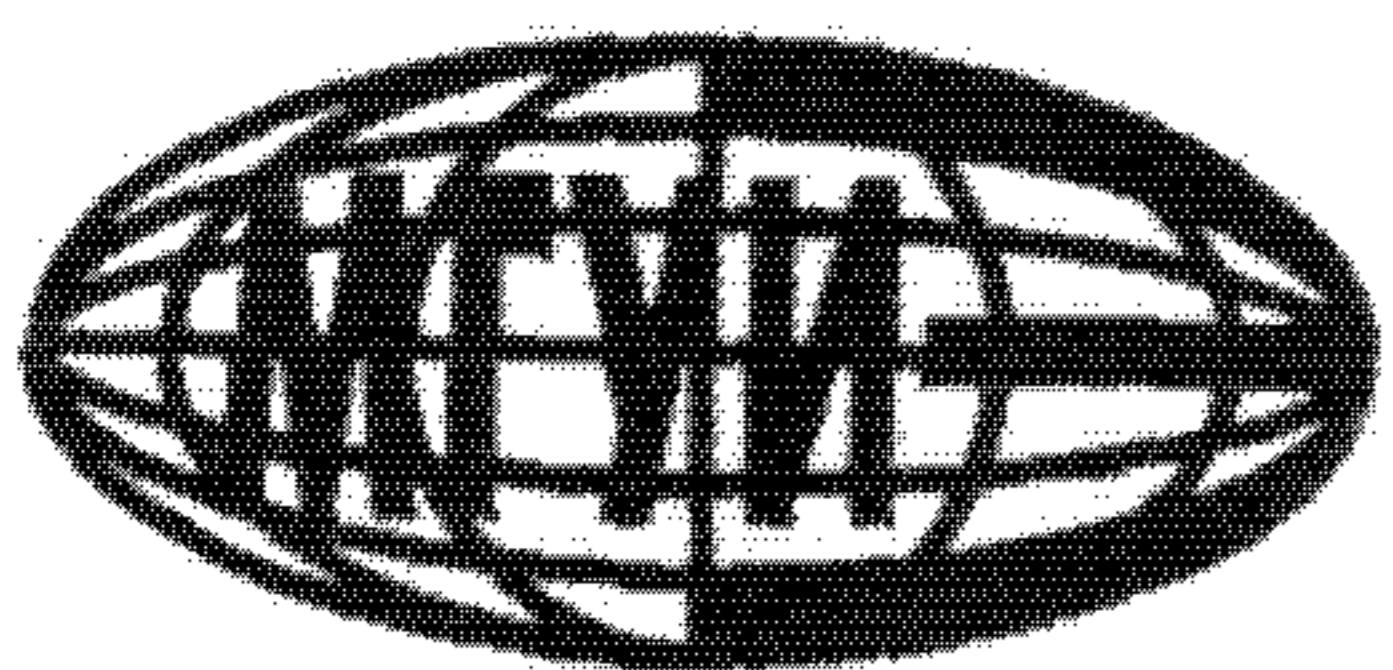


Московский государственный технический университет  
по промышленной химии

А.С. ТИМОШЕНКО

ОСНОВЫ  
КОНСТРУИРОВАНИЯ И РАСЧЕТА  
ХИМИКО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО  
И ПРИРОДООХРАННОГО  
ОБОРУДОВАНИЯ

СПРАВОЧНИК



Московский государственный университет  
инженерной экологии

**А.С. ТИМОНИН**

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

**СПРАВОЧНИК**

Издание 2-е, переработанное и дополненное

**Том 3**

Рекомендован редакционно-издательским советом в  
качестве учебного пособия по специальности 170500-  
Машины и аппараты химических производств и  
предприятий строительных материалов

Издательство  
Н. Бочкаревой

КАЛУГА  
2002

**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**

Т 41      Основы конструирования и расчета химико-технологического и природоохранного оборудования: Справочник. Т. 3. — Калуга: Издательство Н. Бочкаревой, 2002. — 968 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, о 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 трубопроводная арматура, насосы, вентиляторы, газо- и воздуховоды общепромышленного применения.

Справочник рассчитан на инженерно-технических работников, занятых конструированием и проектированием технологического и природоохранного оборудования. Он необходим студентам, преподавателям вузов и техникумов при курсовом и дипломном проектировании по соответствующим специальностям.

**ББК 31.56**

## 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 известным 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 вышеотмеченные 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 разрабатываются и конструируются 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 вы-

дающихся 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. Соцолова, В.Н. Соколова, В.Н. Стабинская, 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: ЛенинНИИхиммаш, 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 трубопроводной арматуре, вакуумном оборудовании, насосах, вентиляторах, газо- и воздуходувках, широко применяемых в технологических и природоохраных системах.

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

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

*Автор будет весьма признателен всем читателям, которые выскажут 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:*

*E-mail: timonin@msuie.ru*

## ПРЕДИСЛОВИЕ КО ВТОРОМУ ИЗДАНИЮ

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. Коптеву, 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

## Вступительное слово к третьему тому

В третьем томе справочника приведены сведения о серийно выпускаемой и находящейся в эксплуатации промышленной трубопроводной арматуре, насосном, вакуумном и тягодутьевом оборудовании.

Сведения о промышленной трубопроводной арматуре базируются на систематических каталогах Ленинградского производственного объединения арматуростроения «Знамя труда им. И.И.Лепсе», издаваемых ЦИНТИХимнефтемашем.

Сведения о насосном оборудовании базируются на систематических каталогах «ВНИИгидромаш», ПО «Молдавгидромаш», ПО «Ливгидромаш», СКТБ герметичных и скважинных насосов, ВНИИнефтемаш, ВНИИАЭН, издаваемых ЦИНТИХимнефтемашем.

Материалы по вакуумному оборудованию базируются на каталоге Казанского НПО «Вакууммаш», изданном также ЦИНТИХимнефтемашем.

Сведения по тягодутьевому оборудованию базируются на основе двух основополагающих справочниках по данному направлению: М.Д. Сидоров «Справочник по воздуходувным и газодувным машинам» и Т. С. Соломахова, К.В. Чебышева «Центробежные вентиляторы», а также каталогах АО «МОВЕН» и ЦНИИТЭИтяжмаш, посвященных вентиляторному и тягодутьевому оборудованию.

Автор ставил своей целью включить в справочник сведения только о том насосном и тягодутьевом оборудовании, которое наиболее широко применяется в технологических производствах, природоохраных цехах и участках химической, нефтехимической, горно-обогатительной, химико-фармацевтической, биотехнологической, пищевой промышленности, производстве строительных материалов.

К настоящему времени еще не разработано единой классификации всего насосного оборудования, поэтому в справочнике приведены обозначения насосов как по размерам всасывающего и напорного патрубков и рабочего колеса, так и по величине подачи и напора, в том числе одних и тех же типоразмеров насосов.

Аналогичная ситуация характерна и для центробежных вентиляторов: с введением ГОСТ 5976—90 изменились обозначения типа и типоразмеров вентиляторов. Однако на предприятиях эксплуатируется множество вентиляторов, обозначения которых отличаются от тех, которые предусматривает ГОСТ 5976—90. Эта проблема характерна и для основополагающих справочников и каталогов данного оборудования, поэтому в справочнике приведены вентиляторы как со старыми, так и новыми обозначениями.

Автор

# **ЗАО «ТРЕСТ КОКСОХИММОНТАЖ»**

ЗАКРЫТОЕ АКЦИОНЕРНОЕ ОБЩЕСТВО «ТРЕСТ КОКСОХИММОНТАЖ» –  
многопрофильная монтажно-строительная компания,

выполняющая  
**строительство промышленных объектов  
на условиях полного генерального подряда  
со сдачей в эксплуатацию «под ключ».**

Комплекс  
работ  
и услуг  
компании  
включает  
в себя:

- ◊ проектирование
- ◊ общестроительные работы
- ◊ изготовление, комплектацию и поставку  
всех видов оборудования и материалов
- ◊ механомонтажные работы
- ◊ электромонтажные работы
- ◊ монтаж систем КИП и автоматики
- ◊ монтаж систем отопления и вентиляции
- ◊ огнеупорные работы, включая поставку огнеупоров
- ◊ теплоизоляционные работы
- ◊ антикоррозионную и химическую защиту

Основные объекты, строительство которых  
ЗАО «Трест КоксоХиммонтаж» выполняет «под ключ»:

- ⇒ коксохимические предприятия
- ⇒ углеобогатительные фабрики
- ⇒ нефтеперерабатывающие предприятия
- ⇒ мини-нефтеперерабатывающие заводы
- ⇒ резервуары для хранения нефти, нефтепродуктов, жидких  
материалов
- ⇒ газгольдеры
- ⇒ нефтеперевалочные морские и железнодорожные комплексы,  
нефтебазы, автозаправки
- ⇒ химические заводы и заводы минеральных удобрений
- ⇒ предприятия стройиндустрии
- ⇒ установки по вдуванию пылеугольного топлива в доменные печи
- ⇒ установки гранулирования шлаков

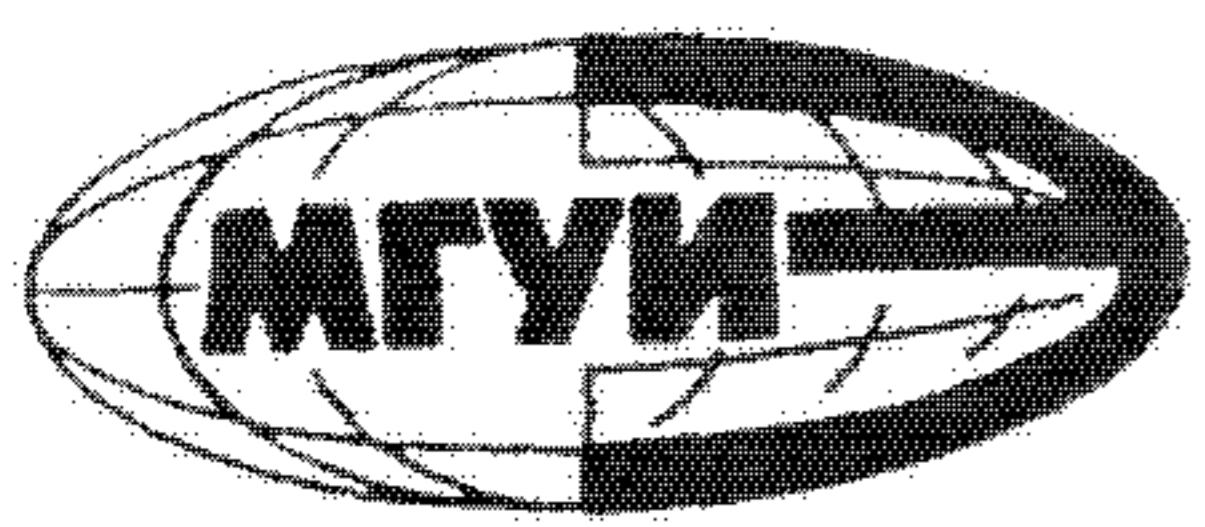
Учитывая Ваши пожелания,  
специалисты  
ЗАО «Трест КоксоХиммонтаж»  
подберут наилучшие варианты  
выполнения заказа,  
максимально отвечающие  
Вашим требованиям!

Адрес:  
113035, г. Москва,  
Кадашевская наб.,  
д.36, стр. 5

Факсы:  
(095) 953-0607  
(095) 953-5975  
(095) 953-2756

Телефоны:  
(095) 953-2268  
(095) 953-0728  
(095) 953-3818

Телетайп:  
111636 ТЕПЛЯК  
Телекс:  
412397 КСНМ RU



# 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.Кирпичев, 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, 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.