3. Вихревые аппараты для очистки технологического сжатого воздуха ....	226
<b>Глава 8. Переработка минерального сырья в вихревых энерготехнологических аппаратах .....</b>	<b>234</b>
8.1. Разработка и эксплуатация промышленной вихревой печи для скоростной сушки формовочного песка .....	234
8.2. Разработка физико-химических и технологических основ получения порошковых материалов и покрытий из титано-магнетитовых песков тихоокеанского шельфа .....	239
8.3. Исследования технологических процессов обработки кассетиритового и датолитового концентратов и другого минерального сырья в циклонно-вихревых печах.....	249
Заключение .....	257
Литература.....	259