

Московский государственный университет
геодезии и геоэкологии

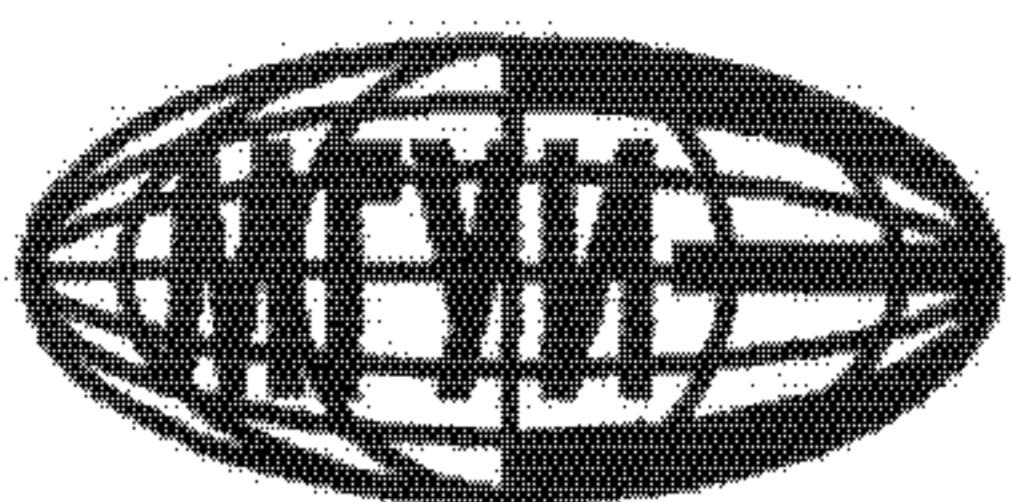
АСТРАХАНЬ

СОВЕТ

ПО ВОПРОСАМ ПОДГОТОВКИ К ВЫПОЛНЕНИЮ
ЗАДАНИЯ ПО АСТРАХАНЬ

СОВЕТ

СОВЕТ ПО ВОПРОСАМ ПОДГОТОВКИ К ВЫПОЛНЕНИЮ
ЗАДАНИЯ ПО АСТРАХАНЬ



Московский государственный университет
инженерной экологии

А.С. ТИМОНИН

**ОСНОВЫ
КОНСТРУИРОВАНИЯ И РАСЧЕТА
ХИМИКО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО
И ПРИРОДООХРАННОГО
ОБОРУДОВАНИЯ**

СПРАВОЧНИК

Издание 2-е, переработанное и дополненное

Том 1

**Рекомендовано редакционно-издательским советом в
качестве учебного пособия по специальности 170500- Ма-
шины и аппараты химических производств и предприятий
строительных материалов.**

Рецензенты:

В. Я. Лебедев, доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой «Процессы и аппараты химической технологии» Ивановского государственного химико-технологического университета;

В.М. Ульянов, доктор технических наук, профессор, профессор кафедры «Машины и аппараты химических и пищевых производств» Дзержинского филиала Нижегородского государственного технического университета.

А.С. Тимонин

Т41 Основы конструирования и расчета химико-технологического и природоохранного оборудования: Справочник. Т. 1. — Калуга: Издательство Н. Бочкаревой, 2002. — 852 с.

В справочнике изложены основы конструирования и расчета общетехнологического и природоохранного оборудования для химической, нефтехимической, нефтегазовой, химико-фармацевтической, пищевой, биотехнологической, горно-обогатительной и других отраслей народного хозяйства. В нем приведены сведения об основных конструкционных материалах и их сортаменте, методах изготовления неразъемных соединений (сварка, пайка, склеивание), нанесении защитных покрытий. Рассмотрены основные нормализованные и типовые элементы и узлы технологического и природоохранного оборудования, изложены методы прочностных расчетов основных узлов и элементов данного оборудования.

В справочнике приведены основное типовое общетехнологическое и природоохранное оборудование, типовая промышленная трубопроводная арматура, насосы, вентиляторы, газо- и воздуходувки общепромышленного применения.

Справочник рассчитан на инженерно-технических работников, занятых конструированием и проектированием технологического и природоохранного оборудования. Он необходим студентам и преподавателям соответствующих специальностей при курсовом и дипломном проектировании.

ББК 34.42

© МГУИЭ, 2002

© Тимонин А.С., 2002

© Издательство Н. Бочкаревой, 2002

ISBN 5-89552-043-X

ПРЕДИСЛОВИЕ

Появление удачного справочника в той или иной отрасли науки и техники является особым событием, так как справочник представляет особо емкую информационную базу, в которую сведены данные множества источников информации в удобной для пользователя форме. Справочником пользуются академик и профессор, инженер-конструктор и инженер-исследователь, студент и преподаватель. Кто из специалистов не знает выдающегося справочника по математике И.Н. Бронштейна и К.А. Семеняева, выдержавшего более десяти изданий, или справочника конструктора-машиностроителя В.И. Анульева, выдержавшего восемь изданий. В отрасли химического машино- и аппаратостроения таким выдающимся справочником является справочник «Основы конструирования и расчета химической аппаратуры» А.А. Лашинского и А.Р. Толчинского. Несмотря на то, что последнее издание справочника датировано 1970 годом, он до сих пор является настольной книгой любого конструктора химического оборудования, преподавателя и студента профильных вузов и средних специальных учебных заведений.

Однако следует признать, что тридцатилетний период все-таки наложил свой отпечаток на ряд разделов справочника: устарели нормативные методики расчета целого ряда оборудования, в конструкторской практике появились новые конструкционные материалы, сортамент и изделия, за прошедший период принято множество новых государственных и отраслевых стандартов, касающихся содержательного материала справочника. Поэтому назрела настоятельная необходимость создания нового справочника, в котором устраниены выше отмеченные недостатки, а также продолжено обобщение новых сведений нормативно-технической документации, появившейся за последние годы.

Как показывает практика конструирования, технологическое и природоохранное оборудование целого ряда технологических производств, природоохранных цехов и участков нефтехимической, химической, горно-обогатительной, горно-металлургической, химико-фармацевтической, биотехнологической, пищевой, производства строительных материалов и других отраслей народного хозяйства разрабатывается и конструируется на принципах и элементной базе, характерной для химического машино- и аппаратостроения. При этом природоохранные системы по своей сути также являются технологическими.

Вышеприведенные аргументы послужили основанием для названия справочника.

Автор считает своим долгом отметить, что в основу предлагаемого справочника положены труды выда-

ющихся отечественных специалистов в области основ расчета и конструирования химического оборудования и крупнейших систематизаторов в этой области знаний: Г.Л. Вихмана, А.Э. Генкина, А.Д. Домашнева, З.Б. Канторовича, Э.Э. Кольман-Иванова, А.С. Криворота, С.А. Круглова, А.М. Кузнецова, А.А. Лашинского, В.И. Лившица, Н.Н. Логинова, Ю.И. Макарова, М.Ф. Михалева, И.И. Поникарова, З.З. Рахмилевича, В.И. Рачкова, И.И. Румянцева, Н.М. Самсонова, В.И. Соколова, В.Н. Соколова, В.Н. Стабникова, А.Р. Толчинского, С.А. Фарамазова, Д.Е. Шкоропада и др., а также ведущих организаций, занимающихся разработкой технологического и природоохранного оборудования, норм и методов его расчета: ЛенНИИхиммаш, НИИхиммаш (г. Москва), ДзержинскНИИхиммаш, ИркутскНИИхиммаш, НИИэмальхиммаш, СеверодонецкНИИхиммаш, УкрНИИхиммаш, ВНИИнефтемаш, ГИПРОгазоочистка, НИИОгаз.

Справочник состоит из трех томов. Первый том содержит сведения об основных конструкционных материалах, их свойствах, выпускаемом сортаменте, способах изготовления неразъемных соединений, покрытиях, конструировании и расчете основных элементов и узлов технологического и природоохранного оборудования. Второй том содержит сведения об основном типовом технологическом и природоохранном оборудовании. Третий том содержит сведения о промышленной трубопроводной арматуре, насосах, вентиляторах, газо- и воздуходувках вакуумном оборудовании, широко применяемых в технологических и природоохранных системах.

Работа над справочником проводилась на кафедре «Автоматизированное конструирование машин и аппаратов» МГУИЭ, которую возглавляет заслуженный деятель науки РФ, академик И.А. РФ, д.т.н., профессор В.И. Муштаев, оказывавший всемерную поддержку автору на всех этапах работы над справочником.

Особую благодарность автор выражает проф. В. Я. Лебедеву и проф. В.М. Ульянову, рецензентам справочника, советы и замечания которых существенно улучшили содержание и форму представления материала.

Автор будет весьма признателен всем читателям, которые высажут в любой форме свои замечания по содержанию справочника. Замечания и пожелания следует направлять по адресу: 107884, ГСП, г. Москва, ул. Старая Басманская, 21/4, МГУИЭ, кафедра АКМ и А, проф. А.С. Тимонину.

ПРЕДИСЛОВИЕ КО ВТОРОМУ ИЗДАНИЮ

ПРЕДИСЛОВИЕ

Вышедшее в свет первое издание справочника вызвало целый ряд отзывов и замечаний, как по структуре издания, так и по сути изложенных в нем материалов. Автор весьма признателен читателям за присланные отзывы и замечания в адрес справочника. Проанализировав поступившие замечания, автор с большинством из них согласен, поэтому существенно переработал и дополнил вторую, четвертую и двенадцатую главы, внес изменения и дополнения и в другие части и главы справочника.

Однако автор посчитал необходимым оставить без изменения главу 18 «Укрепление отверстий в стенках аппаратов» и часть материалов главы 20 «Опоры аппаратов». Приведенные в этих главах методики расчета в текущее время не являются нормативными, т.к. появились новые государственные стандарты, регламентирующие нормы и методы расчета на прочность укрепления отверстий в стенках аппаратов, обечаек и днищ от воздействия опорных нагрузок. Но изложенные в главах 18 и 20 справочника методики, хотя и не являются нормативными, широко используются в расчетной практике на этапах технического проектирования, т.к. отличаются простотой и наглядностью. Кроме того, данные методики широко вошли в учебную и другую научно-техническую литературу, используемую при обучении студентов и молодых специалистов. Нормативные же методики вынесены в приложения первого тома справочника.

Автор считает своим долгом выразить глубокую благодарность следующим специалистам, приславшим развернутые отзывы в мой адрес по содержанию справочника:

А.Г. Ветошкину, д.т.н., профессору, зав. кафедрой

«Экология» Пензенской государственной архитектурно-строительной академии;

В.Г. Жукову, д.т.н., профессору, зав. кафедрой «Сопротивление материалов, расчеты и конструирование пищевых машин» Московского государственного университета прикладной биотехнологии;

В.И. Коновалову, д.т.н., профессору, зав. кафедрой «Процессы и аппараты химической технологии» Тамбовского государственного технического университета;

А.А. Концеву, к.т.н., профессору, зав. кафедрой «Конструирование машин и аппаратов» Тамбовского государственного технического университета;

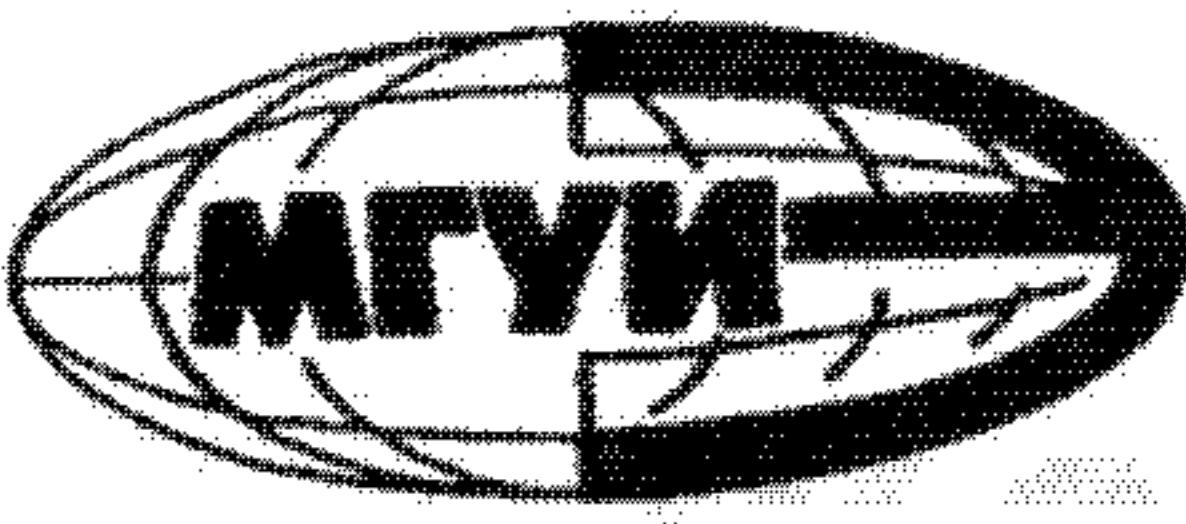
И.И. Поникарову, д.т.н., действительному члену международной инженерной академии, профессору кафедры «Машины и аппараты химических производств» Казанского государственного технологического университета.

И.А. Щупляку, д.т.н., профессору, зав. кафедрой «Машины и аппараты химических производств» Санкт-Петербургского государственного технологического института.

Кроме того, автор искренне признателен д.т.н., профессору М.Г. Лагуткину и к.т.н., доценту А.А. Пахомову, являющимся преподавателями кафедры «Автоматизированное конструирование машин и аппаратов» МГУИЭ, за высказанные замечания в адрес первого издания справочника, а также предоставленные дополнительные справочные материалы и примеры расчетов элементов оборудования, которые включены во второе издание.

Автор выражает искреннюю благодарность ЗАО «Трест Коксохиммонтаж» и ОАО «Строительные технологии» за финансовую поддержку реализации проекта переиздания справочника.

Автор



Московский государственный университет инженерной экологии —

ведущее высшее учебное заведение страны в области подготовки специалистов по охране окружающей среды и рациональному природопользованию.

Московскому государственному университету инженерной экологии в декабре 2000 года исполнилось 80 лет. Свою историю вуз ведет от механического отделения Московского практического химико-технологического института имени Д.И.Менделеева, открытого в 1920 году.

В 1931 году распоряжением ВСНХ СССР механическое отделение МХТИ было преобразовано сначала в Московский институт инженеров химического машиностроения, а в 1933 году - в Московский институт химического машиностроения (МИХМ), ставший широко известным научной общественности не только нашей страны, но и всего мира.

В становлении и развитии МИХМа принимали участие выдающиеся ученые и педагоги страны - академики И.И.Артоболевский, П.Л.Капица, М.В.Кирличев, Я.М.Колотыркин, члены-корреспонденты АН СССР Н.М.Караваев, Б.К.Климов, С.З.Рогинский. Кроме этих ученых создателями научных школ были профессора А.Г.Горст, А.А.Гухман, Е.М.Дудников, З.Б.Канторович, П.И.Николаев, А.Н.Плановский, И.П.Усюкин, С.Н.Шорин, С.И.Щепкин и многие другие. Их трудами были заложены основы традиций и методик подготовки инженеров-механиков в МИХМе, сочетающие глубокие знания фундаментальных дисциплин с практическим обучением разработки технологий и конструированию оборудования важнейших химических, нефтехимических и смежных с ними производств.

В МИХМе подготовлено более 40 000 инженеров, около 2200 кандидатов и 300 докторов наук.

В 1993 году институт получил статус Московской государственной академии химического машиностроения. Значительно расширилось количество специальностей и направлений подготовки. Были открыты факультеты инженерной экологии и экономики и управления.

Расширение профиля подготовки специалистов, все большее внимание, которое уделялось в академии решению проблем инженерной защиты окружающей среды, закономерно привели к тому, что в 1997 году академия получила статус Московского государственного университета инженерной экологии (МГУИЭ). В настоящее время на девяти факультетах университета обучается около 3500 студентов по 12 специальностям высшего профессионального образования. В аспирантуре университета обучаются и ведут научные исследования более 200 аспирантов по 17 научным специальностям.

Из 350 преподавателей 95 имеют ученые степени доктора наук и звание профессора, 180 - кандидаты наук, доценты.

Университет расположен в центре Москвы на Старой Басманной улице. Основой главного корпуса МГУИЭ является построенное в 1801 году здание дворца князя А.Б.Куракина. Вуз имеет хорошо развитую инфраструктуру: комбинат питания, современное общежитие, спортивные базы и лагеря, профилакторий.

В составе Московского государственного университета инженерной экологии функционирует девяти факультетов:

экологии и природопользования;
инженерной экологии;
машиностроительный;
автоматизации и информационных технологий;
техники и физики низких температур;
экономики и управления;
общепрофессионального образования;
вечернего обучения;
дополнительного профессионального образования.

Подготовка студентов ведется по следующим направлениям и специальностям высшего профессионального образования:

656600 Защита окружающей среды

320700 Охрана окружающей среды и рациональное использование природных ресурсов

330200 Инженерная защита окружающей среды

655400 Энерго- и ресурсосберегающие процессы в химической технологии, нефтехимии и биотехнологии

170500 Машины и аппараты химических производств

653800 Стандартизация, сертификация и метрология

072000 Стандартизация и сертификация

651100 Техническая физика

070200 Техника и физика низких температур

101700 Холодильная, криогенная техника и кондиционирование

654600 Информатика и вычислительная техника

220300 Системы автоматизированного проектирования

657900 Автоматизированные технологии и производства

210200 Автоматизация технологических процессов и производств

655300 Химическая технология энергонасыщенных материалов и изделий

171200 Автоматизированное производство химических предприятий

651700 Материаловедение, технология материалов и покрытий

121000 Конструирование и производство изделий из композиционных материалов

060000 Специальности экономики и управления

060800 Экономика и управление на предприятиях (по отраслям)

061100 Менеджмент организаций

Наши адрес и телефоны

Почтовый адрес: 107066, г.Москва, ГСП, ул. Старая Басманская, 21/4.

Телефон: (095)267-07-01 - ректорат,
267-10-21 - приемная комиссия.

Факс: (095)261-49-61,
261-96-12.

E-mail: msuie.ru

ОСНОВНЫЕ УСЛОВНЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ

α - угол, ...°;	M - момент силы, Н·м;
α_t - коэффициент линейного расширения, 1/°C;	n - коэффициент запаса прочности;
Δ - перемещение, м;	n - частота вращения, с ⁻¹ ;
δ - прогиб вала в точке крепления элемента от единичной поперечной силы, приложенной в том же сечении, м;	N - мощность, Вт;
δ_{ij} - то же, приложенный в сечении j , м;	n_u - коэффициент устойчивости;
μ - коэффициент Пуассона;	p - давление, МПа;
t - касательное напряжение, МПа;	P - осевая сила, Н;
τ_b - время, с;	q - линейная нагрузка, Н/м;
ω - угловая скорость, рад/с;	Q - поперечная сила, Н;
ρ - плотность, кг/м ³ ;	R, r - радиусы, м;
v - линейная скорость, м/с;	R_A, R_B - реакция опор, Н;
σ - нормальные напряжения, МПа;	s - толщина стенки, м;
[] - допускаемое значение при расчетной температуре;	t - температура, °C;
[] _p - допускаемое значение из условия устойчивости;	Δt - разность температур, °C;
[] _s - допускаемое значение из условия прочности;	T - время, с;
[] _E - эквивалентное значение из условия устойчивости;	V - объем, м ³ ;
a - ударная вязкость, Дж/см ² ;	W - момент сопротивления плоской фигуры, м ³ ;
b - ширина, м;	z - число деталей.
b_p - ширина прокладки, м;	
c - общая прибавка, м;	
c_1 - прибавка для компенсации коррозии, м;	
c_2 - прибавка для компенсации минусового допуска, м;	
c_3 - технологическая прибавка, м;	
D, d - диаметры, м;	
f - коэффициент трения;	
E - модуль продольной упругости, МПа;	
e - эксцентриситет, м;	
F - площадь, м ² ;	
F - сила, Н;	
G - сила тяжести, Н;	
g - ускорение свободного падения, м ² /с;	
H, h - высота, м;	
I - осевой момент инерции плоской фигуры, м;	
m - масса, кг;	
J - момент инерции вращающихся масс, кг·м ² ;	
L, l - длина, м;	

ИНДЕКСЫ

- b - болт, шпилька (по смыслу);
- v - по пределу временного сопротивления;
- d - действительное;
- e - эквивалентное значение;
- i - испытания;
- k - корпус, крышка;
- p - прокладка;
- пр - приведенное значение;
- см - смятия;
- ср - среднее;
- т - по пределу текучести;
- т - трубы;
- у - условное;
- ф - фланец;
- о - начальное значение;
- р - расчетное значение.