



+7 473 200 9136 | info@kolba24.ru | kolba24.ru

# Справочник по Dräger-Tube/CMS



Загляните в информационную систему Dräger Voice: [www.draeger.com/voice](http://www.draeger.com/voice)

# Справочник по Dräger-Tube/CMS

Справочное руководство по измерениям  
при анализе почвы, воды и воздуха,  
а также технических газов

12-е издание

Dräger Safety AG & Co. KGaA Lübeck, 2001

## Предисловие

После опубликования последнего (11-го, 1997 г.) издания Справочного руководства по газоизмерительным трубкам фирмы Dräger – Dräger-Tubes, множество новых разработок оказало влияние на возможности кратковременных измерений. Диапазон продукции колориметрического химического газового анализа расширился с выходом на рынок инструмента Dräger CMS (измерительной системы на чипах). Dräger CMS – это логическое и последовательное развитие широко известных газоизмерительных трубок фирмы Dräger. Преимуществами для пользователя являются простота в обращении и цифровая индикация результатов измерения. Система CMS уже была описана в Руководстве по системе CMS (1999 г.), но с тех пор разработано много новых чипов.

Фактически, обе эти системы для кратковременных измерений используются в исследованиях воздуха на рабочих местах, при измерениях выбросов и загрязнения приземного слоя воздуха, а также в анализе технических газов, поэтому мы решили назвать это новое руководство "Справочным руководством по Dräger-Tube/CMS".

Это новое издание включает цветные иллюстрации всех газоизмерительных трубок фирмы Dräger, до и после измерения, чтобы облегчить оценку колориметрических показаний.

## Содержание

<b>1. Системы на основе газоизмерительных трубок фирмы Dräger.....</b>	<b>6</b>
1.1 Пробоотборные насосы и системы фирмы Dräger .....	6
1.2 Трубки для кратковременных измерений фирмы Dräger.....	7
1.3 Трубки для долговременных измерений фирмы Dräger.....	12
1.4 Диффузионные трубки с прямой индикацией фирмы Dräger.....	12
1.5 Бэджи с прямой индикацией фирмы Dräger .....	13
1.6 Пробоотборные трубки и системы для кратко- и долговременных измерений фирмы Dräger.....	13
1.7 Трубки для измерения сжатого воздуха фирмы Dräger .....	13
1.8 Трубки для специальных приложений фирмы Dräger .....	13
1.9 Изменение названий трубок фирмы Dräger.....	14
 <b>2. Введение .....</b>	 <b>15</b>
2.1 Правовые основы измерения чистоты воздуха на рабочем месте.....	15
2.2 Единицы измерения концентрации и их преобразование .....	18
2.3 Пары воды и влажность.....	19
2.4 Измерения с помощью газоизмерительных трубок фирмы Dräger .....	21
2.5 Химические основы метода - механизмы реакций.....	25
2.6 Измерительные системы на основе трубок фирмы Dräger.....	27
2.7 Трубки для кратковременных измерений фирмы Dräger.....	31
2.8 Оценка показаний газоизмерительных трубок фирмы Dräger .....	34
2.9 Зонд для горячего воздуха .....	35
2.10 Удлинительный шланг.....	36
2.11 Измерение монооксида углерода в выдыхаемом воздухе.....	36
2.12 Анализ воздуха для дыхания, медицинских газов и CO <sub>2</sub> .....	36
2.13 Стратегия определения опасностей, связанных с газами.....	39
2.14 Определение летучих загрязнителей в образцах жидкости .....	42
2.15 Анализ почвы с помощью газоизмерительных трубок фирмы Dräger .....	44
2.16 Обнаружение воздушных потоков .....	47
2.17 Системы для долговременных измерений фирмы Dräger .....	48
2.18 Срок годности, хранение и утилизация трубок фирмы Dräger.....	49
2.19 Пробоотборные системы фирмы Dräger .....	49
2.20 Измерение альдегидов и изоцианатов на рабочем месте.....	52
2.21 Контроль качества газоизмерительных трубок фирмы Dräger.....	54
2.22 VOICE - информационная Интернет-система фирмы Dräger.....	54
 <b>3. Данные и таблицы .....</b>	 <b>55</b>
3.1 Пояснения к данным, использованным в описаниях трубок.....	55
3.2 Трубки для кратковременных измерений фирмы Dräger .....	57
3.3 Трубки для долговременных измерений фирмы Dräger.....	238

3.4. Диффузионные трубки с прямой индикацией фирмы Dräger.....	248
3.5 Бэджи с прямой индикацией фирмы Dräger.....	264
3.6 Пробоотборные трубки и системы фирмы Dräger.....	267
3.7 Вещества, измеряемые пробоотборными трубками фирмы Dräger.....	280

## **Dräger CMS®**

Измерительная система на чипах для локального измерения газов и паров .....	287
3.8 Пояснения к таблице физических, химических и токсикологических данных.....	358
3.9 Таблица физических, химических и токсикологических данных для избранных веществ .....	361
3.10 Системные решения для технологии Dräger-Tubes .....	392

# 1. Системы на основе газоизмерительных трубок фирмы Dräger

## 1.1 Пробоотборные насосы и системы фирмы Dräger

Насос ассуро, комплект	64	00260
Сильфонный насос ассуро	64	00000
Удлинительного шланг ассуро, 3 м, комплект	64	00077
Удлинительный шланг ассуро, 10 м	64	00078
Комплект запасных частей ассуро	64	00220
Автоматический насос ассуро 2000	64	00200
Зарядное устройство для ассуро 2000, Европа	64	00201
Зарядное устройство для ассуро 2000, США	64	00203
Зарядное устройство для ассуро 2000, Великобритания	64	00204
Аккумуляторный блок питания для ассуро 2000	64	00202
Чемоданчик для ассуро 2000 (пустой)	30	50518
Чемоданчик к комплекту для измерения опасных веществ (пустой)	64	00225
Зонд для горячего воздуха	CH	00213
Зонд для автомобильных выхлопных газов	CH	00214
Вскрывать трубок	64	00010
Quantimeter 1000	81	01000
Кейс для переноски Quantimeter 1000	81	00200
Аккумуляторный блок питания для Quantimeter 1000	81	00230
Адаптер для подсоединения удлинительного шланга	81	00225
Комплект запасных частей Quantimeter 1000	81	01005
Удлинительный шланг с держателем трубок для Polymeter	67	27995
Упаковка с 10 пластмассовыми шлангами	67	29031
Универсальное зарядное устройство для Quantimeter 1000 и Polymeter	68	05855
Адаптер (только для использования насосов фирмы Dräger в среде Niosh)	67	28639
Комплект DLE		
Комплект фирмы Dräger для экстракции из жидкости	64	00030
Aerotest для измерения сжатого воздуха	D	20700
Aerotest для измерения воздуха, медицинских газов и диоксида углерода:		
Aerotest Simultan HP	65	25915
Aerotest Simultan LP	65	25924
Aerotest Light SF <sub>6</sub>	65	25952
Multitest медицинские газы	65	25989
Simultan Test CO <sub>2</sub>	65	26170
Dräger Flow-Check, индикатор потоков воздуха	64	00761
Зарядное устройство, Европа	64	00800
Зарядное устройство, Великобритания	64	00801
Зарядное устройство, США	64	00802
Ампулы Flow-Check (3 ампулы)	64	00812
Адаптерный кабель для зарядки в автомобиле	64	00803
Аккумуляторный блок питания	64	00817

## 1.2 Трубки для кратковременных измерений фирмы Dräger

Трубка ф. Dräger	Код заказа	Стандартный измерит. диапазон [20° С, 1013 гПа]			Число качков насоса	Стр.
Азотная кислота 1/а	67 28311	5	-	50 ppm	10	59
Акрилонитрил 0.5/а	67 28591	1	-	15 ppm	20	60
		1	-	20 ppm	10	
		0.5	-	10 ppm	20	
Акрилонитрил 5/б	CH 26901	5	-	30 ppm	3	61
Амины, тест	81 01061	качеств.			1	62
Аммиак 0.25/а	81 01711	0.25	-	3 ppm	10	63
Аммиак 2/а	67 33231	2	-	30 ppm	5	64
Аммиак 5/а	CH 20501	5	-	70 ppm	10	65
Аммиак 5/б	81 01941	5	-	100 ppm	1	66
Аммиак 0.5%/а	CH 31901	0.5	-	10 об.%	1	67
Анилин 0.5/а	67 33171	0.5	-	10 ppm	20	68
Анилин 5/а	CH 20401	1	-	20 ppm	25 - 5	69
Арсин 0.05/а	CH 25001	0.05	-	3 ppm	20	70
Ацетальдегид 100/а	67 26665	100	-	1000 ppm	20	71
Ацетон 100/б	CH 22901	100	-	12000 ppm	10	72
Бензол 0.5/а	67 28561	0.5	-	10 ppm	40 - 2	73
Бензол 0.5/с	81 01841	0.5	-	10 ppm	20	74
Бензол 2/а	81 01231	2	-	60 ppm	20	75
Бензол 5/а	67 18801	5	-	40 ppm	15 - 2	76
Бензол 5/б	67 28071	5	-	50 ppm	20	77
Бензол 15/а	81 01741	15	-	420 ppm	20 - 2	78
Винилхлорид 0.5/б	81 01721	5	-	30 ppm	1	79
Винилхлорид 1/а	67 28031	0.5	-	5 ppm	5	80
		5	-	50 ppm	5	
		1	-	10 ppm	20	
Винилхлорид 100/а	CH 19601	100	-	3000 ppm	18 - 1	81
Водород 0.2%/а	81 01511	0.2	-	2.0 об.%	1	82
Водород 0.5%/а	CH 30901	0.5	-	3.0 об.%	5	83
Галогенизированные углеводороды 100/а	81 01601	100	-	2600 ppm	3	84
Гексан 100/а	67 28391	100	-	3000 ppm	6	85
Гидразин 0.2/а	67 33121	0.5	-	10 ppm	10	86
		0.2	-	5 ppm	20	
		0.25	-	3 ppm	10	
Гидразин 0.25/а	CH 31801	0.25	-	3 ppm	10	87
Диметилсульфат 0.005/с	67 18701	0.005	-	0.05 ppm	200	88
Диметилсульфид 1/а	67 28451	1	-	15 ppm	20	89
Диметилформамид 10/б	67 18501	10	-	40 ppm	10	90
Диоксид азота 0.5/с	CH 30001	5	-	25 ppm	2	91
		0.5	-	10 ppm	5	
		5	-	100 ppm	5	
Диоксид азота 2/с	67 19101	2	-	50 ppm	10	92
		0.1	-	3 ppm	100	
Диоксид серы 0.1/а	67 27101	0.1	-	3 ppm	100	93
Диоксид серы 0.5/а	67 28491	1	-	25 ppm	10	94
		0.5	-	5 ppm	20	

Трубка ф. Dräger	Код заказа	Стандартный измерит. диапазон [20°С, 1013 гПа]	Число качков насоса	Стр.
Диоксид серы 1/а	CH 31701	1 - 25 ppm	10	95
Диоксид серы 20/а	CH 24201	20 - 200 ppm	10	96
Диоксид серы 50/б	81 01531	400 - 8000 ppm	1	97
		50 - 500 ppm	10	
Диоксид углерода 100/а	81 01811	100 - 3000 ppm	10	98
Диоксид углерода 0.1%/а	CH 23501	0.5 - 6 об.%	1	99
		0.1 - 1.2 об.%	5	
Диоксид углерода 0.5%/а	CH 31401	0.5 - 10 об.%	1	100
Диоксид углерода 1%/а	CH 25101	1 - 20 об.%	1	101
Диоксид углерода 5%/А	CH 20301	5 - 60 об.%	1	102
Диоксид углерода 100/а-Р	67 28521	100 - 3000 ppm	0.2 л/мин	103
Диэтиловый эфир 100/а	67 30501	100 - 4000 ppm	10	104
Кислород 5%/В	67 28081	5 - 23 об.%	1	105
Кислород 5%/С	81 03261	5 - 23 об.%	1	106
Кислотные газы, тест	81 01121	качеств.	1	107
Ксилол 10/а	67 33161	10 - 400 ppm	5	108
Масло 10/а-Р	67 28371	0.1 - 1 мг/м³	-	109
Масляный туман 1/а	67 33031	1 - 10 мг/м³	100	110
Меркаптан 0.1/а	81 03281	0.1 - 15 ppm	10	111
		0.05 ppm	20	
Меркаптан 0.5/а	67 28981	0.5 - 5 ppm	20	112
Меркаптан 20/а	81 01871	20 - 100 ppm	10	113
Метилакрилат 5/а	67 28161	5 - 200 ppm	20	114
Метилбромид 0.5/а	81 01671	5 - 30 ppm	2	115
		0.5 - 5 ppm	5	
Метилбромид 3/а	67 28211	10 - 100 ppm	2	116
		3 - 35 ppm	5	
Метилбромид 5/б	CH 27301	5 - 50 ppm	5	117
Метиленхлорид 100/а	67 24601	100 - 2000 ppm	10	118
Моноксид углерода 2/а	67 33051	2 - 60 ppm	10	119
Моноксид углерода 5/с	CH 25601	100 - 700 ppm	2	120
Моноксид углерода 8/а	CH 19701	8 - 150 ppm	10	121
Моноксид углерода 10/б	CH 20601	100 - 3000 ppm	1	122
		10 - 300 ppm	10	
Моноксид углерода 10/с	81 01951	10 - 250 ppm	1	123
Моноксид углерода 0.001%/а	67 28751	0.01 - 0.3 об.%	1	124
		0.001 - 0.03 об.%	10	
Моноксид углерода 0.3%/б	CH 29901	0.3 - 7 об.%	1	125
Моноксид углерода 5/а-Р	67 28511	5 - 150 ppm	0.2 л/мин	126
		5 - 150 ppm	10	
Муравьиная кислота 1/а	67 22701	1 - 15 ppm	20	127
Нитрозные газы 0.5/а	CH 29401	0.5 - 10 ppm	5	128
Нитрозные газы 2/а	CH 31001	5 - 100 ppm	5	129
		2 - 50 ppm	10	



Трубка ф. Dräger	Код заказа	Стандартный измерит. диапазон [20°С, 1013 гПа]	Число качков насоса	Стр.
Нитрозные газы 20/а	67 24001	20 - 500 ppm	2	130
Нитрозные газы 50/а	81 01921	200 - 2000 ppm	1	131
		50 - 1000 ppm	2	
Нитрозные газы 100/с	CH 27701	500 - 5000 ppm	1	132
		100 - 1000 ppm	5	
Озон 0.05/б	67 33181	0.05 - 0.7 ppm	10	133
Озон 10/а	CH 21001	10 - 300 ppm	1	134
Олефин 0.05%/а	CH 31201			
	Пропилен	0.06 - 3.2 об.%	20 - 1	135
	Бутилен	0.04 - 2.4 об.%		
Органические соединения мышьяка и арсин	CH 26303	0.3 мг/м <sup>3</sup> для AsH <sub>3</sub>	8 - 16	136
Пары воды 0.1/а	81 01321	0.1 - 1.0 мг/л	3	137
Пары воды 1/а	81 01081	1 - 18 мг/л	2	138
Пары воды 1/б	81 01781	20 - 40 мг/л	1	139
		1 - 15 мг/л	2	
Пары воды 0.1	CH 23401	1 - 40 мг/л	10	140
Пары воды 5/а-Р	67 28531	5 - 250 мг/м <sup>3</sup>	-	141
Пары воды 20/а-Р	81 03061	20 - 100 мг/м <sup>3</sup>	-	142
Пентан 100/а	67 24701	100 - 1500 ppm	5	143
Перекись водорода 0.1/а	81 01041	0.1 - 3 ppm	20	144
Перхлорэтилен 0.1/а	81 01551	0.5 - 4 ppm	3	145
		0.1 - 1 ppm	9	
Перхлорэтилен 2/а	81 01501	20 - 300 ppm	1	146
		2 - 40 ppm	5	
Перхлорэтилен 10/б	CH 30701	10 - 500 ppm	3	147
Пиридин 5/А	67 28651	5 ppm	20	148
Политест	CH 28401	качеств.	5	149
Природного газа одорант трет. бутилмеркаптан	81 03071	3 - 15 мг/м <sup>3</sup>	2	150
Природного газа тест	CH 20001	качеств.	2	151
		1 - 10 мг/м <sup>3</sup>	5	
Ртуты пары 0.1/б	CH 23101	0.05 - 2 мг/м <sup>3</sup>	40 - 1	152
Серная кислота 1/а	67 28781	1 - 5 мг/м <sup>3</sup>	100	153
Сероводород 0.2/а	81 01461	0.2 - 5 ppm	10	154
Сероводород 0.2/б	81 01991	0.2 - 6 ppm	1	155
Сероводород 0.5/а	67 28041	0.5 - 15 ppm	10	156
Сероводород 1/с	67 19001	10 - 200 ppm	1	157
		1 - 20 ppm	10	
Сероводород 1/д	81 01831	10 - 200 ppm	1	158
		1 - 20 ppm	10	
Сероводород 2/а	67 28821	20 - 200 ppm	1	159
		2 - 20 ppm	10	
Сероводород 2/б	81 01961	2 - 60 ppm	1	160
		1 - 30 ppm	2	
Сероводород 5/б	CH 29801	5 - 60 ppm	10	161
Сероводород 100/а	CH 29101	100 - 2000 ppm	1	162
Сероводород 0.2%/А	CH 28101	0.2 - 7 об.%	1	163

Трубка ф. Dräger	Код заказа	Стандартный измерит. диапазон [20°С, 1013 гПа]		Число качков насоса	Стр.
Сероводород 2%/а	81 01211	2	- 40 об.%	1	164
Сероводород + диоксид серы 0.2%/А	CH 28201	0.2	- 7 об.%	1	165
Сероуглерод 3/а	81 01891	3	- 95 ppm	15 - 1	166
Сероуглерод 5/а	67 28351	5	- 60 ppm	11	167
Сероуглерод 30/а	CH 23201	0.1	- 10 мг/л	6	168
Синильная кислота 2/а	CH 25701	2	- 30 ppm	5	169
Совместный тест-комплект I	81 01735	---		10	170
Совместный тест-комплект II	81 01736	---		10	171
Совместный тест-комплект III	81 01770	---		10	172
Соляная кислота 1/а	CH 29501	1	- 10 ppm	10	173
Соляная кислота 50/а	67 28181	500	- 5000 ppm	1	174
Соляная/азотная кислота 10/а	81 01681	50	- 500 ppm	10	175
Спирт 25/а	Соляная к-та	1	- 10 ppm	10	176
	Азотная к-та	1	- 15 ppm	20	
	81 01631			10	
	n-Бутанол	100	- 5000 ppm		
	Метанол	25	- 5000 ppm		
Спирт 100/а	i-Пропанол	50	- 4000 ppm		177
	Этанол	25	- 2000 ppm		
	CH 29701	100	- 3000 ppm	10	
	Стирол 10/а	67 23301	10 - 200 ppm	15 - 2	178
Стирол 10/б	67 33141	10	- 250 ppm	20	179
Стирол 50/а	CH 27601	50	- 400 ppm	11 - 2	180
Тетрагидротиофен 1/б	81 01341	1	- 10 ppm	30	181
Тетракарбонил никеля 0.1/а	CH 19501	0.1	- 1 ppm	20	182
Тетрахлорид углерода 0.2/б	81 01791	0.2	- 10 ppm	5	183
		10	- 70 ppm	1	
Тетрахлорид углерода 1/а	81 01021	1	- 15 ppm	5	184
Тетрахлорид углерода 5/с	CH 27401	5	- 50 ppm	5	185
Тиоэфир	CH 25803	1 мг/м³ порог. конц.		8	186
Толуилендиизоцианат 0.02/А	67 24501	0.02	- 0.2 ppm	25	187
Толуол 5/б	81 01661	50	- 300 ppm	2	188
		5	- 80 ppm	10	
Толуол 50/а	81 01701	50	- 400 ppm	5	189
Толуол 100/а	81 01731	100	- 1800 ppm	10	190
Трихлорэтан 50/д	CH 21101	50	- 600 ppm	2	191
Трихлорэтилен 2/а	67 28541	20	- 250 ppm	3	192
		2	- 50 ppm	5	
Трихлорэтилен 10/а	CH 24401	50	- 500 ppm	5	193
Трихлорэтилен 50/а	81 01881	50	- 500 ppm	5	194
Триэтиламин 5/а	67 18401	5	- 60 ppm	5	195
Углеводороды 0.1%/б	CH 26101	0.1	- 1.3 об.%	15 - 3	196
Углеводороды 2	CH 25401	3	- 23 мг/л	24 - 3	197
Углеводороды нефти 10/а	81 01691	10	- 300 ppm	2	198

Трубка ф. Dräger	Код заказа	Стандартный измерит. диапазон [20°С, 1013 гПа]	Число качковых насоса	Стр.
Углеводороды нефти 100/а	67 30201	100 - 2500 ppm	2	199
Уксусная кислота 5/а	67 22101	5 - 80 ppm	3	200
Фенол 1/б	81 01641	1 - 20 ppm	20	201
Формальдегид 0.2/а	67 33081	0.5 - 5 ppm	10	202
		0.2 - 2.5 ppm	20	
Формальдегид 2/а	81 01751	2 - 40 ppm	5	203
Фосген 0.02/а	81 01521	0.02 - 1 ppm	20	204
		0.02 - 0.6 ppm	40	
Фосген 0.05/а	CH 19401	0.04 - 2.5 ppm	33 - 1	205
Фосген 0.25/с	CH 28301	0.25 - 5 ppm	5	206
Фосфин 0.01/а	81 01611	0.1 - 1 ppm	3	207
		0.01 - 0.3 ppm	10	
Фосфин 0.1/а	CH 31101	0.1 - 4 ppm	10	208
Фосфин 1/а	81 01801	20 - 100 ppm	2	209
		1 - 20 ppm	10	
Фосфин 25/а	81 01621	200 - 10000 ppm	1	210
		25 - 900 ppm	10	
Фосфин 50/а	CH 21201	50 - 1000 ppm	3	211
Фосфорной к-ты эфиры 0.05/а	67 28461	0.05 ppm дихлофос	10	212
Фтор 0.1/а	81 01491	0.1 - 2 ppm	20	213
Фтористый водород 0.5/а	81 03251	0.5 - 15 ppm	20	214
		10 - 90 ppm	2	
Фтористый водород 1.5/б	CH 30301	1.5 - 15 ppm	20	215
Хлор 0.2/а	CH 24301	0.2 - 3 ppm	10	216
Хлор 0.3/б	67 28411	0.3 - 5 ppm	20	217
Хлор 50/а	CH 20701	50 - 500 ppm	1	218
Хлорбензол 5/а	67 28761	5 - 200 ppm	10	219
Хлористый циан 0.25/а	CH 19801	0.25 - 5 ppm	20 - 1	220
Хлоропрен 5/а	67 18901	5 - 60 ppm	3	221
Хлороформ 2/а	67 28861	2 - 10 ppm	10	222
Хлороформаты 0.2/б	67 18601	0.2 - 10 ppm	20	223
Хромовая кислота 0.1/а	67 28681	0.1 - 0.5 мг/м <sup>3</sup>	40	224
Цианид 2/а	67 28791	2 - 15 мг/м <sup>3</sup>	10	225
Циклогексан 100/а	67 25201	100 - 1500 ppm	10	226
Циклогексиламин 2/а	67 28931	2 - 30 ppm	10	227
Щелочные органич. соедин. азота	CH 25903	1 мг/м <sup>3</sup> порог. конц.	8	228
Эпихлоргидрин 5/б	67 28111	5 - 50 ppm	20	229
Этилацетат 200/а	CH 20201	200 - 3000 ppm	20	230
Этилбензол 30/а	67 28381	30 - 400 ppm	6	231
Этилгликоляцетат 50/а	67 26801	50 - 700 ppm	10	232
Этилен 0.1/а	81 01331	0.2 - 5 ppm	20	233
Этилен 50/а	67 28051	50 - 2500 ppm	3	234
Этиленгликоль 10	81 01351	10 - 180 мг/м <sup>3</sup>	10	235
Этиленоксид 1/а	67 28961	1 - 15 ppm	20	236
Этиленоксид 25/а	67 28241	25 - 500 ppm	30	237

### 1.3 Трубки для долговременных измерений фирмы Dräger

Трубка ф. Dräger	Код заказа	Стандартный изм. диапазон для 1 часа [20 °C, 1013 гПа]	Стандартный изм. диапазон для макс. времени измерения	Стр.
Аммиак 10/a-L	67 28231	10 - 100 ppm	2.5 - 25 ppm (4 ч измерение)	239
Диоксид углерода 1000/a-L	67 28611	1000 - 6000 ppm	250 - 1500 ppm (4 ч измерение)	241
Диоксид серы 2/a-L	67 28921	2 - 20 ppm	0.5 - 5 ppm (4 ч измерение)	240
Моноксид углерода 10/a-L	67 28741	10 - 100 ppm	2.5 - 25 ppm (4 ч измерение)	242
Моноксид углерода 50/a-L	67 28121	50 - 500 ppm	6.25 - 62.5 ppm (8 ч измерение)	243
Нитрозные газы 5/a-L	67 28911	5 - 50 ppm	1.25 - 12.5 ppm (4 ч измерение)	244
Сероводород 5/a-L	67 28141	5 - 60 ppm	0.63 - 7.5 ppm (8 ч измерение)	245
Углеводороды 100/a-L	67 28571	100 - 3000 ppm	25 - 750 ppm (4 ч измерение)	246

### 1.4 Диффузионные трубки с прямой индикацией фирмы Dräger

Трубка ф. Dräger	Код Заказа	Стандартный изм. диапазон для 1 часа [20 °C, 1013 гПа]	Стандартный изм. диапазон для 8 часов [20 °C, 1013 гПа]	Стр.
Аммиак 20/a-D	81 01301	20 - 1500 ppm	2.5 - 200 ppm	249
Бутадиен 10/a-D	81 01161	10 - 300 ppm	1.3 - 40 ppm	250
Диоксид азота 10/a-D	81 01111	10 - 200 ppm	1.3 - 25 ppm	251
Диоксид серы 5/a-D	81 01091	5 - 150 ppm	0.7 - 19 ppm	252
Диоксид углерода 500/a-D	81 01381	500 - 20000 ppm	65 - 2500 ppm	253
Диоксид углерода 1%/a-D	81 01051	1 - 30 об.%	0.13 - 4 об.%	254
Моноксид углерода 50/a-D	67 33191	50 - 600 ppm	6 - 75 ppm	255
Перхлорэтилен 200/a-D	81 01401	200 - 1500 ppm	25 - 200 ppm	256
Сероводород 10/a-D	67 33091	10 - 300 ppm	1.3 - 40 ppm	257
Синильная кислота 20/a-D	67 33221	20 - 200 ppm	2.5 - 25 ppm	258
Соляная кислота 10/a-D	67 33111	10 - 200 ppm	1.3 - 25 ppm	259
Толуол 100/a-D	81 01421	100 - 3000 ppm	13 - 380 ppm	260
Трихлорэтилен 200/a-D	81 01441	200 - 1000 ppm	25 - 125 ppm	261
Уксусная кислота 10/a-D	81 01071	10 - 200 ppm	1.3 - 25 ppm	262
Этанол 1000/a-D	81 01151	1000 - 25000 ppm	125 - 3100 ppm	263

## 1.5 Бэджи с прямой индикацией фирмы Dräger

Бэдж ф. Dräger	Код заказа	Стандартный изм. диапазон для мин. времени измерения [20 °C, 1013 гПа]	Стандартный изм. диапазон для макс. времени измерения [20 °C, 1013 гПа]	Стр.
Фосфин 0.01/а-В	64 00171	0.2 - 4.8 ppm (0.5 ч измерение)	0.01 - 0.3 ppm (8 ч измерение)	265

## 1.6 Пробоотборные трубки для кратко- и долговременных измерений

Пробоотборная трубка ф. Dräger	Код заказа	Стр.
Активированный уголь, тип В	67 33011	269
Активированный уголь, тип G	67 28831	270
Активированный уголь, тип NIOSH	67 28631	271
Пробоотборный комплект на альдегиды	64 00271	272
Пробоотборная трубка на амины	81 01271	273
Пробоотборный комплект на изоцианаты	64 00131	274
Диффуз. пробоотборник на закись азота	81 01472	275
Диффузионный пробоотборник ORSA 5	67 28891	276
Диффузионный пробоотборник ORSA 25	67 28919	276
Силикагель, тип В	67 33021	277
Силикагель, тип G	67 28851	278
Силикагель, тип NIOSH	67 28811	279

## 1.7 Трубки для измерения сжатого воздуха фирмы Dräger

Трубка ф. Dräger	Код заказа	Измерит. диапазон	Стр.
Диоксид углерода 100/А-Р	67 28521	100 - 3000 ppm	103
Масло 10/а-Р	67 28371	0.1 - 10 мг/м <sup>3</sup>	109
Моноксид углерода 5/А-Р	67 28511	5 - 150 ppm	126
Нитрозные газы 0.5/а	CH 29401	0.25 - 1 мг/м <sup>3</sup>	129
Пары воды 5/а-Р	67 28531	2 - 450 мг/м <sup>3</sup>	141
Пары воды 20/а-Р	81 03061	20 - 500 мг/м <sup>3</sup>	142

## 1.8 Трубки для специальных приложений фирмы Dräger

Трубка ф. Dräger	Код заказа
Активационная трубка на Формальдегид 0.2/а	81 01141
Тест на содержание СО в выдыхаемом воздухе	CH 00270
Предварительная трубка с активированным углем	CH 24101
Комплект для анализа воздушных потоков	CH 00216
Трубки для анализа воздушных потоков	CH 25301

## 1.9 Изменение названий трубок фирмы Dräger

Прежнее название	Код заказа	Новое название	Код заказа	Стр.
Бензол 0.05	CH 24801	Бензол 15/а	81 01741	78
Диоксид углерода 0.01%/а	CH 30801	Диоксид углерода 100/а	81 01811	98
Меркаптан 2/а	CH 20801	Меркаптан 20/а	81 01871	113
Сероуглерод 0.04	CH 26001	Сероуглерод 3/а	81 01891	166
Толуол 5/а	CH 23001	Толуол 50/а	81 01701	189
Толуол 25/а	81 01411	Толуол 100/а	81 01731	190
Трихлорэтилен 10/а	CH 24401	Трихлорэтилен 50/а	81 01881	194
Формальдегид 0.002	CH 26401	Формальдегид 2/а	81 01751	203

## 2. Введение

### 2.1 Правовые аспекты измерения чистоты воздуха на рабочем месте

Многие профессии включают работу с потенциально вредными веществами на рабочем месте, особенно в отраслях производства или обработки. Возникающая опасность для здоровья персонала стимулировала разработку соответствующих законодательных норм в области техники безопасности на рабочем месте.

С целью исключить опасность для здоровья, в разных странах были установлены предельно допустимые концентрации, а также соответствующие законодательные нормы. Цель этих нормативов - защитить здоровье рабочего от опасностей, связанных с работой, и прочих рисков, а окружающую среду от ущерба, связанного с данным веществом. Кроме работы с вредными веществами, часто также регламентируются их выпуск и маркировка.

Чтобы выполнить различные нормативы и инструкции, необходимо определить, с какими вредными веществами имеют дело на рабочих местах, а также уровни их концентрации. Это данные следуют из технологии рабочего процесса, а так же из маркировки используемых веществ. Дальнейшую информацию об используемых продуктах и методах обращения с ними можно получить, например, от соответствующего производителя. Однако, на этой ранней стадии в специальных случаях могут потребоваться измерения концентрации веществ.

Затем необходимо оценить результаты. Так, можно выяснить, доступны ли вещества и методы с меньшей опасностью для здоровья, и можно ли их использовать.

Если присутствие вредного вещества нельзя исключить полностью, то рабочее место необходимо постоянно контролировать, следя за тем, чтобы не превышались предельно допустимые концентрации.

По существу, эти предельно допустимые концентрации заданы для приблизительно 400 веществ как:

- **Долговременные предельно допустимые концентрации, выраженные как 8-часовые усредненные по времени значения (TWA).**
- **Предельно допустимые концентрации кратковременного воздействия, выраженные как специальные явно заданные значения (STEL)**

Нормы для значений STEL меняются от страны к стране. Обычно такие концентрации допускаются с ограниченной продолжительностью и частотой за рабочую смену. Величина предельно допустимых концентраций следует из соответствующего законодательства конкретных стран; они используются как стандарты при оценке рабочего места.

#### **Контроль предельно допустимых концентраций**

Для защиты здоровья, согласно установленным предельно допустимым концентрациям, необходимо в превентивных целях систематически исследовать воздух в рабочих зонах, чтобы оценить его фактическое состояние. Подобные измерения должны быть представительными. На основании результатов подобных измерений определяется, не превышены ли предельно допустимые концентрации. Результаты измерений следует протоколировать и сохранять.

#### **Нормативы, относящиеся к здоровью и безопасности в Великобритании**

Выпуск Инструкций по контролю за веществами, опасными для здоровья (COSHH), в октябре 1989 г. стал наиболее существенным шагом в профессиональном законодательстве о здоровье, начиная с Закона о здоровье и безопасности на рабочих местах 1974 г. COSHH налагают на предпринимателя обязательства, гарантирующие, что воздействие опасных для здоровья веществ на его служащих будет либо предотвращено, либо соответствующим образом управляться, и устанавливает следующие требования:

1. Оценка рисков для здоровья из-за работы, связанной с опасными веществами.
2. Предотвращение или контроль за контактами с опасными веществами.
3. Постоянный контроль за опасными веществами.
4. Наблюдение за здоровьем служащих.
5. Техническое обслуживание контрольного оборудования и дыхательного защитного снаряжения.
6. Информирование, инструктирование и обучение служащих обращению с опасными веществами.

### **Инспекторат по здоровью и безопасности (HSE)**

Инспекторат по здоровью и безопасности - организация, гарантирующая соблюдение инструкций COSHH. Ежегодно он издает Нормативное руководство, EH40, в котором даются рекомендации по предельно допустимым концентрациям, согласно которым должны регулироваться концентрации опасных для здоровья веществ в воздухе на рабочем месте. Эти предельно допустимые значения, которые называются профессиональными предельно допустимыми концентрациями, образуют часть критериев, по которым HSE проверяет согласие с нормативами COSHH.

Используются два типа профессиональных предельно допустимых концентраций - максимальные предельно допустимые концентрации (MEL) и стандартные профессиональные концентрации (OES). Для большинства веществ, которые имеют MEL или OES (внесенные в список в Нормативном руководстве EH40), применяются два типа предельных концентраций.

1. Долговременная предельно допустимая концентрация (TWA). Это концентрация, воздействующая на рабочего за 8-часовой период, которая выражается как усредненное по времени значение (TWA).
2. Предельно допустимая концентрация кратковременного воздействия (STEL). Она задается для времени воздействия 10 минут. С 1.01.1994 время экспозиции должно быть пересмотрено и установлено равным 15 минутам.

Большинство профессиональных предельно допустимых концентраций базируется на рекомендациях Консультативного комитета HSE по токсичным веществам (ACTS).

В нормативном руководстве EH42, HSE описывает методы контроля воздуха, которые следует использовать в компаниях. В этих документах измерения с помощью газоизмерительных трубок признаны очень полезным методом контроля.

### **США**

Вскоре после принятия Акта о профессиональной безопасности и здоровье в 1970 г., Администрация профессиональной безопасности и здоровья США (OSHA) ввела предельно допустимые концентрации (PEL) для многих опасных веществ. Предельно допустимые концентрации, приведенные в Z-таблицах Раздела 29 Свода федеральных законов, Часть 1910.1000, были первоначально приняты в 1968 г. как предельно допустимые концентрации (TLV) Американской конференцией правительственных промышленных гигиенистов (ACGIH).

Американская конференция правительственных промышленных гигиенистов (ACGIH) была организована в 1938 г. для разработки стандартов концентрации опасных веществ на рабочем месте. Стандарты, установленные ACGIH, известны как предельно допустимые концентрации (TLV); они были разработаны как руководящие принципы, чтобы помочь контролировать опасности для здоровья от воздействия находящихся в воздухе веществ. TLV базируется на принципе, что рабочие могут день за днем подвергаться воздействию веществ без неблагоприятного влияния на здоровье.

В буклете ACGIH 2001 "Предельно допустимые концентрации" приведены следующие определения:



### **Предельно допустимая концентрация – Усредненное значение (TLV-TWA):**

усредненное по времени значение концентрации для нормального 8-часового рабочего дня и 40-часовой рабочей недели, которой могут подвергаться почти все рабочие, день за днем, без неблагоприятного влияния на здоровье.

### **Предельно допустимая концентрация – Предельное значение кратковременного воздействия (TLV-STEL):**

концентрация, которой рабочие могут подвергаться непрерывно в течение короткого времени, не страдая от 1) раздражения, 2) хронического или необратимого повреждения тканей, или 3) заметного наркотического эффекта, увеличивающего вероятность случайного ранения, уменьшающего возможность самоспасения, или существенно уменьшающего эффективность работы, и при условии, что не превышен ежедневный уровень TLV-TWA. Данный параметр - не отдельная независимая предельно допустимая концентрация; скорее, он дополняет предельную концентрацию долговременного воздействия (TWA) там, где выявлены вызываемые веществом острые токсичные эффекты, имеющие, в основном, хронический характер. Значения STEL рекомендуются только там, где о токсичных эффектах сообщалось после кратковременного воздействия высоких концентраций на людей или животных.

STEL определяется как концентрация, усредненная по периоду 15 минут, которая не должна превышать в любое время в течение рабочего дня, даже если 8-часовое значение TWA (TLV-TWA) находится в допустимых пределах. Воздействие концентрации в диапазоне от TLV-TWA до STEL не должно превышать 15 минут, и не чаще, чем четыре раза в день. Последовательные экспозиции в этом диапазоне должны разделяться интервалами не менее 60 минут. Может рекомендоваться другой период усреднения, отличный от 15 минут, когда это гарантировано наблюдаемыми биологическими эффектами.

### **Предельно допустимая концентрация– Максимальное значение (TLV-C):**

концентрация, которая никогда не должна превышать на протяжении рабочего дня.

В обычной практике промышленной гигиены, если невозможно произвести мгновенный контроль, то TLV-C можно оценить, производя выборку в течение 15-минутного периода, кроме тех веществ, которые могут причинить немедленное раздражение даже при коротком воздействии.

## 2.2 Единицы измерения концентрации и их преобразование

Концентрация определяет содержание вещества в эталонной среде. При измерении загрязнений в воздухе, концентрация используется для обозначения количества загрязнителя по сравнению с воздухом. Выбирается соответствующая единица измерения, дающая простые, удобные значения измеренной концентрации.

Высокие концентрации обычно представляются в объемных процентах (об.%): 1 об.% = 1 часть вещества на 100 частей воздуха. Воздух состоит из 21 об.% кислорода (т.е. 100 частей воздуха содержат 21 часть кислорода).

Для представления низких концентраций используется единица измерения ppm: 1 часть загрязнителя на миллион ( $\text{мл}/\text{м}^3$ ). Концентрация 1 ppm означает 1 часть вещества на 1 миллион частей воздуха, 1 ppb означает 1 часть вещества на 1 миллиард частей воздуха.

Преобразование единиц измерения микроконцентраций в объемные проценты:

$$1 \text{ об.\%} = 10\,000 \text{ ppm} = 10\,000\,000 \text{ ppb}$$

Кроме газообразных компонентов, воздух содержит твердые частицы или жидкие капли, названные аэрозолями. Для них объемные проценты не очень полезны из-за небольшого размера капель или частиц, поэтому концентрация аэрозолей представляется в  $\text{мг}/\text{м}^3$ .

	об.%	ppm	ppb		г/л	мг/л	мг/м <sup>3</sup>
об.% = $\frac{10 \text{ л}/\text{м}^3}{1 \text{ сл}/\text{л}}$	1	10 <sup>4</sup>	10 <sup>7</sup>	г/л = $\frac{\text{кг}/\text{м}^3}{\text{мг}/\text{мл}}$	1	10 <sup>3</sup>	10 <sup>6</sup>
ppm = $\frac{\text{мл}/\text{м}^3}{\text{мкл}/\text{л}}$	10 <sup>-4</sup>	1	10 <sup>3</sup>	мг/л = $\frac{\text{г}/\text{м}^3}{\text{мкг}/\text{мл}}$	10 <sup>-3</sup>	1	10 <sup>3</sup>
ppb = $\frac{\text{мкл}/\text{м}^3}{\text{нл}/\text{л}}$	10 <sup>-7</sup>	10 <sup>-3</sup>	1	мг/м <sup>3</sup> = $\frac{\text{мг}/\text{м}^3}{\text{нг}/\text{мл}}$	10 <sup>-6</sup>	10 <sup>-3</sup>	1

Рис. 1: Преобразование единиц

Каждый объем связан с соответствующей массой, поэтому объемные концентрации газообразных веществ можно преобразовать в массовые: массу на единицу объема, и наоборот. Эти преобразования должны выполняться для указанной температуры и давления, так как плотность газа зависит от температуры и давления. Для измерений на рабочих местах, используются эталонные условия - 20 °С и 1013 гПа.

### а) Преобразование из $\text{мг}/\text{м}^3$ в ppm

$$c [\text{ppm}] = \frac{\text{молярный объем} [\text{л}]}{\text{молярная масса} [\text{г}]} \cdot c [\text{мг}/\text{м}^3]$$

Молярный объем любого газа равен 24.1 л при 20 °С и 1013 гПа, а молярная масса (молекулярный вес) зависит от газа.

Пример для ацетона:

молярный объем	24.1	л/моль
молярная масса	58	г/моль
предполагаемая концентрация	876	мг/м <sup>3</sup>

$$c [\text{ppm}] = \frac{24.1 [\text{л}]}{58 [\text{г}]} \cdot 876 [\text{мг/м}^3]$$

Концентрация в ppm:  $c = 364 \text{ ppm}$  или  $\text{мл/м}^3$ .

### б) Преобразование из ppm в мг/м<sup>3</sup>

$$c [\text{мг/м}^3] = \frac{\text{молярная масса } [\text{г}]}{\text{молярный объем } [\text{л}]} \cdot c [\text{ppm}]$$

для предполагаемой концентрации 364 ppm:

$$c [\text{мг/м}^3] = \frac{58 [\text{г}]}{24.1 [\text{л}]} \cdot 364 [\text{ppm}]$$

Концентрация в мг/м<sup>3</sup>:  $c = 876 \text{ мг/м}^3$ .

## 2.3 Водяной пар и влажность

Водяной пар в атмосфере обычно называют влажностью. Есть много источников влажности: прежде всего, две трети поверхности земли покрыты водой. Люди также "производят" водяной пар как метаболический продукт при каждом выдохе.

Максимальное содержание водяного пара в воздухе зависит от температуры, т.е. значение относительной влажности всегда рассматривается с учетом температуры (рис. 2).

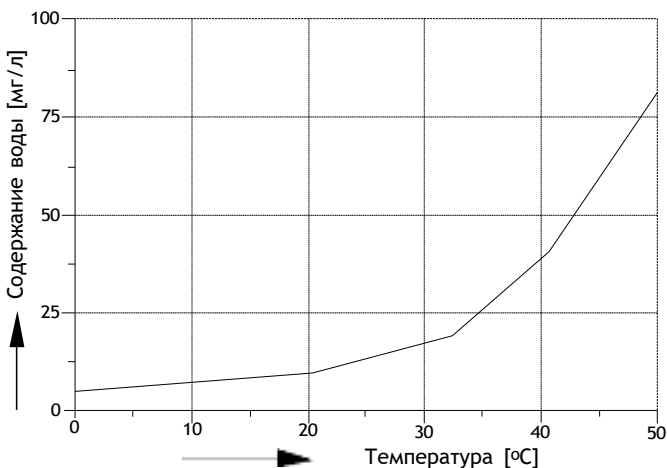


Рис. 2: Температурная зависимость содержания воды в воздухе

# Результаты измерения с помощью трубки ф. Dräger H<sub>2</sub>O 0,1 (абсолютная влажность)

мг/л	Относительная влажность, %																																				
2	29	27	26	24	23	21	20	19	18	17	16	15	14	13	12	12	11	10	10	9	9	8	8	7	7	7	6	6	6	5	5	5	5	4			
3	44	41	38	36	34	32	30	28	26	25	23	22	21	19	18	17	16	15	15	14	13	12	12	11	10	10	9	9	9	8	8	7	7	7			
4	59	55	51	48	45	43	40	37	35	33	31	29	28	26	25	23	22	21	19	18	17	16	15	15	14	13	12	12	11	11	10	10	9	9			
5	73	68	64	60	57	53	50	47	44	41	39	37	34	32	31	29	27	26	24	23	22	20	19	18	17	16	16	15	14	13	13	12	11	11			
6	88	82	77	72	68	64	60	56	53	50	47	44	41	39	37	35	33	31	29	27	26	25	23	22	21	20	19	18	17	16	15	15	14	13			
7	—	96	90	84	79	74	70	65	61	58	55	51	48	45	43	40	38	36	34	32	30	29	27	26	24	23	22	21	20	19	18	17	16	15			
8	—	—	—	96	91	85	80	75	70	66	62	59	55	52	49	46	44	41	39	37	35	33	31	29	28	26	25	24	23	22	20	19	18	17			
9	—	—	—	—	—	96	90	84	79	74	70	66	62	58	55	52	49	46	44	41	39	37	35	33	31	30	28	26	26	24	23	22	20	20			
10	—	—	—	—	—	—	—	93	88	83	78	74	69	65	61	58	55	52	48	46	43	41	39	37	35	33	31	29	29	27	26	24	23	22			
11	—	—	—	—	—	—	—	96	91	86	81	76	71	67	64	60	57	53	50	48	45	43	40	38	36	34	32	31	30	28	27	25	24	23			
12	—	—	—	—	—	—	—	—	94	88	83	78	74	69	66	62	58	55	52	49	46	44	42	40	37	35	34	32	31	29	27	26	25	24			
13	—	—	—	—	—	—	—	—	96	90	84	80	75	71	67	63	60	56	53	50	48	45	43	41	38	37	35	33	32	30	28	27	26	25			
14	—	—	—	—	—	—	—	—	—	97	91	86	81	77	72	68	64	61	57	54	51	49	46	44	41	40	38	36	34	32	30	28	27	26			
15	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	97	92	87	82	77	73	69	65	61	58	55	52	49	47	44	43	41	38	37	34	33	32	30	28			
16	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	98	93	87	82	78	73	70	66	62	59	56	53	50	47	46	43	41	39	36	35	34	32	30			
17	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	98	93	88	82	78	74	70	66	62	59	56	53	50	49	46	44	41	39	37	36	34	32			
18	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	98	93	87	83	78	73	70	66	63	59	56	53	51	49	46	44	41	39	38	36	34			
19	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	98	92	87	83	77	74	70	66	63	60	56	54	51	49	46	43	41	40	38	36			
20	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	97	92	87	82	77	74	70	66	63	59	57	54	51	49	45	43	41	40	38			
21	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	96	91	86	81	77	73	69	66	62	60	57	54	51	48	46	45	43	41			
22	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	96	90	85	81	77	73	69	65	63	59	56	54	50	48	47	45	43			
23	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	94	89	84	80	76	72	68	66	62	59	56	52	50	48	47	45	43		
24	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	98	93	88	84	79	75	71	69	65	62	58	55	52	50	48	46	44		
25	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	97	92	87	82	78	74	71	68	64	61	57	54	51	48	46	44		
26	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	96	91	86	81	76	74	70	67	63	59	57	54	51	48	46	44		
27	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	94	89	84	79	77	73	69	66	61	59	57	54	51	48	46		
28	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	97	92	87	82	80	76	72	68	64	61	58	55	52	50	48		
29	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	96	91	85	83	78	74	71	66	63	60	57	54	51	48	46	
30	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	99	94	88	86	81	77	73	68	65	62	59	56	53	50	
Температура воздуха																																					
100% насыщение																																					
мг Н <sub>2</sub> О/л																																					
5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39			
100% насыщение	6,8	7,3	7,8	8,3	8,8	9,4	10,0	10,7	11,4	12,1	12,8	13,6	14,5	15,4	16,3	17,3	18,6	19,4	20,6	21,8	23,0	24,4	25,8	27,2	28,7	30,3	32	34	35	37	39	41	44	46			

Рис. 3:

Чтобы преобразовать относительную влажность в абсолютную, в зависимости от температуры, используйте следующую формулу.

С помощью карманного калькулятора можно вычислить:

$$y = 3.84 \cdot 10^{-6} \vartheta^4 + 2.93 \cdot 10^{-5} \vartheta^3 + 0.014 \vartheta^2 + 0.29 \vartheta + 4.98,$$

где  $y$  = максимальная абсолютная влажность в мг  $\text{H}_2\text{O}/\text{л}$ , а  $\vartheta$  = температура в  $^{\circ}\text{C}$ . Эта формула действительна для температурного диапазона 0 ... 100  $^{\circ}\text{C}$ .

Пример: необходимо найти абсолютную влажность при  $t = 25^{\circ}\text{C}$ . Используя формулу, получим результат:  $y = 22.94$  мг  $\text{H}_2\text{O}/\text{л}$ , т.е. при 25  $^{\circ}\text{C}$  максимальная абсолютная влажность = 22.94 мг/л, что соответствует относительной влажности 100 %.

Аналогично можно рассчитать любое другое значение влажности при данной температуре; например, относительная влажность 50% при 25  $^{\circ}\text{C}$  составляет 11.47 мг  $\text{H}_2\text{O}/\text{л}$ , и т.д. Если известны относительная влажность и температура, то абсолютную влажность можно рассчитать по приведенной выше формуле.

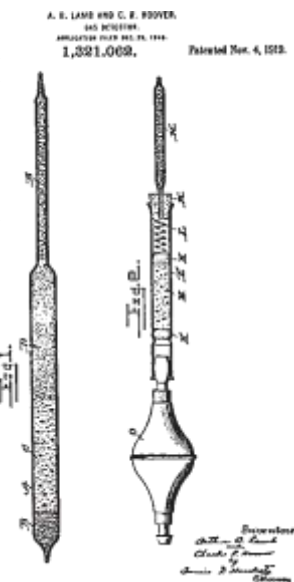
Невозможно сделать общее заключение о влиянии влажности на показания газоизмерительных трубок. Для некоторых трубок, например, трубки на сероводород, необходимо лишь в минимальное количество водяного пара, так как в ней используется ионная индикаторная реакция. Из-за аномально низкой растворимости сульфидов металлов, для таких трубок также не важно предельное значение влажности. Однако, в других типах трубок реакционная система может разбавляться при высокой влажности. Поэтому необходимо соблюдать предельные значения влажности, указанные для соответствующих газоизмерительных трубок, чтобы предотвратить ошибки измерения.

Как правило, верхние и нижние допустимые значения влажности даются в справочном руководстве по Dräger Tube и руководствах по эксплуатации. Сомневаясь, измерьте влажность трубкой ф. Dräger на водяной пар.

## 2.4 Измерения с помощью трубок ф. Dräger

Сегодня газоизмерительные трубки - один из классических методов измерения в газовом анализе. Первый патент на них был выдан в Америке в 1919 г. Два американца, А.Б.Лэмб и К.Р.Новер, пропитали пемзу смесью пента-оксида йода и серной кислоты. Этот состав, который они поместили в ампулу, стал первым химическим датчиком для измерения, или скорее обнаружения, монооксида углерода (рис. 4). До появления этого предшественника газоизмерительных трубок, в качестве "датчиков" на шахтах держали канареек.

Эта первая газоизмерительная трубка использовалась лишь для качественного обнаружения монооксида углерода, количественные измерения были еще невозможны. Сегодня трубки фирмы Dräger обеспечивают количественные результаты с высокой степенью точности и селективности. Начиная с разработки первой трубки Dräger, почти 60 лет назад, в компании постоянно расширяли ассортимент продукции, и сегодня выпускаются более 200 газоизмерительных трубок для измерения больше чем 350 газов и паров (на рис. 5 показаны ранние модели трубок)



+7 473 200 9136 | [info@kolba24.ru](mailto:info@kolba24.ru) | [kolba24.ru](http://kolba24.ru)



ООО КОЛБА - крупнейший поставщик лабораторного оборудования в России

394026 г. Воронеж, ул. Антонова-Овсеенко, д. 5/3, оф. 8, ОГРН 1173668021450