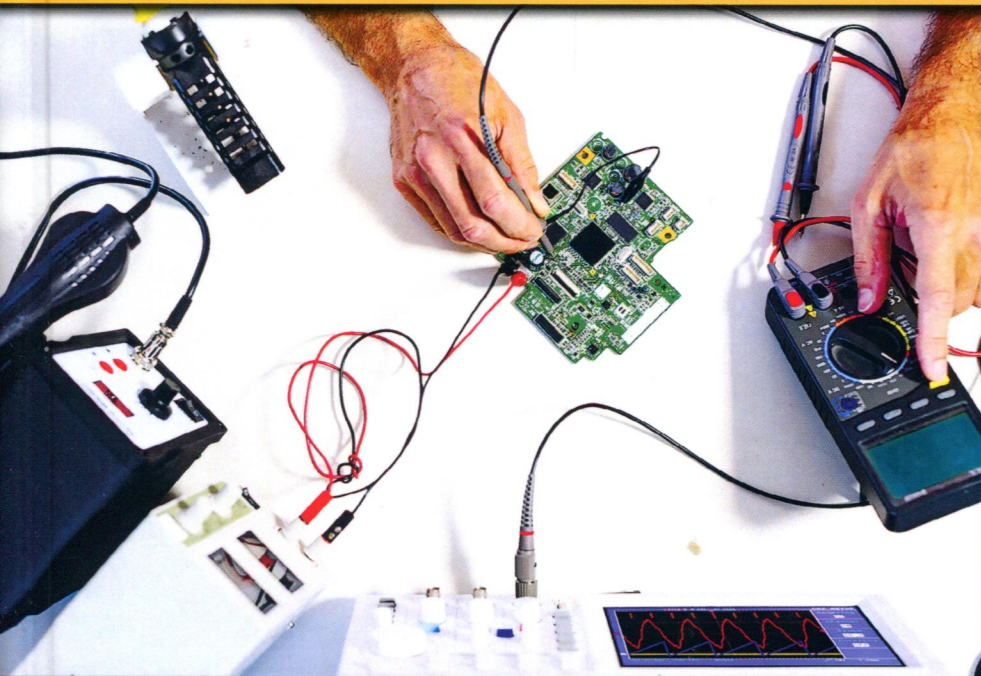


А. В. Калиниченко

СПРАВОЧНИК ИНЖЕНЕРА ПО КИПиА

3-е издание



А. В. Калиниченко

**СПРАВОЧНИК ИНЖЕНЕРА
ПО КОНТРОЛЬНО-
ИЗМЕРИТЕЛЬНЫМ
ПРИБОРАМ И АВТОМАТИКЕ**

Учебно-практическое пособие

**Инфра-Инженерия
Москва
2018**

УДК (665.6/.7:681.5).002.2

ББК 34.9.я2

К17

ФЗ №436-ФЗ	Издание не подлежит маркировке в соответствии с п. 1 ч. 4 ст. 11
---------------	---

Калиниченко А. В., Уваров Н. В., Дойников В. В.

К 17 Справочник инженера по контрольно-измерительным приборам и автоматике. 3-е изд. доп. и перераб.– М.: Инфра-Инженерия, 2018. - 564 с.

ISBN 978-5-9729-0116-6

В справочнике детально описаны материалы как для обучения персонала КИПиА (история КИПиА, термины и определения, принципы действия простейших КИПиА), так и справочные данные, методики для ремонта, настройки и эксплуатации контрольно-измерительных приборов, а также сопутствующие справочные данные, необходимые для правильного расчета и выбора контрольно-измерительного прибора.

Предназначен для инженеров по эксплуатации и ремонту контрольно-измерительных приборов для измерения технологических параметров температуры, давления, расхода и уровня.

Справочник рекомендуется также руководителям служб КИПиА, мастерам, слесарям по КИПиА, прибористам, а также студентам и аспирантам, обучающимся по соответствующим специальностям.

© Коллектив авторов, 2018

© Издательство «Инфра-Инженерия», 2018

ISBN 978-5-9729-0116-6

СОДЕРЖАНИЕ

ГЛАВА I.	
ИЗ ИСТОРИИ ИЗМЕРЕНИЙ	5
1.1. Метрология	5
1.1.1. Метрология как наука об измерениях	5
<i>Методы измерений</i>	6
<i>Методы измерений в зависимости от способа получения результата</i>	6
<i>Единица физической величины</i>	7
<i>Международная система СИ</i>	7
<i>Классификация погрешностей в зависимости от эксплуатации приборов</i>	8
<i>Измерительные преобразователи, измерительные приборы</i>	8
<i>Отсчетное устройство (шкала и стрелка)</i>	9
<i>Виды шкал, цена деления</i>	9
<i>Классификация средств измерений</i>	11
<i>Поверка средств измерений</i>	12
1.1.2. Проблемы метрологии	13
1.2. Развитие контрольно-измерительных приборов	13
1.2.1. Изобретение термометров	14
1.2.2. Изобретение калориметра	17
<i>Современные калориметры</i>	19
<i>Типы калориметров</i>	19
1.2.3. Ультразвуковой дефектоскоп	19
1.2.4. Жидкостный манометр	21
1.2.5. Изобретения барометра	22
1.3. Системы мер	28
1.3.1. Метрическая система мер	28
<i>История развития</i>	28
<i>Разработка и внедрение</i>	29
<i>Закон о Метрической системе мер</i>	30
1.3.2. Меры англоязычных и других стран	31
1.3.3. Древнерусские меры	32
1.3.4. Появление международной системы мер	34

ГЛАВА II.	
ТЕОРИЯ КИПиА	37
2.1. Метрологические понятия	37
Классификация приборов	41
1. По способу отсчета	41
2. По виду шкалы	42
3. По метрологическому назначению	42
4. По роду измеряемой величины	42
2.2. Весоизмерительная техника	43
2.2.1. Эталоны	43
2.2.2. Весы для статического взвешивания	48
Условные обозначения	48
2.2.3. Тензодатчики	51
2.3. Датчики температуры	55
2.3.1. Общие сведения	55
2.3.2. Термометры стеклянные	55
2.3.3. Манометрические термометры	57
2.3.4. Термопреобразователи сопротивления	58
2.3.5. Термоэлектрические преобразователи	60
2.4. Измерение расхода жидкостей, газов и паров	63
2.4.1. Расходомеры переменного перепада давления	63
2.4.2. Расходомеры постоянного перепада давления	66
Ротаметр пневматический фторопластовый типа РПФ	68
Ротаметр специальный прямоточный ВИР	72
2.4.3. Электромагнитные расходомеры	74
2.4.4. Счетчики	75
Скоростной счетчик с винтовой вертушкой	76
Скоростной счетчик с вертикальной крыльчаткой	77
Жидкостный объемный счетчик с овальными шестернями	78
2.5. Приборы для измерения давления	79
2.5.1. Жидкостные манометры	80

2.5.2. Деформационные манометры	81
2.5.3. Грузопоршневые манометры	84
2.5.4. Электрические манометры	85
2.5.5. Преобразователи давления электрические с силовой компенсацией	85
2.5.6. Преобразователи давления и разрежения с пневматическим выходом	87
<i>Манометр сильфонный</i> <i>МС-П1 (МС-П2)</i>	<i>89</i>
2.6. Приборы измерения уровня	93
2.6.1. Уровнемеры пневматические буйковые УБ-П	94
2.6.2. Пьезометрические уровнемеры	97
2.6.3. Гидростатические датчики уровня	99
2.7. Приборы газового анализа	100
2.7.1. Термохимические газоанализаторы	100
2.7.2. Термокондуктометрические газоанализаторы	102
2.7.3. Кулонометрические газоанализаторы	104
2.7.4. Фотоколлометрические газоанализаторы	106
2.7.5. Электрохимические газоанализаторы	107
2.7.6. Искровые пневматические газоанализаторы	109
2.7.7. Оптико-абсорбционные газоанализаторы	110
2.8. рН-метры	113
2.8.1. Принцип измерения величины рН	113
2.8.2. Принцип действия прибора	117
2.8.3. Электродная система	118
2.9. Электроизмерения	118
2.9.1. Приборы магнитоэлектрической системы	123
2.9.2. Приборы электромагнитной системы	125
2.9.3. Приборы электродинамической системы	126
2.9.4. Приборы индукционной системы	128
2.10. Кондуктометры	130
2.10.1. Кондуктометрические методы анализа и назначение приборов	130
2.10.2. Принцип действия и устройство прибора	131
2.10.3. Типы кондуктометров	134
2.10.4. Принцип работы и устройство бесконтактных кондуктометров	136

2.11. Пирометрия	139
2.11.1. Милливольтметры и логометры	139
2.11.2. Автоматические электронные мосты и потенциометры	144
2.12. Вторичные электронные приборы и преобразователи	151
2.12.1. Структурные схемы автоматических вторичных приборов	151
2.12.2. Измерительные схемы	152
2.12.3. Усилители	153
2.12.4. Электрические двигатели	155
2.12.5. Записывающие устройства	155
2.12.6. Прибор регистрирующий Диск-250	155
<i>Устройство и работа прибора</i>	156
2.12.7. Преобразователь измерительный многопредельный П-282	157
<i>Устройство и работа преобразователя</i>	157
2.12.8. Устройство контроля и регистрации ФЩЛ-502,501	160
<i>Принцип работы устройства</i>	160
<i>Блок регулирования</i>	161
<i>Блок регистрации</i>	163
2.13. Уровнемеры повышенной сложности	166
2.13.1. Виды уровнемеров и методы измерения уровня	166
2.13.2. Танк-радары фирмы «KROHNE» типа VM100	167
<i>Принцип измерения</i>	167
<i>Принцип работы: прямой метод измерений</i>	168
<i>Принцип действия ТВФ для продуктов с низкой диэлектрической проницаемостью</i>	169
<i>Данные о сенсоре</i>	171
2.13.3. Система измерения уровня СУ-5Д	173
<i>Назначение</i>	173
<i>Устройство, принцип действия и структурные схемы системы СУ-5Д</i>	174
<i>Функциональное назначение блоков и датчиков</i>	175
<i>Возможные неисправности и методы их устранения</i>	177

2.14. Элементная база пневматических КИПиА	177
ГЛАВА III.	
ПРАКТИКА КИПиА	187
3.1. Термины и определения	187
3.2. Технологические схемы	205
3.2.1. Условные обозначения оборудования КИПиА на технологических схемах	205
3.2.2. Функциональное обозначение оборудования КИПиА на технологических схемах	207
3.2.3. Размеры условных обозначений	207
3.2.4. Правила построения условных обозначений	209
3.2.5. Дополнительные буквенные обозначения, применяемые для указания дополнительных функциональных признаков приборов, преобразователей сигналов и вычислительных устройств	212
3.2.6. Примеры построения условных обозначений приборов и средств автоматизации	214
3.3. Измерение температуры	219
<i>Интерполяционные уравнения для термосопротивлений (ТС)</i>	<i>223</i>
3.3.1. Градуировочные таблицы термометров сопротивления	224
3.3.2. Градуировочные таблицы пирометров излучения	232
3.3.3. Регламент технического обслуживания датчиков, преобразователей и вторичных приборов для измерения температуры	235
3.3.4. Нормы времени на техническое обслуживание датчиков, преобразователей и вторичных приборов для измерения температуры	240
3.3.5. Таблица соответствия маркировок датчиков температуры различных отечественных производителей	245

3.4. Измерение давления, разрежения	248
<i>Единицы СИ - Инженерные единицы</i> <i>(основаны на метрической системе)</i>	<i>248</i>
<i>Единицы СИ - Инженерные единицы</i> <i>(основаны на британо-американской системе)</i>	<i>249</i>
3.4.1. Регламент технического обслуживания на некоторые типы приборов для измерения давления, разрежения	250
3.4.2. Нормы времени на техническое обслуживание на некоторые типы приборов для измерения давления, разрежения	256
3.5. Измерение расхода веществ, протекающих по трубопроводам	262
3.5.1. Рекомендации по выбору типа сужающего устройства	262
3.5.2. Справочные материалы, необходимые для расчета, монтажа сужающих устройств	264
<i>Шероховатость внутренней поверхности</i> <i>трубопроводов</i>	<i>266</i>
<i>Округлость и цилиндричность измерительного</i> <i>трубопровода</i>	<i>276</i>
<i>Расположение диафрагмы и камеры усреднения</i>	<i>278</i>
<i>Способ крепления и прокладки</i>	<i>280</i>
<i>Классификация видов местных сопротивлений</i>	<i>280</i>
3.5.3. Регламент технического обслуживания на некоторые типы приборов для измерения перепада давления, расхода и количества жидкости и газов	291
3.5.4. Нормы времени на техническое обслуживание на некоторые типы приборов для измерения перепада давления, расхода и количества жидкости, пара и газа	301
3.6. Промышленная безопасность	309
3.6.1. Степени защиты оборудования КИПиА, обеспечиваемые оболочками (код IP)	309
<i>Примеры использования букв и цифр в коде IP</i>	<i>311</i>
3.6.2. Классификация и маркировка взрывозащищенного оборудования КИПиА	311
3.6.3. Климатическое исполнение оборудования КИПиА	315

3.7. Пневматические и электронные регуляторы	323
3.7.1. Позиционный регулятор типа ПР 1.5	323
3.7.2. Пропорциональный регулятор ПР 2.8	326
3.7.3. Пропорционально-интегральный регулятор типа ПР 3.31	331
3.7.4. Приборы регулирующие серии РС29 системы «Контур-2»	336
<i>Технические характеристики</i>	343
<i>Ремонт регулирующих приборов РС-29 и РС-29.1 с импульсным выходным сигналом</i>	354
<i>Выявление неполадок приборов</i>	354
<i>Органы настройки и контроля</i>	355
<i>Проверка и настройка регулирующих модулей Р-029 и Р-029.1</i>	358
<i>Проверка потребляемого тока</i>	366
<i>Проверка выходного напряжения сбалансированного модуля</i>	368
<i>Проверка и настройка</i>	373
<i>измерительного модуля ИУ-012</i>	373

ГЛАВА IV.

КИП, ПРИМЕНЯЮЩИЕСЯ

ПРИ ДОБЫЧЕ НЕФТИ И ГАЗА

4.1. Приборы для контроля и измерения параметров процесса добычи газа	396
4.2. Приборы для проведения исследований скважин	412
4.3. Приборы для контроля за физико-химическими свойствами и качеством продукции промысла	419

П Р И Л О Ж Е Н И Е 1

ОСНОВНЫЕ СВОЙСТВА ЖИДКОСТЕЙ

П Р И Л О Ж Е Н И Е 2

ОСНОВНЫЕ ФИЗИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ТЕЛ

ПРИЛОЖЕНИЕ 3	
ОСНОВНЫЕ СВОЙСТВА ГАЗОВ	428
ПРИЛОЖЕНИЕ 4	
ЕДИНИЦЫ МЕЖДУНАРОДНОЙ СИСТЕМЫ СИ	429
ПРИЛОЖЕНИЕ 5.....	
СООТНОШЕНИЕ МЕЖДУ ЕДИНИЦАМИ СИ И ЕДИНИЦАМИ, НЕ ВХОДЯЩИМИ В СИ	432
ПРИЛОЖЕНИЕ 6	
ПРИСТАВКИ И ИХ ОБОЗНАЧЕНИЕ	434
ПРИЛОЖЕНИЕ 7	
СООТНОШЕНИЯ С ЕДИНИЦАМИ СИ НЕКОТОРЫХ РАНЕЕ ШИРОКО ПРИМЕНЯВШИХСЯ ЕДИНИЦ	435
ПРИЛОЖЕНИЕ 8	
НОРМЫ ВРЕМЕНИ НА НАЛАДОЧНЫЕ РАБОТЫ, ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБСЛУЖИВАНИЕ, МЕТРОЛОГИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ И РЕМОНТ СИСТЕМ ИЗМЕРЕНИЯ КОЛИЧЕСТВА НЕФТИ, СРЕДСТВ ИЗМЕРЕНИЯ И АВТОМАТИКИ, ПРИМЕНЯЕМЫХ В НЕФТЯНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ	436
ПРИЛОЖЕНИЕ 9	
ДОЛЖНОСТНАЯ ИНСТРУКЦИЯ ИНЖЕНЕРА ПО КИПиА	538
ПРИЛОЖЕНИЕ 10	
ИНСТРУКЦИЯ ПО ОХРАНЕ ТРУДА ДЛЯ СЛЕСАРЯ КОНТРОЛЬНО-ИЗМЕРИТЕЛЬНЫХ ПРИБОРОВ И СРЕДСТВ АВТОМАТИКИ	546
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ	551
ПОСЛЕСЛОВИЕ	554