



Авторы книги – ведущие специалисты  
ООО «НТП Трубопровод»



**Магалиф Виктор Яковлевич**

Заместитель директора по вопросам прочности  
трубопроводов и оборудования,  
Кандидат технических наук

*e-mail: magalif@truboprovod.ru*



**Иткина Долорес Моисеевна**

Старший научный сотрудник,  
Кандидат технических наук

*e-mail: itkina@truboprovod.ru*



**Корельштейн Леонид Бенционович**

Заместитель директора по научной работе,  
Кандидат физико–математических наук

*e-mail: korelstein@truboprovod.ru*

**МОНТАЖНОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ  
ХИМИЧЕСКИХ, НЕФТЕХИМИЧЕСКИХ  
И НЕФТЕПЕРЕРАБАТЫВАЮЩИХ ПРОИЗВОДСТВ**

**В.Я. Магалиф  
Д.М. Иткина  
Л.Б. Корельштейн**

**МОНТАЖНОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ  
ХИМИЧЕСКИХ, НЕФТЕХИМИЧЕСКИХ  
И НЕФТЕПЕРЕРАБАТЫВАЮЩИХ  
ПРОИЗВОДСТВ**





**В.Я. Магалиф, Д.М. Иткина, Л.Б. Корельштейн**

**МОНТАЖНОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ  
ХИМИЧЕСКИХ, НЕФТЕХИМИЧЕСКИХ,  
И НЕФТЕПЕРЕРАБАТЫВАЮЩИХ  
ПРОИЗВОДСТВ**

**Москва, 2010 г.**

## Аннотация

Книга посвящена основам монтажного проектирования химических, нефтехимических и нефтеперерабатывающих производств. Изложены общие принципы компоновки оборудования, прокладки и конструирования трубопроводов, разработки чертежей расположения оборудования и трубопроводов, по которым осуществляется возведение установок, цехов и заводов на строительных площадках.

Приводятся систематизированные сведения по всему комплексу вопросов, относящихся к монтажному проектированию: архитектуре, строительным конструкциям, оборудованию, изделиям и материалам для технологических трубопроводов, технике безопасности, методам оценки прочности трубопроводов и др.

Книга предназначена для инженеров-механиков, специализирующихся в области монтажного проектирования химических, нефтехимических и нефтеперерабатывающих производств, а также студентов и аспирантов технических ВУЗов, в учебных программах которых предусмотрены соответствующие спецкурсы.

# Содержание

Введение .....	
1 Классификация объектов и нормы проектирования .....	
1.1 Вещества, обращающиеся в технологических процессах .....	
1.2 Классификация технологических процессов .....	
1.2.1 Цели и задачи классификации .....	
1.2.2 Категорирование производств по взрывной, взрывопожарной и пожарной опасности обращающихся веществ (НПБ 105-03) .....	
1.2.3 Классификация взрывоопасных и пожароопасных зон согласно правилам устройства электроустановок (ПУЭ) .....	
1.2.4 Санитарная классификация производств (СНиП 2.09.04-87). .....	
1.3 Обеспечение безопасности проектируемых производств .....	
1.4 Нормы проектирования .....	
1.4.1 Общие нормы и правила .....	
1.4.2 Специальные нормы и Правила .....	
1.4.3 Доступность нормативных документов .....	
2 Общие сведения о промышленных зданиях и сооружениях .....	
2.1 Типы промышленных зданий и сооружений .....	
2.2 Элементы несущих строительных конструкций .....	
2.3 Конструктивные схемы многоэтажных промышленных зданий и наружных установок .....	
2.4 Междуэтажные перекрытия .....	
2.5 Фундаментные конструкции под оборудование. Фундаментные болты .....	
2.6 Модульная координация размеров в строительстве (МКРС) .....	
2.7 Основные требования к зданиям и сооружениям .....	
3 Элементы технологических трубопроводов .....	
3.1 Трубы .....	
3.1.1 Металлические трубы .....	
3.1.2 Трубы из неметаллических материалов .....	
3.1.3 Стальные трубы с защитным покрытием .....	
3.2 Детали трубопроводов .....	
3.2.1 Отводы (колена) .....	
3.2.2 Ответвления (врезки, тройники) .....	
3.2.3 Переходы .....	
3.2.4 Заглушки и днища .....	
3.3 Соединения трубопроводов .....	
3.3.1 Сварные соединения в трубопроводах .....	
3.3.2 Клеевые соединения .....	
3.3.3 Фланцевые соединения .....	
3.3.4 Резьбовые соединения .....	
3.3.5 Раструбные соединения .....	
3.4 Фланцы и прокладочные материалы, крепежные детали .....	
3.5 Детали для присоединения контрольно-измерительных приборов и средств автоматизики .....	
4 Трубопроводная арматура .....	
4.1 Типы арматуры .....	
4.2 Виды арматуры .....	
4.3 Способы управления арматурой .....	
4.4 Плотность по отношению к окружающей среде .....	
4.5 Герметичность затвора .....	

4.6	Материалы для изготовления арматуры .....
4.7	Запорная арматура .....
4.7.1	Требования, предъявляемые к запорной арматуре .....
4.7.2	Запорные клапаны .....
4.7.3	Задвижки .....
4.7.4	Краны .....
4.7.5	Дисковые затворы .....
4.8	Регулирующая арматура .....
4.8.1	Регулирующие клапаны .....
4.8.2	Регуляторы прямого действия .....
4.9	Регуляторы уровня и температуры .....
4.9.1	Регуляторы уровня и температуры прямого действия .....
4.9.2	Регуляторы непрямого действия .....
4.9.3	Другие типы регулирующей арматуры .....
4.10	Предохранительная арматура .....
4.10.1	Предохранительные клапаны прямого действия .....
4.10.2	Предохранительные клапаны непрямого действия .....
4.10.3	Дыхательные клапаны .....
4.10.4	Правила установки предохранительных клапанов в трубопроводе .....
4.10.5	Предохранительные мембраны .....
4.11	Обратные клапаны и затворы .....
4.12	Фазоразделительная арматура .....
4.12.1	Конденсатоотводчики .....
4.12.2	Воздухоотводчики .....
4.13	Присоединение арматуры к трубопроводу .....
4.14	Условные обозначения арматуры .....
4.14.1	Универсальные коды .....
4.14.2	Система обозначений «таблица фигур (т/ф)» .....
4.14.3	Другие обозначения .....
5	Опоры и компенсационные устройства .....
5.1	Типы опор и их назначение .....
5.2	Конструкции опор трубопроводов .....
5.3	Выбор и регулировка пружин упругих опор .....
5.4	Опоры постоянного усилия .....
5.5	Основные типы компенсационных устройств .....
5.6	Сильфонные компенсаторы .....
5.7	Растяжка компенсаторов .....
6	Технологические трубопроводы .....
6.1	Назначение и способы прокладки трубопроводов .....
6.2	Приемы конструирования трубопроводов .....
6.3	Условный диаметр, давления условное и пробное, рабочие параметры среды .....
6.4	Классификации трубопроводов .....
6.5	Номенклатурные перечни применяемых материалов и изделий (классы, миникаталоги) .....
7	Трубопроводная обвязка оборудования .....
7.1	Предварительные замечания .....
7.2	Емкостное оборудование .....
7.3	Теплообменные аппараты .....
7.4	Дистилляционные колонны .....
7.5	Насосы .....
7.6	Обвязка трубопроводной арматуры .....
8	Компоновка технологических производств .....

8.1	Генеральные планы производств .....
8.2	Объемно-планировочное решение цеха .....
8.3	Компоновка технологического оборудования.....
8.4	Особенности компоновки при узловом и комплектно - блочном методах монтажа
9	Прочность трубопроводов .....
9.1	Оценка прочности при сложном напряженном состоянии .....
9.2	Нагрузки и воздействия .....
9.3	Влияние самокомпенсации на прочность трубопровода.....
9.4	Жесткость криволинейных труб-отводов .....
9.5	Расчеты трубопроводов на прочность .....
10	Рабочие чертежи и методы их разработки .....
10.1	Основной комплект рабочих чертежей .....
10.2	Детализированные чертежи трубопроводов.....
10.3	Разработка и оформление чертежей расположения оборудования и трубопроводов
10.4	Стадии и этапы проектирования .....
11	Применение компьютерных технологий в монтажном проектировании .....
11.1	Трехмерные компьютерные системы проектирования промышленных установок
11.2	Основные принципы проектирования с использованием 3D систем.....
11.3	Типовая структура, функции и возможности современных 3D систем.....
11.3.1	Ядро 3D системы. ....
11.3.2	Модули двухмерного монтажно-технологического проектирования. ....
11.3.3	Модули трехмерного монтажного проектирования.....
11.3.4	Управление материалами в 3D системах .....
11.3.5	Открытость 3D систем и их настройка под стандарты организации .....
12	Литература .....
	Приложения.....
	Приложение 1. Классификатор строительных норм и правил.....
	Приложение 2. Выдержки из ГОСТ 21.001-93 «Система проектной документации для строительства» .....
	Приложение 3. Современные разработчики 3D систем и их решения .....
	Приложение 4. Прикладное программное обеспечение ООО «НТП Трубопровод», используемое в монтажном проектировании .....

## ВВЕДЕНИЕ

Проектирование промышленных объектов представляет самостоятельную сферу деятельности. Строительству любого промышленного объекта предшествует его разработка на бумаге в виде комплекта чертежей и текстовых материалов (спецификаций, смет и т.д.). Совокупность этих материалов называется проектно-сметной документацией. Ее разработкой занимаются проектные организации, а внутри этих организаций - специалисты-проектировщики. Данная книга посвящена основам монтажного проектирования нефтеперерабатывающих, нефтехимических, химических и ряда других производств, в основе которых лежит химическая технология.

Предметом монтажного проектирования является компоновка технологического оборудования и прокладка трубопроводов в пространстве проектируемого объекта. Результатом монтажного проектирования являются чертежи расположения оборудования и трубопроводов, спецификации на трубы, трубопроводные детали и арматуру, т.е. именно та документация, на основании которой воплощается в жизнь реальный технологический процесс. В проекте любого производства на долю монтажной части проекта приходится около трети всех трудозатрат.

Монтажное проектирование осуществляют проектировщики монтажной специальности (далее по тексту инженеры-монтажники). Инженер-монтажник выступает одновременно в двух ролях: как архитектор промышленной установки и как конструктор технологических трубопроводов. Насыщенность современных производств трубопроводами высока - стоимость трубопроводов нередко достигает 30% стоимости технологического оборудования.

Монтажное проектирование начинается после разработки технологической схемы процесса. Эта схема отображает стадии технологического процесса и их взаимосвязь. На схеме указывается оборудование и его высотное расположение (при необходимости), характеристики трубопроводов, запорные и регулирующие устройства, первичные контрольно-измерительные приборы. Технологическую схему разрабатывают инженеры-технологи на основании данных технологического регламента, который выдается специализированной организацией - автором процесса.

Получив такую схему, инженер-монтажник должен превратить ее в пространственную композицию аппаратов, машин и трубопроводов, помещенную в реальные строительные конструкции. На техническом языке это означает создать экономичный проект работоспособной технологической установки, отвечающей

действующим нормативным документам, учитывающий требования проектировщиков смежных специальностей: технологов, строителей, электриков, сантехников и др.

По своему содержанию монтажное проектирование находится на стыке таких дисциплин, как «Процессы и аппараты химических производств», «Транспорт и хранение нефти, газа и химических продуктов», «Основы строительного дела», «Техника безопасности», «Контрольно-измерительные приборы и автоматика», «Сопротивление материалов» и др. Именно «стыковой» характер монтажного проектирования до сих пор мешал ему выделиться в самостоятельную дисциплину. При изложении данного материала учитывалось, что часть необходимых знаний начинающими инженерами - механиками и студентами уже получена в рамках изучения ими названных дисциплин.

Монтажное проектирование многопланово, приемы компоновки и конструирования во многом зависят от специфики технологических процессов. Авторы стремились давать общие подходы и принципы, однако избежать специфики производств нефтехимии и нефтепереработки, по-видимому, до конца не удалось. Любые замечания и дополнения по содержанию пособия будут приняты с благодарностью.

Главы 2, 3, 5, 6, 7, 8, 9, 10, параграфы 1.1, 1.2, 1.3 и общая редакция выполнены В.Я. Магалифом; глава 4, параграфы 1.4, 10.4 и приложения 1, 2 написаны Д.М. Иткиной, глава 11 и приложения 3 и 4 – Л.Б. Корельштейном.

Авторы выражают искреннюю признательность директору ООО «НТП Трубопровод» Миркину А.З. Его настойчивость и всесторонняя помощь способствовали подготовке книги и ее выходу в свет. Отдельная благодарность ведущим специалистам предприятия Р.С. Сатдинову, Л.Р. Кабо и А.В. Куликову за ценные замечания и дополнения, сделанные при просмотре рукописи.