

РОССИЙСКАЯ АКАДЕМИЯ НАУК
СИБИРСКОЕ ОТДЕЛЕНИЕ
ИНСТИТУТ КРИОСФЕРЫ ЗЕМЛИ

И. И. СМУЛЬСКИЙ

АЭРОДИНАМИКА
И ПРОЦЕССЫ
В ВИХРЕВЫХ
КАМЕРАХ

Ответственный редактор доктор физико-математических наук
И. Р. Шрейбер

Исправления от января 2010 г.



ВО «НАУКА»
НОВОСИБИРСК
1992

ОГЛАВЛЕНИЕ

Предисловие	6
Список основных обозначений	9
Глава 1. Общие положения	13
1.1. Определение вихревых камер. Их применение	—
1.2. Краткий обзор исследований	17
1.3. Степень закрутки потока в вихревой камере	23
1.4. Создание закрутки потока в вихревых камерах	25
Глава 2. Течение вязкого несжимаемого газа в вихревой камере	29
2.1. Анализ моделей течения	—
2.2. Постановка задачи в одномерной модели	36
2.3. Решение для периферийной области камеры	41
2.4. Решения в меридиональной плоскости	43
2.5. Решение для тангенциальной скорости	50
2.6. Решение для давления	53
2.7. Поля скорости и давления в вихревой камере и пористой	57
2.8. Турбулентные модели течения	60
Глава 3. Методы экспериментальных исследований вихревой камеры	61
3.1. Обзор методов исследования	—
3.2. Влияние зонда на вращающийся поток	63
3.3. Протянутый по диаметру камеры тонкий цилиндрический зонд	65
3.4. Влияние турбулентности на результаты измерения цилиндрического зонда	68
3.5. Определение фактических погрешностей зонда	70
3.6. Определение тангенциальной скорости по градиенту давления	90
3.7. Измерение давления с помощью свободной поверхности жидкости	75
3.8. Визуализация течения в вихревой камере	78
Глава 4. Экспериментальные исследования аэродинамики вихревых камер	80
4.1. Конструктивные параметры камер	—
4.2. Структура течения в вихревых камерах	83
4.3. Влияние расхода воздуха на аэродинамические характеристики вихревой камеры	91
4.4. Влияние радиуса выходного отверстия на аэродинамику камер	97
4.5. Влияние степени закрутки потока на аэродинамику камеры	105
4.6. Влияние длины камеры на ее аэродинамику	108
4.7. Влияние на аэродинамику вихревой камеры высоты выхлопа	111
4.8. Аэродинамическое сопротивление вихревой камеры	113

Глава 5. Расчет течения несжимаемого газа в вихревой камере	114
5.1. Сопоставление теоретических результатов с экспериментальными	—
5.2. Анализ и обобщение основных экспериментальных результатов	120
5.3. Методика расчета несжимаемого течения в вихревой камере	125
Глава 6. Течение сжимаемого газа в вихревой камере	129
6.1. Некоторые особенности течения сжимаемого газа	—
6.2. Давление и тангенциальная скорость	130
6.3. Радиальная и осевая скорости	133
6.4. Методика расчета сжимаемого течения	135
6.5. Оптимальные характеристики вихревых камер	140
6.6. Критерии моделирования аэродинамики вихревой камеры	144
Глава 7. Движение частиц в вихревой камере	
7.1. Силы, действующие на частицу	—
7.2. Уравнения движения стоксовской частицы	150
7.3. Движение легкой частицы	153
7.4. Управление движением тяжелой частицы	155
7.5. Уравнения движения: при квадратичном законе сопротивления. Критерии различия частиц	158
Глава 8. Отделение частиц от потока в вихревых камерах	161
8.1. Одномерная модель сепарации	—
8.2. Степень очистки полидисперсного потока	
8.3. Циклон	
8.4. Антициклон	171
8.5. Прямоточный вихревой газоочиститель	175
8.6. Сравнительные испытания вихревых сепараторов	
Глава 9. Вращающийся слой частиц в вихревой камере	181
9.1. Экспериментальное исследование вращающегося взвешенного слоя	—
9.2. Механика вращающегося слоя	185
9.3. Механика взвешенного слоя	189
9.4. Применение вращающегося слоя	192
Глава 10. Вихри в атмосфере	196
10.1. Наблюдаемые свойства смерчей	—
10.2. Стоковая модель смерча	
10.3. Возникновение вращения при истечении воды из резервуара	199
10.4. Образование циркуляции при относительном движении атмосферы и стока	206
10.5. Образование циркуляции за счет вращения Земли	208
10.6. Потенциальное давление стока сухой атмосферы	210
10.7. Сток влажной атмосферы	216
10.8. Механика, прогноз и предотвращение смерча	220
Заключение	225

Список литературы	228
Приложения	237
Приложение 1. Результаты численного решения	—
Приложение 2. Измеренные профили скорости и давления	240
Приложение 3. Профили давления на дне вихревой камеры с боковым вдувом	248
Приложение 4. Давление в центре и на периферии в разных камерах при изменении расхода воздуха	
Приложение 5. Программа «ВИХРЬ-4». Расчет течения несжимаемого газа	253
Приложение 6. Результаты работы «ВИХРЬ-1»	265
Приложение 7. Программа «ВИХРЬ-2». Расчет течения сжимаемого газа	267
Приложение 8. Результаты работы «ВИХРЬ-2»	
Приложение 9. Программа «СТОЧ». Расчет степени очистки циклона	282
Приложение 10. Результаты работы «СТОЧ»	288
Приложение 11. Программа «ВРАСЛ». Расчет вращающегося слоя	289
Приложение 12. Результаты работы «ВРАСЛ»	292
Приложение 13. Программа «ВЗВЕСЛ». Расчет взвешенного слоя	293
Приложение 14. Результаты работы «ВЗВЕСЛ»	298
Приложение 15. Программа «СТОК». Расчет параметров воронки. Результаты работы «СТОК»	299

Скорректированную книгу можно скопировать в djvu-формате здесь: <http://www.ikz.ru/~smulski/Aerpro/aerpro.djvu>. Компьютерные программы к книге на Фортране можно скопировать здесь: <http://www.ikz.ru/~smulski/Aerpro/PrgrmAVC.rar>. Информацию о программах см. <http://www.ikz.ru/~smulski/Aerpro/ReadMe.pdf>.

625000, Тюмень, а/я 1230, Институт криосферы Земли СО РАН,
Смульскому И.И., Tel. (8-345-2)-68-87-14