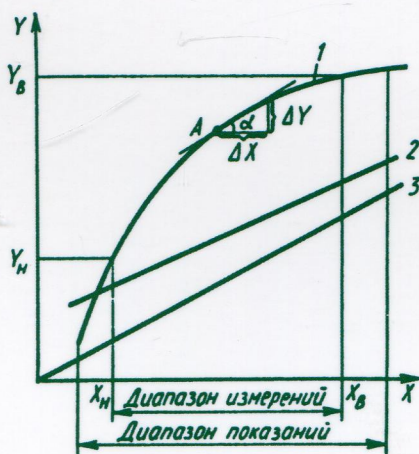


Н.Г. ФАРЗАНЕ, Л.В. ИЛЯСОВ,
А.Ю. АЗИМ-ЗАДЕ

Технологические измерения и приборы

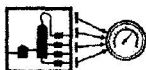
Учебник



Альянс

Н.Г. ФАРЗАНЕ,
Л.В. ИЛЯСОВ,
А.Ю. АЗИМ-ЗАДЕ

Технологические измерения и приборы



Допущено
Государственным комитетом СССР
по народному образованию
в качестве учебника для студентов
вузов, обучающихся по специальности
«Автоматизация технологических
процессов и производства»

Стереотипное издание

МОСКВА
Альянс
2016

ББК 30.10
Ф24
УДК 389.14

Рецензенты:

д-р техн. наук, проф. М. В. Кулаков (Московский институт химического машиностроения);
кафедра автоматизации производственных процессов Московского института нефти и
газа им. акад. И. М. Губкина (зав. кафедрой проф. Р. Я. Исакович)

Фарзана Н.Г., Ильясов Л.В., Азим-заде А.Ю.

Ф24 Технологические измерения и приборы: Учеб. для студ. вузов по спец. «Автоматизация технологических процессов». Стереотипное издание. – М.: Альянс, 2016. – 456 с.

ISBN 978-5-91872-131-5

В книге приведены основные задачи автоматического контроля химико-технологических процессов; изложены основы метрологии измерительной техники; дано описание современных принципов; рассмотрены вопросы проведения и обработки результатов промышленного измерительного эксперимента, применения ЭВМ, в том числе микропроцессоров, в средствах и системах измерений, автоматического контроля окружающей среды и метрологического обеспечения технологических измерений.

ББК 30.10
Ф24
УДК 389.14

Учебное издание

Фарзана Надир Гасанович
Ильясов Леонид Владимирович
Азим-заде Ариф Юсуфович

Технологические измерения и приборы

Подписано в печать 13.05.2016. Формат 60х90/16.
Тираж 100 экз. Заказ № 105273.

ООО «Издательство Альянс»
125319, Москва, ул. Планетная, д. 47-3
Тел./факс (499) 155-71-95 (многоканальный)
izdat@aliansbooks.ru www.aliansbooks.ru

Отпечатано: ПАО «Т 8 Издательские Технологии»
109316 Москва, Волгоградский проспект, дом 42, корпус 5
Тел.: 8 495 221-89-80

ISBN 978-5-91872-131-5



9 785918 721315 >

ISBN 978-5-91872-131-5

© Н.Г. Фарзана, Л. В. Ильясов, А.Ю. Азим-заде, 1989
© Оформление. Издательство Альянс, 2016

ОГЛАВЛЕНИЕ

Предисловие	3
Введение	5
Глава 1. Основные сведения об измерениях	13
§ 1.1. Сущность и основные характеристики измерений.	13
§ 1.2. Классификация измерений	17
§ 1.3. Методы измерений	20
§ 1.4. Погрешности измерений	25
Глава 2. Основные сведения о средствах измерений	32
§ 2.1. Классификация средств измерений	32
§ 2.2. Структурные схемы измерительных устройств	35
§ 2.3. Статические характеристики и параметры измерительных устройств	38
§ 2.4. Динамические характеристики измерительных устройств	41
§ 2.5. Погрешности измерительных устройств	45
§ 2.6. Нормирование метрологических характеристик измерительных устройств	55
§ 2.7. Структурные схемы и метрологические характеристики измерительных систем	59
§ 2.8. Надежность средств измерений	62
§ 2.9. Сведения о средствах измерений государственной системы промышленных приборов и средств автоматизации	63
Глава 3. Технологические измерения, их результаты и погрешности	68
§ 3.1. Технологические измерения с однократными и многократными наблюдениями	68
§ 3.2. Представление результатов измерений	71
§ 3.3. Обнаружение и исключение систематических погрешностей	72
§ 3.4. Оценивание результата и погрешности прямых измерений с многократными наблюдениями	74
§ 3.5. Оценивание результата и погрешности косвенных измерений с многократными наблюдениями	78
§ 3.6. Оценивание результатов и погрешностей совокупных и совместных измерений с многократными наблюдениями	82
§ 3.7. Результаты и погрешности измерений с однократными наблюдениями	86
§ 3.8. Методы повышения точности измерений и средств измерений	89
Глава 4. Измерения давления	95
§ 4.1. Общие сведения	95
§ 4.2. Жидкостные средства измерений давления с гидростатическим уравниванием	97
§ 4.3. Чувствительные элементы деформационных средств измерений давления	101
§ 4.4. Деформационные приборы для измерения давления	106
§ 4.5. Деформационные измерительные преобразователи давления, основанные на методе прямого преобразования	111
§ 4.6. Деформационные измерительные преобразователи давления, основанные на методе уравнивающего преобразования	119

Глава 5. Системы передачи измерительной информации	121
§ 5.1. Общие сведения	121
§ 5.2. Пневматическая система передачи измерительной информации	123
§ 5.3. Электрические системы передачи измерительной информации с унифицированным токовым сигналом	128
§ 5.4. Электрическая система передачи измерительной информации с унифицированным частотным сигналом	134
§ 5.5. Дифференциально-трансформаторная система передачи измерительной информации	136
§ 5.6. Сельсинная система передачи измерительной информации . .	138
§ 5.7. Пневмоэлектрические и электропневматические преобразователи	140
Глава 6. Измерения температуры	143
§ 6.1. Общие сведения	143
§ 6.2. Температурные шкалы	148
§ 6.3. Классификация средств измерений температуры	149
§ 6.4. Манометрические термометры	150
§ 6.5. Термоэлектрические термометры	156
§ 6.6. Средства измерений сигналов термоэлектрических термометров	166
§ 6.7. Термопреобразователи сопротивления	178
§ 6.8. Средства измерений, работающие в комплекте с термопреобразователями сопротивления	181
§ 6.9. Пирометры излучения	191
Глава 7. Измерения количества и расхода жидкости, газа и пара . . .	205
§ 7.1. Общие сведения	205
§ 7.2. Объемные счетчики	206
§ 7.3. Скоростные счетчики	208
§ 7.4. Расходомеры переменного перепада давления (дроссельные расходомеры)	211
§ 7.5. Расходомеры обтекания	228
§ 7.6. Расходомеры переменного уровня	233
§ 7.7. Электромагнитные расходомеры	235
§ 7.8. Тепловые расходомеры	238
Глава 8. Измерения уровня	242
§ 8.1. Общие сведения	242
§ 8.2. Визуальные средства измерений уровня	242
§ 8.3. Поплавковые средства измерений уровня	243
§ 8.4. Буйковые средства измерений уровня	245
§ 8.5. Гидростатические средства измерений уровня	248
§ 8.6. Электрические средства измерений уровня	254
§ 8.7. Акустические средства измерений уровня	257
Глава 9. Качество сырья и продукции химико-технологических процессов и общие сведения о методах и средствах его автоматического контроля	259
§ 9.1. Характеристики, определяющие качество сырья и продукции химико-технологических процессов	259
§ 9.2. Значение автоматического контроля качества сырья и продукции химико-технологических процессов	262
§ 9.3. Общие сведения о методах и средствах автоматического контроля качества продукции химико-технологических процессов	263
§ 9.4. Структурные схемы и сигналы автоматических анализаторов	267
§ 9.5. Способы подключения автоматических анализаторов к технологическим потокам	269
§ 9.6. Агрегатный комплекс средств аналитической техники	271

Глава 10. Измерения физико-химических свойств жидкостей и газов	273
§ 10.1. Общие сведения	273
§ 10.2. Средства измерений плотности жидкостей и газов	274
§ 10.3. Средства измерений вязкости жидкостей	283
§ 10.4. Средства измерений показателя преломления жидкостей	287
§ 10.5. Средства измерений давления насыщенных паров жидкостей	289
§ 10.6. Средства измерений теплоты сгорания жидких и газообразных топлив	290
Глава 11. Измерения концентрации	294
§ 11.1. Теоретические основы анализа состава бинарных и псевдобинарных смесей жидкостей и газов	294
§ 11.2. Термокондуктометрические газоанализаторы	298
§ 11.3. Диффузионные газоанализаторы	300
§ 11.4. Магнитные газоанализаторы	303
§ 11.5. Сорбционные газоанализаторы	304
§ 11.6. Испарительные и конденсационные анализаторы	307
§ 11.7. Диэлькометрические анализаторы	310
§ 11.8. Оптические анализаторы, в работе которых используется излучение видимой части спектра	312
§ 11.9. Абсорбционные ультрафиолетовые и инфракрасные анализаторы	318
§ 11.10. Ионизационные газоанализаторы	320
§ 11.11. Термохимические анализаторы	323
§ 11.12. Электрокондуктометрические анализаторы	329
§ 11.13. Потенциометрические анализаторы	335
§ 11.14. Электролизные анализаторы	345
§ 11.15. Пламенные ионизационные и фотометрические газоанализаторы	349
§ 11.16. Хемилюминесцентные газоанализаторы	351
§ 11.17. Системы автоматического контроля загрязнений окружающей среды	352
Глава 12. Автоматический анализ состава многокомпонентных жидкостей и газов	354
§ 12.1. Задачи автоматического анализа состава многокомпонентных жидкостей и газов. Классификация методов анализа	354
§ 12.2. Многопараметрические методы и средства автоматического анализа состава	355
§ 12.3. Хроматографические методы и средства автоматического анализа состава	365
Глава 13. Измерения показателей качества нефтей и нефтепродуктов	380
§ 13.1. Современная концепция оценки качества нефтей и нефтепродуктов	380
§ 13.2. Средства измерений фракционного состава	381
§ 13.3. Средства измерений температур перегонки для характерных точек кривой фракционного состава	386
§ 13.4. Средства измерений выкипаемости при заданной температуре и испаряемости	389
§ 13.5. Средства измерений температуры вспышки	391
§ 13.6. Средства измерений октанового числа	393
Глава 14. Применение цифровой вычислительной техники в средствах технологических измерений	396
§ 14.1. Общие сведения	396
§ 14.2. Ввод измерительной информации о технологических параметрах в устройства цифровой вычислительной техники	399

§ 14.3.	Применение средств цифровой вычислительной техники в измерительных устройствах	402
§ 14.4.	Применение средств цифровой вычислительной техники в измерительных системах	407
Глава 15.	Метрологическое обеспечение технологических измерений . .	413
§ 15.1.	Общие сведения	413
§ 15.2.	Передача размера единиц от эталона к образцовым и рабочим средствам измерений	414
§ 15.3.	Регулировка, градуировка и поверка средств измерений . . .	416
§ 15.4.	Метрологическое обеспечение средств измерений давления . .	419
§ 15.5.	Метрологическое обеспечение средств измерений температуры .	425
§ 15.6.	Метрологическое обеспечение средств измерений расхода . .	430
§ 15.7.	Метрологическое обеспечение средств измерений уровня жидкости	432
§ 15.8.	Метрологическое обеспечение средств измерений физико-химических свойств веществ	434
§ 15.9.	Метрологическое обеспечение средств измерений показателей качества	435
§ 15.10.	Метрологическое обеспечение средств измерений концентрации и состава	435
Заключение		439
Приложения		441
Список литературы		447
Предметный указатель		449