

П. В. Правдин

**ЛАБОРАТОРНЫЕ
ПРИБОРЫ
И ОБОРУДОВАНИЕ
ИЗ СТЕКЛА
И ФАРФОРА**

СПРАВОЧНОЕ ИЗДАНИЕ



МОСКВА
«ХИМИЯ»
1988

ББК 543
П68
УДК 542.3/9

ОГЛАВЛЕНИЕ

Рецензент: канд. хим. наук В. К. Бельский

П68 **Правдин П. В.** Лабораторные приборы и оборудование из стекла и фарфора: Справ. изд. М.: Химия, 1988. 336 с.: ил.
ISBN 5—7245—0045—0

Приведены характеристики отечественных и зарубежных стекол. Описаны посуда и оборудование из стекла и фарфора, изготавливаемые в соответствии с действующими ГОСТами и рекомендациями СЭВ и ИСО, соединительные элементы для сборки приборов, соединительные элементы с токопроводящими покрытиями на стекле, комплектные макро- и полумикролаборатории, приборы и аппаратура для проведения массообменных процессов и для количественного и качественного анализа веществ.

Предназначена для широкого круга специалистов химической, нефтехимической и других отраслей промышленности.

П — $\frac{180200000-004}{050(01)-88}$ 4—88

ББК 543

ISBN 5—7245—0045—0

© Издательство «Химия», 1988

Предисловие	6
Глава 1. Стекло, применяемое для изготовления приборов, аппаратов и оборудования	7
§ 1. Стекло химико-лабораторное	8
§ 2. Стекло термометрическое	13
Глава 2. Соединительные элементы	16
§ 3. Шлифы конусные взаимозаменяемые	16
§ 4. Конусные нешлифованные взаимозаменяемые соединения	19
§ 5. Соединительные элементы с взаимозаменяемыми конусами	20
Переходы	24
Изгибы	25
Керны	26
Муфты	27
Алонжи	30
Затворы	31
Насадки	32
§ 6. Шлифы сферические, плоские, цилиндрические	32
Шлифы сферические взаимозаменяемые	34
Шлифы плоские	36
Шлифы цилиндрические	36
§ 7. Краны	36
Краны соединительные	41
Краны вакуумные конусные	43
Краны с фторопластовыми (тефлоновыми) пробками	43
Краны плоские	43
Краны вакуумные плоские	47
Глава 3. Посуда и оборудование лабораторные	47
§ 8. Пробирки	47
§ 9. Воронки	51
§ 10. Трубки соединительные и хлоркальциевые	56
§ 11. Стаканы	59
§ 12. Колбы	60
Колбы с тубусом	72
Колбы Фаворского	73
§ 13. Склянки	74
Склянки с тубусом	74
Склянки для промывания газов	78
§ 14. Чашки	80
§ 15. Сосуды	84
§ 16. Каплеуловители	86
§ 17. Насадки для экстрагирования	87
§ 18. Дефлегматоры	89
§ 19. Холодильники	90

§ 20. Посуда из прозрачного кварцевого стекла	96	§ 36. Лаборатория для проведения препаративных работ полумикрометодом ЛПП	192
Тигли	96	§ 37. Лаборатория для работ с микроколичествами веществ ЛМВ	192
Чаши	96	§ 38. Лаборатория органической химии комплектная ЛОХ	195
Стаканы	97		
Колбы	98	Глава 6. Приборы и оборудование для дистилляции, разложения и получения веществ	197
Воронки	103	§ 39. Аппараты для бидистилляции воды	197
Пробирки	103	§ 40. Испарители циркуляционные выпарные	207
Пробки	103	§ 41. Испарители ротационные	211
§ 21. Фильтры стеклянные и изделия с фильтрами	106	§ 42. Испарители пленочные роторные	225
Фильтры стеклянные	106	§ 43. Испарители молекулярно-дистилляционные	237
Изделия с фильтрами	199	§ 44. Установки ректификационные	244
§ 22. Стаканчики для взвешивания (бюксы)	113		
§ 23. Эксикаторы	114	Глава 7. Приборы и оборудование для количественного и качественного анализа веществ	267
§ 24. Аппараты для получения газа	115	§ 45. Приборы для титрования	267
§ 25. Приборы для поглощения газов и паров воды	116	§ 46. Приборы для микроопределения воды в различных веществах ПМВ	272
§ 26. Насосы водоструйные	117	§ 47. Приборы для определения азота	278
§ 27. Капельницы	118	§ 48. Приборы для определения содержания примесей в нефтепродуктах и давления насыщенных паров нефти	282
§ 28. Спиртовки	120	§ 49. Установка для выделения органических веществ из воды УВВ	287
§ 29. Посуда мерная лабораторная	121	§ 50. Аппарат для микрогидрирования АМГ	289
Цилиндры	121	§ 51. Аппараты для определения содержания спирта в растворах	292
Мензурки	123	§ 52. Приборы для очистки газов	296
Колбы	125	§ 53. Приборы для определения пределов воспламенения горючих газов и паров	299
Пробирки	125	§ 54. Прибор для определения температуры плавления твердых веществ ПТП	308
Бюретки	128	§ 55. Приборы для непрерывного противоточного извлечения (экстрагирования)	311
Пипетки	131	§ 56. Газоанализаторы	317
§ 30. Приборы измерительные	135		
Манометры абсолютного давления и мановакуумметры двухтрубные	135		
Реометры	137		
Вискозиметры	138		
Ареометры	143		
Пикнометры	149		
Термометры	149		
§ 31. Общие технические требования к лабораторной посуде и оборудованию	155		
§ 32. Посуда и оборудование лабораторные фарфоровые	163		
Стаканы	166		
Кастриюли	166		
Выпарительные чашки	166		
Тигли	166		
Крышки к тиглям	168		
Кружки	170		
Воронки Бюхнера	172		
Ступки	173		
Пестики	173		
Ложки	174		
Шпатели	175		
Вставки для эксикаторов	175		
Барабаны	176		
Лодочки	177		
Глава 4. Токопроводящие покрытия на стекле и изделия из стекла с токопроводящими покрытиями	179		
Глава 5. Лаборатории	183		
§ 33. Препаративная лаборатория ПЛ-1	183		
§ 34. Препаративная лаборатория ПЛ-2	185		
§ 35. Препаративная лаборатория ПЛ-3	189		

**СТЕКЛО, ПРИМЕНЯЕМОЕ ДЛЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ
ПРИБОРОВ, АППАРАТОВ И ОБОРУДОВАНИЯ**

Цель книги — ознакомить химиков-исследователей и специалистов химической, нефтехимической и других отраслей науки и промышленности с современными приборами и оборудованием из стекла для научных исследований, созданными в нашей стране и за рубежом, и помочь им в повседневной работе.

В книге рассмотрены химико-лабораторное и термометрическое стекло, фарфор и их применение в качестве конструкционных материалов для производства приборов и оборудования. Описаны посуда и оборудование из стекла и фарфора, выпускаемые в соответствии с действующими в СССР ГОСТами, соединительные элементы приборов и аппаратов, изделия с токопроводящими покрытиями. Даны характеристики современных приборов, аппаратов, установок для научных исследований, изложены принципы и методы работы на них. Представлены некоторые новые приборы, аппараты, установки для проведения процессов массообмена, количественного и качественного анализа, выпускаемые в нашей стране и за рубежом и нашедшие широкое применение в лабораториях различных отраслей промышленности.

Стеклопленочные приборы и оборудование с деталями из фторопласта позволяют работать с агрессивными веществами как при атмосферном, так и при пониженном давлении, визуально наблюдать за ходом процесса, разделять и получать чистые и особо чистые вещества, упаривать и концентрировать теплочувствительные и пенящиеся растворы, проводить различные реакции анализа и синтеза веществ.

Стекло является основным конструкционным материалом для изготовления лабораторной посуды, приборов, аппаратуры и оборудования. По сравнению с другими конструкционными материалами оно обладает многими преимуществами. Наиболее важное из них — высокая коррозионная стойкость. Большинство химических реакций и процессов может быть осуществлено лишь в стеклянной аппаратуре. Твердость и гладкость поверхности стеклянных узлов и деталей облегчает их очистку. Прозрачность стекла позволяет непосредственно следить за ходом происходящих процессов. Сравнительно небольшой коэффициент линейного теплового расширения также является ценным свойством стекла.

Стекло хорошо переносит нагрузку на сжатие, хуже — на растяжение и изгиб и плохо сопротивляется ударным нагрузкам. Стеклянные изделия «работают» лучше при нагревании, чем при охлаждении, так как предел прочности при сжатии стекла в несколько раз больше предела прочности при растяжении. (При резком охлаждении действуют растягивающие напряжения, которые приводят к разрушению изделия.) Стекло, особенно кварцевое и типа пирекс, обладает высокой химической и термической устойчивостью. Термическая устойчивость стекла зависит от его химического состава, однородности, коэффициента линейного расширения, а также от формы, размеров и состояния поверхности изделия. Стекло отличается высокой химической устойчивостью к большинству органических растворителей, растворам минеральных кислот, за исключением фтороводородной (плавиковой) и фосфорной. Концентрированные щелочи несколько разрушают поверхность стекла, особенно при повышенных температурах.

По химическим и физико-химическим свойствам стекло весьма разнообразно. В зависимости от требований к чистоте получаемого продукта подбирают соответствующее по составу стекло.

Приборы, аппараты и оборудование, изготовленные из стекла, позволяют работать с агрессивными средами, получать и разделять различные вещества, упаривать и концентрировать растворы, получать особо чистые вещества без запаха и примесей металлов.

Недостатками стекла являются его хрупкость и невысокая устойчивость к резким изменениям температуры.

Посуда, приборы, аппараты и оборудование отечественного производства, которые описываются ниже, изготавливают из химико-лабораторного стекла по ГОСТ 21400—75, а термометры — из термометрического стекла по ГОСТ 1224—71.

§ 1. СТЕКЛО ХИМИКО-ЛАБОРАТОРНОЕ

Основные требования, предъявляемые к химико-лабораторному стеклу, — химическая и термическая стойкость. Химической стойкостью стекла называют способность его противостоять действию различных химических реагентов, термической стойкостью — способность выдерживать колебания температуры. Максимальная разность температур, которую выдерживает, не растрескиваясь, стекло, является мерой его термической устойчивости. По ГОСТ 21400—75 стекло в зависимости от химической и термической стойкости подразделяют на шесть групп: ХС1, ХС2, ХС3 — химически стойкое 1-го, 2-го и 3-го классов соответственно; ТХС1, ТХС2 — термически и химически стойкое 1-го и 2-го классов соответственно; ТС — термически стойкое (стекло боросиликатное 3,3).

Этот стандарт соответствует рекомендациям по стандартизации СТ СЭВ 825—77. Химическая устойчивость стекла к воздействию дистиллированной воды, кислот и щелочей должна соответствовать техническим требованиям, указанным в табл. 1.

Термическая устойчивость и средний коэффициент линейного теплового расширения стекла должны соответствовать техническим требованиям, указанным ниже (значение коэффициента термического расширения характеризует только состав стекла):

Группа стекла	ХС1; ХС2; ХС3	ТХС1; ТХС2	ТС
Термостойкость, °С . . .	120	190	250
Средний коэффициент теплового линейного расширения при 20—300 °С, $d \cdot 10^{-7}$ град ⁻¹	≤ 94	≤ 55	33 ± 1

Водостойкость стекла. Водостойкость стекла (x , в мл/г) вычисляют по формуле

$$x = (V - V_1)/m$$

где V — объем раствора хлороводородной кислоты, израсходованной на титрование, мл; V_1 — объем раствора хлороводородной кислоты, израсходованной на титрование дистиллированной воды в контрольном опыте, мл; m — масса пробы стекла, г.

Для испытания изготавливают пробу из кусочков неотожженного стекла с толщиной стенки не менее 1,5 мм, длиной 10—30 мм и массой не менее 30 г. Пробу измельчают, просеивают и промывают. Отбирают три навески по 2 г и помещают их в мерные колбы вместимостью 50 мл, наливают дистиллиро-

Таблица 1. Показатели химической стойкости стекла

Параметр	Среда	Характеристика химической стойкости стекла	Химическая стойкость стекла по группам					
			ХС1	ХС2	ХС3	ТХС1	ТХС2	ТС
Водостойкость	Дистиллированная вода при $98 \pm 0,5$ °С	Расход 0,01 М хлороводородной кислоты на титрование, мл/г	0—0,1	0,1—0,2	0,2—0,8	0—0,1	0,1—0,1	0—0,1
Кислотостойкость	20,4 %-ная хлороводородная кислота при кипячении 6 ч	Потери массы образца стекла, мг/см ²	0—0,004	0—0,005	0—0,006	0—0,005	0—0,007	0—0,004
Щелочестойкость	Смесь 0,5 М раствора карбоната натрия и 1 М раствора гидроксида натрия при кипячении 3 ч	Потери массы образца стекла, мг/см ²	≤ 0,75	≤ 1,0	≤ 1,1	≤ 0,9	≤ 1,2	1,5 (150)

ванную воду до метки, устанавливают в водяную баню при $98 \pm 0,5$ °С и выдерживают 1 ч. После этого колбы вынимают из бани и охлаждают проточной водой до 20 ± 5 °С. Из каждой колбы отбирают по 25 мл раствора и титруют 0,01 М раствором хлороводородной кислоты до перехода окраски индикатора (метилловый красный). По трем опытам определяют среднее арифметическое значение и отклонение от среднего его значения. В зависимости от расхода 0,01 М кислоты на титрование устанавливают класс водостойкости стекла:

Класс водостойкости	1	2	3	4	5
Расход 0,01 М раствора НС1 на титрование, мл/г	≤ 0,1	0,1—0,20	0,20—0,85	0,85—2,00	2,00—3,50

Кислотостойкость стекла. Кислотостойкость (x_1) — потеря массы испытываемой пробы стекла при обработке кипящим 20,4 %-ным раствором хлороводородной кислоты в течение 6 ч — выражается отношением потери массы к единице площади пробы:

$$x_1 = (\Delta m - \Delta m_1)/(2S)$$

где Δm — разница в массе между испытываемым и контрольным образцами до испытания, мг; Δm_1 — разница в массе между испытываемым и контрольным образцами после испытания, мг; S — общая поверхность образца, см².

Для испытания отбирают образцы отожженных стеклянных трубок с внутренним диаметром не менее 5 мм или другие изделия с общей поверхностью 400 ± 40 см². Образцы не должны иметь дефектов и острых кромок. Исследуют два образца, один из них контрольный. Образцы промывают, сушат, взвешивают и помещают в стакан с кипящим 20,4 %-ным раствором хлороводородной кислоты, в котором выдерживают их 6 ч.

Затем образцы вынимают, ополаскивают, сушат и взвешивают (погрешность не должна превышать $\pm 0,1$ мг). Испытания повторяют на второй паре образцов. Из двух опытов определяют среднее арифметическое значение и отклонение от него. Для каждого опыта отклонение от среднего значения не должно превышать $\pm 10\%$.

В зависимости от потери массы образца устанавливают класс кислотостойкости:

Класс кислотостойкости . . .	1	2	3
Потеря массы, мг/см ² . . .	$\leq 0,007$	0,007—0,015	0,015

Щелочестойкость стекла. Щелочестойкость (x_2) определяется потерей массы образца стекла при действии на него кипящей смеси равных объемов 0,5 М раствора карбоната натрия (Na_2CO_3) и 1 М раствора гидроксида натрия (NaOH) в течение 3 ч и выражается отношением потери массы к единице площади образца:

$$x_2 = (m - m_1)/S$$

где m — масса образца до испытания, мг; m_1 — масса образца после испытания, мг; S — поверхность образца, см².

Для проведения испытания берут неотожженные стеклянные образцы (трубки, стержни, листы) с общей поверхностью 10—15 см². Образцы должны иметь правильную геометрическую форму, концы и края ровно обрезанные и отшлифованные. Образец тщательно промывают, высушивают, взвешивают и погружают в кипящую смесь 0,5 М растворов Na_2CO_3 (400 мл) и 1 М раствора NaOH (400 мл). Кипятят 3 ч, затем образец вынимают, тщательно ополаскивают, сушат и взвешивают с погрешностью $\pm 0,1$ мг. Другой образец испытывают таким же образом. Из двух опытов определяют среднее арифметическое значение и отклонение от него. Отклонение результатов в каждом опыте от среднего значения не должно превышать $\pm 5\%$. В зависимости от потери массы образца устанавливают класс щелочестойкости:

Класс щелочестойкости . . .	1	2	3
Потери массы, мг/см ² . . .	$\leq 0,75$	0,75—1,50	1,50

Термостойкость стекла. Термостойкость определяется разностью температур, при которой разрушается нагретый образец стекла при быстром его охлаждении в воде. Термостойкость стекла (ΔT , °С) вычисляют по формуле

$$\Delta T = (n_1\Delta T_1 + n_2\Delta T_2 + \dots + n_m\Delta T_m)/(n_1 + n_2 + \dots + n_m)$$

где $\Delta T_1, \Delta T_2, \dots, \Delta T_m$ — термостойкость образца, °С; n_1, n_2, \dots, n_m — число треснувших образцов.

Образцы для испытаний берут в виде стеклянных стержней (штабиков) диаметром $4 \pm 0,1$ и длиной 30 ± 5 мм, без дефек-

Таблица 2. Состав [в % (масс.)] химико-лабораторных стекол, выпускаемых в СССР

Группа стекла	Марка стекла	SiO ₂	B ₂ O ₃	Al ₂ O ₃	CaO	MgO	BaO	Na ₂ O	K ₂ O	Fe ₂ O ₃	ZrO ₂
ХСЗ	№ 29	68,8	—	3,7	7,5	3,5	3,5	10	3,0	0,2	—
ХСЗ	Л-80	71,5	2,0	2,5	6,5	2,5	—	14,5	0,5	—	—
ХСЗ	АМ	72,0	—	1,5	10,0	2,5	—	14,0	—	—	—
ТХС2	Л-50	74,5	6,6	5,5	0,7	—	4,5	4,2	4,0	—	—
ТС	Пирекс	80,64	12,0	2,0	0,36	—	—	4,0	1,0	—	—
ТХС1	ТХС1	72,4	8,4	3,6	2,0	—	4,5	5,1	1,8	—	1,9

Таблица 3. Состав [в % (масс.)] некоторых стекол, выпускаемых за рубежом

Тип, марка стекла	SiO ₂	Al ₂ O ₃	B ₂ O ₃	CaO	MgO	BaO	Na ₂ O	K ₂ O	Fe ₂ O ₃
Тюрингенское (ФРГ)	68,74	3—4	—	6,2—8	—	—	12—18	0—8,5	—
Унихост (ЧССР)	68,9	3,9	—	5,5	2,9	—	17,8	1,3	—
АН (ЧССР)	70,7	4,2	2,3	7,0	—	—	13,9	1,9	—
Х8 (Англия)	69,2	3,5	1,2	5,8	3,6	—	16,0	0,9	—
Мурано X (Италия)	67,0	6,7	3,0	4,0	—	—	19,0	—	—
Содоизвестковое (ЧССР)	71,0	0,85	—	7,7	3,8	0,5	—	15,5	—
Сиал (ЧССР)	75,0	6,0	7,0	1,7	—	4,3	—	6,5	—
Симакс (ЧССР)	79,0	3,0	11,9	—	—	—	—	5,5	—
Палекс (ЧССР)*	70,84	4,48	6,31	4,17	2,02	—	8,37	0,99	0,36
Лабораторное (ГДР)**	69,0	4,90	4,3	4,50	—	3,5	8,6	—	—
Ветхай ам Майн (ГДР)	69,25	5,96	8,56	0,99	0,45	3,63	8,57	2,25	0,33
1447 ^{III} (ГДР)***	64,3—64,7	4—7	8,7—12	0,1—0,6	—	—	7—9,7	—	—
С20 (ФРГ)	74,7—75,7	4,3—6,2	7,0—8,7	0,75—1	—	3,5—4,2	6,5—7,5	—	0,1—0,3
52 (ГДР)****	76,6	3	6	—	—	3	8	—	—
Корнинг (США)	80,0	2,71	11,31	0,75	—	—	4,74	0,35	—
Совирель (Франция)	80,0	2,25	13,0	—	—	—	3,50	1,15	0,05
Разотерм (ГДР)	78,25	2,74	12,18	0,85	—	—	5,39	0,41	—
Дюран 50 (ФРГ)	79,69	3,10	10,29	0,77	0,87	—	5,20	—	—
Гизиль (Англия)	80,6	2,70	12,20	0,12	—	—	4,15	—	—
Монакс (Англия)	74,66	3,89	13,44	0,75	0,49	—	5,89	0,79	—

* В состав стекла входит 2,62 % ZnO.
 ** В состав стекла входит 5,5 % ZnO.
 *** В состав стекла входит 10—12 % ZnO.
 **** В состав стекла входит 3 % ZrO₂.

тов, концы их должны быть оплавлены и отожжены. Образцы помещают в электропечь, нагревают до температуры, равной нижнему пределу термостойкости испытываемого стекла, и выдерживают 15 мин. Затем их вынимают из печи и погружают в сосуд с водой, температура которой должна быть 15—20 °С. Вынутые из воды образцы проверяют, треснувшие отбрасывают. Неповрежденные образцы вновь загружают в печь, температуру в которой повышают на 10 °С, и повторяют испытания до тех пор, пока все образцы не разрушатся. Испытания повторяют на двух партиях образцов с одной датой изготовления стекла.

В табл. 2 и 3 приведены составы в % (масс.) некоторых химико-лабораторных стекол, выпускаемых отечественной промышленностью и за рубежом, в табл. 4 — перечень изделий из химико-лабораторного стекла, в табл. 5 — свойства химико-лабораторных стекол, выпускаемых в СССР.

Таблица 4. Виды химико-лабораторного стекла и изделия из него (ГОСТ 21400—75)

Группа стекла	Марка стекла	Завод-изготовитель	Наименование изделий
ТХС1	ТХС1	ПО «Химлаборприбор», г. Клин, Московск. обл.	Приборы, аппараты, оборудование, тонкостенная посуда, стеклотрубка
	ТХС1	«Дружная горка», Ленинградск. обл.	Тонкостенная посуда
ХСЗ	Л-80	ПО «Химлаборприбор», г. Клин, Московск. обл.	Приборы, аппараты, оборудование, тонкостенная посуда, стеклотрубка
	№ 29	«Стеклоприбор», пос. Голынки, Смоленск. обл.	Приборы, аппараты, оборудование, тонкостенная посуда
	№ 29	Лохвицкий приборостроительный завод, пос. Чернозаводской, Лохвицкий р-н, Полтавск. обл.	Приборы, тонкостенная посуда
	Л-80К*	«Дружная горка», Ленинградск. обл.	Приборы, аппараты, оборудование, толстостенная посуда, выдувные и прессованные изделия
ХСЗ	АМ	«Стеклоприбор», пос. Голынки, Смоленск. обл.	Толстостенная посуда, оборудование
ТС	Пирекс	«Победа труда», ст. Васильево, Тат АССР	Приборы, аппараты, оборудование, стеклотрубка
ТХС2	Л-50	ПО «Химлаборприбор», г. Клин, Московск. обл.	Приборы, аппараты, установки, оборудование
		«Стеклоприбор», пос. Щирец, Львовск. обл.	Тонкостенная посуда, оборудование

* Стекло марки Л-80К незначительно отличается по составу от стекла марки Л-80.

Таблица 5. Свойства химико-лабораторных стекол, выпускаемых в СССР

Свойства	Стекло					
	29	АМ	Пирекс	-50	Л-80	ТХС1
Температура отжига, °С	565	550 ± 10	585	578	530	625
Температура размягчения до вязкости 10 ¹¹ Па·с, °С	590	576	585	640	540 ± 10	650
Коэффициент линейного теплового расширения d · 10 ⁻⁷ , град ⁻¹	86—89	87—89	33—35	53—56	88—90	48 ± 2
Показатель преломления	1,5145	1,5145	1,4675	—	1,5154	1,5004
Плотность, кг/м ³	2,4 · 10 ³	2,49 · 10 ³	2,25 · 10 ³	—	2,48 · 10 ³	2,45 · 10 ³
Интервал кристаллизации T, °С	850—950	680—930	680—1020	769—1163	680—950	1060—1080
Водостойкость: расход 0,01 М раствора НСl на титрование дистиллированной воды при 98 ± 0,5 °С, мл/г	0,16	—	—	—	0,39	0,009
Кислотостойкость: потери массы образца стекла в 20,4 %-ном растворе НСl, мг/см ²	0,0035	—	0,0015	0,0019	0,0035	0,003
Щелочестойкость: потери массы образца стекла в смеси 0,5 М раствора Na ₂ CO ₃ и 1 М раствора NaOH, мг/см ²	0,85	—	1,34	1,10	0,98	0,70
Гидролитический класс	II	—	I	I	III	I
Класс кислотостойкости	I	—	I	I	I	I
Класс щелочестойкости	III	—	II	II	II	I
Термостойкость, °С	155	130	265	225	135	250

§ 2. СТЕКЛО ТЕРМОМЕТРИЧЕСКОЕ

Стекло, применяемое для производства жидкостных термометров, называют термометрическим. Оно должно иметь минимальное термическое последствие и мало подвергаться старению (уменьшение объема в зависимости от времени и температуры). В производстве термометров применяют также глушеное (молочного цвета) стекло и цветные эмали.

В табл. 6, 7 приведен состав термометрических стекол, выпускаемых в СССР и за рубежом, в табл. 8 — состав эмалей,

применяемых для изготовления термометров. В табл. 9 указаны физико-химические свойства термометрического стекла по ГОСТ 1224—71, в табл. 10 — основные свойства эмалей.

Таблица 6. Состав термометрических стекол [в % (масс.)], выпускаемых промышленностью в СССР по ГОСТ 1224—71

Марка стекла	SiO ₂	Al ₂ O ₃	B ₂ O ₃	Na ₂ O	CaO	ZnO	MgO	Fe ₂ O ₃
360	67,5	2,5	2,0	14,0	7,0	7,0	—	—
500	72,5	5,5	12,8	8,8	0,4	—	—	—
650	60,0	23,5	6,0	—	7,0	—	4,0	—
Стекло молочного цвета	68,0	8,5	—	14,5	2,0	1,5	—	5,5

Таблица 7. Состав термометрических стекол [в % (масс.)], выпускаемых за рубежом

Страна-изготовитель	Марка стекла	SiO ₂	Al ₂ O ₃	B ₂ O ₃	Na ₂ O	CaO	ZnO	MgO	Fe ₂ O ₃	TiO ₂
ЧССР	16 ^{III}	67,5	2,5	2,0	14,0	6,8	7,0	—	0,2	0,05
	59 ^{III}	72,0	5,0	12,0	11,0	—	—	—	—	—
	PN-3	68,5	2,5	2,0	13,5	5,0	8,5	—	—	—
ГДР	16 ^{III}	67,5	2,5	2,0	11,0	6,8	7,0	—	0,2	0,05
ФРГ	2954 ^{III}	66,4	10,0	9,9	8,5	5,9	—	—	—	—
США	Викор	96,0	0,4	3,6	—	—	—	—	—	—

Таблица 8. Состав эмалей, применяемых для изготовления термометров, % (масс.)

Цвет	SiO ₂	Al ₂ O ₃	CaO	Na ₂ O	ZnO	Na ₂ AlF ₆	K ₂ O	B ₂ O ₃	CdS	Se	F	Co ₂ O ₃
Белый	64,6	3,56	—	5,2	13,9	6,59	5,06	1,09	—	—	—	—
Желтый	63,22	2,32	1,42	5,49	10,34	8,24	5,0	—	1,63	0,094	—	—
Красный	59,0	—	—	3,8	15,0	—	11,4	2,7	4,1	1,5	1,5	—
Синий	63,7	1,8	6,4	10,0	6,4	6,1	—	2,6	—	—	—	3,0
Молочный	68,0	8,5	2,0	14,5	1,5	5,5	—	—	—	—	—	—

Таблица 9. Физико-химические свойства термометрического стекла по ГОСТ 1224—71

Свойства	Марка стекла		
	360	500	650
Термометрические постоянные:			
депрессия для отожженного стекла в термометрах после нагревания до 100 °С, не более	0,05	0,05	0,01
повышение положения нулевой точки в термометрах в процессе естественного старения в течение года при 20 ± 10 °С, не более	0,04	0,03	0,02
смещение нулевой точки в термометрах из состаренного стекла после контрольного старения его при температуре не более, °С			
200	0,3	—	—
300	0,50	0,40	—
360	0,70	—	—
400	—	0,80	0,20
500	—	1,60	0,40
600	—	—	0,80
650	—	—	1,00
Коэффициент объемного расширения в интервале температур от 0 до 100 °С, 10 ⁻⁷ ·°С ⁻¹	235—250	153—168	80—95
Термостойкость, °С, не менее	100	120	200
Химическая стойкость:			
щелочестойкость			
потери массы образца в смеси 0,5 М раствора Na ₂ CO ₃ и 1 М раствора NaOH, мг/см ² , не более	1,50	1,70	2,00
кислотостойкость			
потери массы образца в 20,4 %-ном растворе HCl, мг/см ² , не более	0,01	0,01	0,15
водостойкость			
расход 0,01 М раствора HCl на титрование, мл/г, не более	0,40	0,10	0,10

Таблица 10. Физические свойства стекла и эмалей

Свойства	Стекло глушеное (молочного цвета)	Эмаль			
		белая	желтая	синяя	красная
Коэффициент линейного теплового расширения $d \cdot 10^{-7}$, град ⁻¹	83	81	82	81	80
Термостойкость, °С	50	—	—	—	—

СОЕДИНИТЕЛЬНЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ

Для удобства изготовления, сборки и разборки, транспортирования приборов и оборудования из стекла, а также для стандартизации и унификации их применяют соединительные элементы. К соединительным элементам относят взаимозаменяемые конусные шлифы, нешлифованные конусные соединения, шлифы сферические, плоские, цилиндрические, краны конусные простые и вакуумные. Соединительные элементы с конусными взаимозаменяемыми шлифами изготавливают в виде переходов, изгибов, кернов, муфт, алонжей, затворов и насадок. Основное назначение соединительных элементов в том, что с их помощью можно быстро и надежно собирать различные приборы из довольно ограниченного набора деталей. При поломке требуется заменить только поврежденные детали.

Соединительными элементами в приборах являются также фторопластовые сильфоны, уплотнительные манжеты, прокладки, трубки.

Наибольшее предпочтение в исследовательской и лабораторной практике отдают элементам с конусными взаимозаменяемыми нешлифованными соединениями, со сферическими и плоскими шлифами. Широкое применение находят плоские краны и краны с фторопластовыми пробками.

§ 3. ШЛИФЫ КОНУСНЫЕ ВЗАИМОЗАМЕНЯЕМЫЕ

Две притертые отшлифованные поверхности (т. е. внутренний и внешний шлифы) представляют собой соединение на шлифах. Шлифы применяют для соединения стеклянных узлов, деталей и для герметичной закупорки сосудов вместо резиновых пробок и соединительных шлангов. Для удобства сборки деталей, узлов приборов, сложной аппаратуры введены стандартные (нормальные) конусные шлифы. За основу нормальных шлифов был взят усеченный конус с конусностью 1:10. Нормальные шлифы характеризуются внешним диаметром (внутренние шлифы) и внутренним диаметром (внешние шлифы). Между диаметрами наибольшим D и наименьшим d и высотой H должно выполняться отношение $(D - d)/H = 1/10$.

Современная лаборатория без приборов, аппаратов и посуды со шлифами немыслима. Самое широкое распространение в нашей стране и за рубежом получили взаимозаменяемые конусные шлифы. Заводы Минприбора ежегодно выпускают около 10 млн. взаимозаменяемых шлифов как в готовых изделиях, так и в виде отдельных деталей.

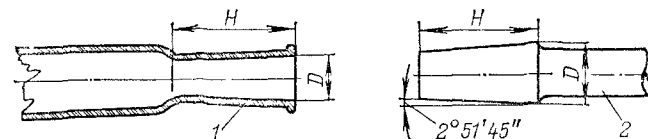


Рис. 1. Конусы взаимозаменяемые:
1 — муфта; 2 — kern

В действующий в СССР ГОСТ 8682—70 «Конусные взаимозаменяемые шлифы для лабораторной стеклянной аппаратуры и посуды» внесены в 1977 г. изменения. Конусные взаимозаменяемые шлифы стали именоваться «Конусы взаимозаменяемые посуды и аппаратуры лабораторной стеклянной», так как они могут изготавливаться методами шлифовки и методом горячей калибровки — моллированием. В соответствии с ГОСТ 8682—70 в СССР выпускают конусы со шлифованной (КШ) и с нешлифованной поверхностью (КН) четырех рядов: K_2 ; K_4 ; K_6 ; K_8 (рис. 1, табл. 11). Наиболее распространены конусы 14,5; 29; 45; 60.

Точность конусов зависит от точности калибров, по которым их изготавливают. Верхняя и нижняя границы высоты конуса H не должны выходить за пределы размеров h_1 и h_2 , указанных для калибров на рис. 2 и в табл. 12. Установочный конус калибра должен быть равен $2^\circ 51' 45'' \pm 15''$.

В соответствии с ГОСТ 8682—70 конусность должна быть равна $(1 \pm 0,006): 10$. Конусы без смазки должны выдерживать

Таблица 11. Основные размеры (в мм) конусов взаимозаменяемых, ГОСТ 8682—70

Обозначения конусов	D	H			
		K_2	K_4	K_6	K_8
5/H	5,0	—	9	13	18
7/H	7,5	—	11	16	22
10/H	10,0	—	13	19	25
12/H	12,5	—	14	21	28
14/H	14,5	8	15	23	30
19/H	18,8	9	17	26	35
21/H	21,5	—	19	28	37
24/H	24,0	10	20	29	39
29/H	29,2	11	22	32	43
34/H	34,5	12	23	35	47
40/H	40,0	13	—	38	—
45/H	45,0	13	—	40	—
50/H	50,0	14	—	42	—
60/H	60,0	14	—	46	—
71/H	71,0	—	—	51	—
85/H	85,0	15	—	55	—
100/H	100,0	—	—	60	—

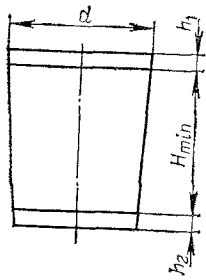
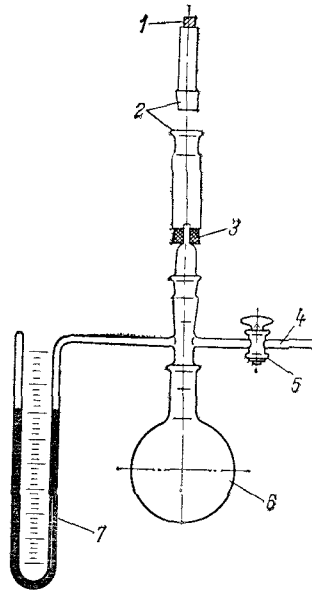


Рис. 2. Калибр

Рис. 3. Схема установки для испытания конусов на герметичность:

- 1, 3 — пробки резиновые;
 2 — проверяемый конус (кern и муфта); 4 — отводная трубка для подключения к вакуумной установке; 5 — одноходовой кран по ГОСТ 7995—80; 6 — колба по ГОСТ 25336—82; 7 — манометр ртутный или металлический вакуумметр



разрежение не менее 50,54 кПа (380 мм. рт. ст.). Конусы одного и того же размера должны быть взаимозаменяемыми.

Размеры конусов проверяют по калибрам; предельные отклонения размеров для калибров должны соответствовать указанным в табл. 13.

Таблица 12. Предельные отклонения размеров конусов (в мм)

Номинальный диаметр конуса	Наибольший диаметр калибра d	Ряд K_2 , H_{\min}	Ряд K_4 , H_{\min}	Ряд K_6 , H_{\min}	Ряд K_8 , H_{\min}
5,0	5,1	—	8 *	12 *	17 **
7,5	7,6	—	10 *	15 *	21 **
10,0	10,1	—	12 *	18 *	24 **
12,5	12,6	—	13 *	20 *	27 **
14,5	14,6	7 *	14 *	22 *	29 **
18,8	18,9	8 ^{3*}	16 *	25 *	34 **
21,5	21,6	— 3*	18 *	27 *	36 **
24,0	24,1	9 ^{3*}	19 *	28 *	38 **
29,2	29,3	10 ^{3*}	21 *	31 *	40 ^{5*}
34,5	34,6	11 ^{3*}	22 *	34 *	43 ^{5*}
40,0	40,1	11 ^{4*}	—	37 *	—
45,0	45,1	11 ^{4*}	—	39 *	—
50,0	50,1	12 ^{4*}	—	41 **	—
60,0	60,1	12 ^{4*}	—	45 **	—
71,0	71,1	—	—	50 **	—
85,0	85,1	13 ^{4*}	—	54 **	—
100,0	100,1	—	—	59 **	—

* $h_1=2, h_2=2$. ** $h_1=2, h_2=3$. 3* $h_1=2,5, h_2=2$. 4* $h_1=2,5, h_2=2,5$. 5* $h_1=2,5, h_2=3,5$.

Таблица 13. Предельные отклонения размеров калибров (в мм)

номинальное	предельное отклонение	d		d	
		номинальное	предельное отклонение	номинальное	предельное отклонение
5,0	$\pm 0,008$	18,8	$\pm 0,015$	45,0	$\pm 0,015$
7,5		21,5		50,0	
10,0		24,0		60,0	
12,5	$\pm 0,010$	29,2		71,0	$\pm 0,020$
14,5		34,5		85,0	
		40,0		100,0	

Примечание. Предельные отклонения: $H_{\min} = \pm 0,015$, $h_1 = \pm 0,010$, $h_2 = \pm 0,010$

Герметичность конусов проверяют на установке, схема которой приведена на рис. 3. Общая вместимость установки не должна превышать 1500 см³. Перед испытанием установку проверяют на герметичность. Для этого конусы в вертикальном положении вставляют в резиновую пробку прибора. Из прибора откачивают воздух и создают разрежение не менее 50,54 кПа (380 мм рт. ст.). Кран прибора закрывают и через 1 мин записывают показания манометра. Измерение повторяют через 5 мин. В установке восстанавливают атмосферное давление, вынимают испытываемый kern из муфты конуса, поворачивают его вокруг вертикальной оси на 90° и повторяют испытание. Разность между показаниями манометра, снятыми с интервалом в 5 мин, не должна превышать 1,33 кПа (10 мм рт. ст.).

§ 4. КОНУСНЫЕ НЕШЛИФОВАННЫЕ ВЗАИМОЗАМЕНЯЕМЫЕ СОЕДИНЕНИЯ

Конусные взаимозаменяемые шлифы имеют ряд недостатков: шероховатая поверхность конуса по сравнению с необработанной гладкой более подвержена разрушению под действием различных химических веществ и загрязнению; конусы имеют способность к заклиниванию («заеданию»); при работе их необходимо смазывать, что приводит к загрязнению исследуемых веществ; конусы непрозрачны, что ухудшает визуальное наблюдение за процессом.

В нашей стране и за рубежом (Швейцария, Англия, ФРГ) выпускают стеклянные конусные взаимозаменяемые нешлифованные (прозрачные) соединения с совершенно гладкой поверхностью — КРВ (Klare Präzisions Verbindung — гладкие точные соединения). Их изготавливают (муфты и керны) методом горячей калибровки. Соединения КРВ имеют более

ровную, чем у шлифованного конуса, поверхность и более точные размеры. По данным швейцарской фирмы «Ронор» (исследования проводились с помощью электронного микроскопа), неровности поверхности конуса достигают 0,4—0,5 мкм, а поверхности соединения с КРВ — 0,006 мкм. Гладкая поверхность соединения КРВ обеспечивает лучшую, по сравнению со шлифованными конусами, герметичность. Эти соединения не имеют упомянутых выше недостатков.

Конусные нешлифованные взаимозаменяемые соединения (конусы с нешлифованной поверхностью КН) имеют следующие преимущества: большую механическую прочность; не заклиниваются и легко разъединяются; незначительно загрязняются; могут работать с небольшим количеством смазки и даже без нее, что очень важно при работах с особо чистыми веществами; прозрачны, что создает возможность визуального наблюдения за процессами, происходящими в приборах и аппаратах; взаимозаменяемы; изготавливаются по тем же размерам, что и конусы со шлифованной поверхностью (ГОСТ 8682—70), и могут применяться в сочетании с ними.

§ 5. СОЕДИНИТЕЛЬНЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ С ВЗАИМОЗАМЕНЯЕМЫМИ КОНУСАМИ

Соединительные элементы — переходы, изгибы, керны, муфты, алонжи, затворы, насадки — применяют при сборке различных лабораторных приборов, аппаратов и установок. Соединительные элементы изготавливают в соответствии с ГОСТ 25536—82.

Переходы

Переходы (рис. 4) изготавливают следующих типов: П1 — переходы с одной горловиной (исполнения 1 и 2) (табл. 14); П10 — переходы с одной горловиной и отводом (конуса по ГОСТ 8682—70: керны — 14/23, 19/26, 29/32; муфта — 14/23); П1И — переходы с одной горловиной изогнутые (табл. 15); П2П — переходы с двумя параллельными горловинами (табл. 16); П2У — переходы с двумя горловинами под углом (табл. 17); П3П — переходы с тремя параллельными горловинами (табл. 18).

Условные обозначения переходов:

типа П1 исполнения 1 с взаимозаменяемыми конусами керна 14/23 и муфты 12/21 из термически стойкого стекла группы ТС — переход П1—1—14/23—12/21 ТС ГОСТ 25536—82;

перехода П1 исполнения 2 с взаимозаменяемыми конусами керна 14/23 и муфты 19/26 из химически стойкого стекла

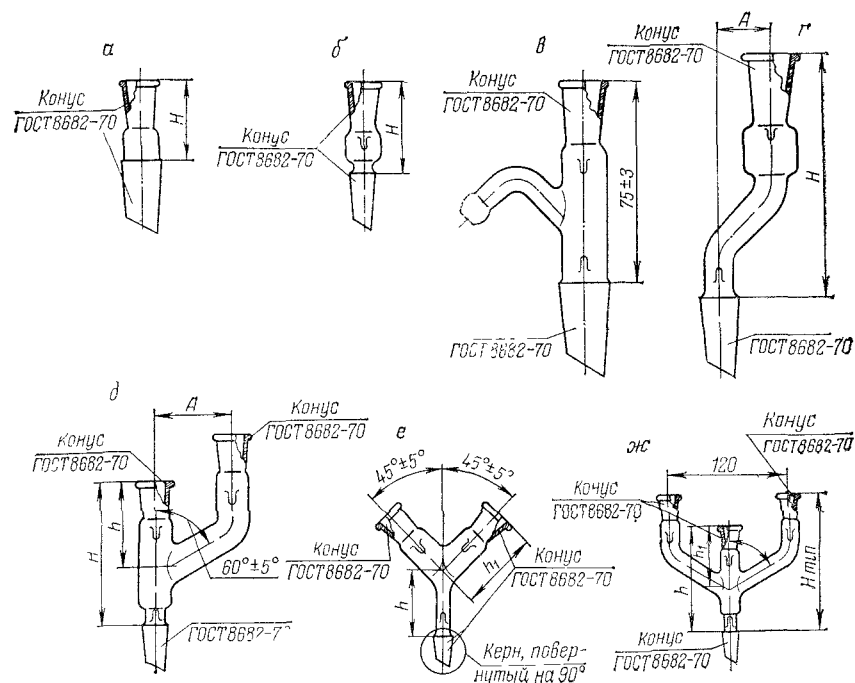


Рис. 4. Переходы:

а — с одной горловиной типа П1 (исполнение 1); б — с одной горловиной типа П1 (исполнение 2); в — с одной горловиной и отводом типа П10, г — с одной горловиной изогнутой типа П1И; д — с двумя параллельными горловинами типа П2П; е — с двумя горловинами под углом типа П2У; ж — с тремя параллельными горловинами типа П3П

группы ХС — переход П1—2—14/23—19/26 ХС ГОСТ 25536—82;

перехода типа П10 с взаимозаменяемыми конусами керна 19/26 и муфты 14/23, из термически стойкого стекла группы ТС — переход П10—19/26—14/23 ТС ГОСТ 25536—82;

перехода типа П1И с взаимозаменяемыми конусами керна 14/23 и муфты 14/23 из термически стойкого стекла группы ТС — переход П1И—14/23—14/23 ТС ГОСТ 25536—82;

перехода типа П2П с взаимозаменяемыми конусами керна 19/26, муфты перехода 19/26 и муфты параллельной горловины 14/23 из термически стойкого стекла группы ТС — переход П2П—19/26—19/26—14/23 ТС ГОСТ 25536—82;

перехода типа П2У с взаимозаменяемыми конусами керна 14/23 и муфты 14/23 из термически стойкого стекла группы ТС — переход П2У—14/23—14/23 ТС ГОСТ 25536—82;

перехода типа П3П с взаимозаменяемыми конусами керна 14/23 и муфт перехода 14/23, левой горловины 14/23 и правой горловины 10/19 из термически стойкого стекла группы ТС — переход П3П—14/23—14/23—10/19 ТС ГОСТ 25536—82.

Таблица 14. Основные размеры (в мм) переходов с одной горловиной типа П1 (исполнение 1 и 2)

Обозначение конусов по ГОСТ 8682-70		H		Обозначение конусов по ГОСТ 8682-70		H	
керна	муфты	номинальное	предельное отклонение	керна	муфты	номинальное	предельное отклонение
Исполнение 1				Исполнение 2			
14/23	12/21	35	±2	12/21	14/23	45	±3
19/26	14,23	40; 45		14/23	19/26	55	
24/29				19/26	24/29		
29/32				14/23	29/32		
24/29	19,26	40; 45	±3	19/26	29/32	70	±5
29/32				24/29	45/40	85	
45/40				29/32	45/40	71/51	
29/32	24/29	55	±3	45/40	71/51	105	±5
45/40	29/32	60; 65		45/40	80		
60/46							
71/51	45/40	80					

Таблица 15. Основные размеры (в мм) переходов с одной горловиной изогнутых типа П1И

H		A, не менее	Обозначение конусов по ГОСТ 8682-70	
номинальное	предельное отклонение		керна	муфты
90	±3	20	14/23	14/23
125	±5	40	29/32	29/32
150		60	45/40	45/40

Таблица 16. Основные размеры (в мм) переходов с двумя параллельными горловинами типа П2П

H		h	A	Обозначение конусов по ГОСТ 8682-70		
номинальное	предельное отклонение			керна	муфты перехода	муфты параллельной горловины
90	±3	50	55	14/23	14/23	14/23
				19/26		
				29/32		
100	±3	60	60	19/26	19/26	14/23
				29/32	14/23	19/26
				19/26	19/26	14/23
105	±5	70	65	29/32	14/23	19/26
				19/26	19/26	14/23
				29/32	19/26	14/23
110	±5	85	80	29/32	29/32	19/26
125				29/32	29/32	

Таблица 17. Основные размеры (в мм) переходов с двумя горловинами под углом типа П2У

h	h ₁	Обозначение конусов по ГОСТ 8682-70	
		керна	муфты
40	60	14/23	14/23
55	85	29/32	29/32

Таблица 18. Основные размеры (в мм) переходов с тремя параллельными горловинами типа ПЗП

H, не менее	h		h ₁	Обозначение конусов по ГОСТ 8682-70			
	номиналь- ное	предель- ное откло- нение		керн	муфты перехода	муфты левой горловины	муфты правой горловины
120	90	±3	60	14/23	14/23	14/23	10/19
135	100			19/26	19/26		
150	105	±5	65	19/26	-19/26	14/23	14/23
170	125		75	29/32			

Изгибы

Изгибы (рис. 5) изготавливают следующих типов:

И∠75°2К — изгибы под углом 75° с двумя кернами (табл. 19); И∠75°КМ — изгибы под углом 75° с керном и муфтой (табл. 20); И∠90°КМ — изгибы под углом 90° с керном и муфтой (табл. 20); И∠105°КМ — изгибы под углом 105° с керном и муфтой (табл. 20);

Условные обозначения изгибов:

типа И∠75°2К с взаимозаменяемыми конусами кернов 19/26 и 14/23 из термически стойкого стекла группы ТС — изгиб И∠75°2К—19/26—14/23 ТС ГОСТ 25336—82.

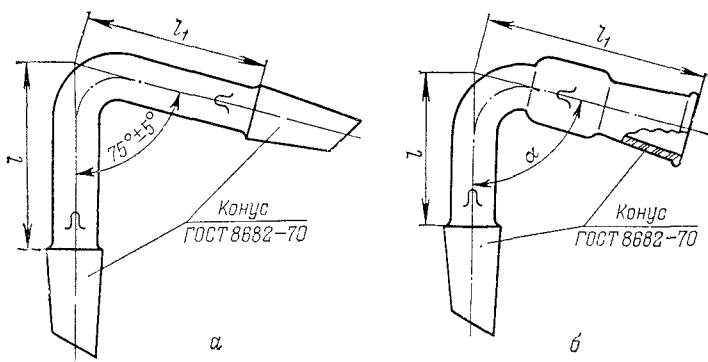


Рис. 5. Изгибы:

а — под углом 75° с двумя кернами типа И∠75°2К; б — под углом 75°, 90° и 105° с керном и муфтой типа И∠75°КМ и И∠90°КМ и И∠105°КМ

Таблица 19. Основные размеры изгибов (в мм) под углом 75° с двумя кернами типа И∠75°2К

l	l ₁	Обозначение конусов по ГОСТ 8682-70	
		керн	керн
50	50	14/23	14/23
55	60	19/26	
70	85	29/32	
75	75	29/32	29/32

Таблица 20. Основные размеры (в мм) изгибов под углом 75° с керном и муфтой типов И∠75°КМ, И∠90°КМ и И∠105°КМ

l	l ₁	d (предельное отклонение ±2°)	Обозначение конусов по ГОСТ 8682-70	
			керн	муфты
40	60	75°	14/23	14/23
		90°		
		105°		
55	85	75°	29/32	29/32
		90°		
45; 55	60	90°	19/26	14/23
		105°		

типа И∠75°КМ с взаимозаменяемыми конусами керн 14/23 и муфты 14/23, из термически стойкого стекла группы ТС — изгиб И∠75°КМ—14/23—14/23 ТС ГОСТ 25336—82.

Керны

Керны (рис. 6) изготавливают следующих типов: КПО — керны с прямым отводом (табл. 21); КИО — керны с изогнутым отводом (табл. 22).

Условные обозначения кернов типа КПО и КИО с взаимозаменяемыми конусами 14/23 из термически стойкого стекла группы ТС: керн КПО—14/23 ТС ГОСТ 25336—82; керн КИО—14/23 ТС ГОСТ 25336—82.

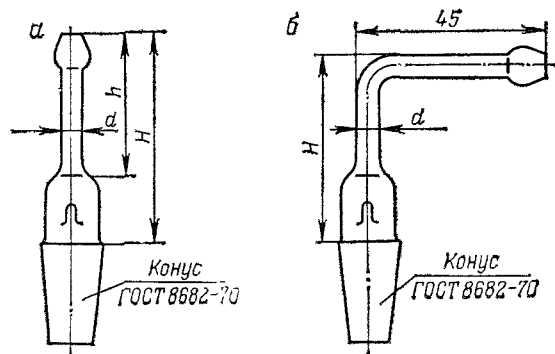


Рис. 6. Керны:

а — с прямым отводом типа КПО; б — с изогнутым отводом типа КИО

Таблица 21. Основные размеры (в мм) керна с прямым отводом типа КПО

H		h		d (предельное отклонение ±1)	Обозначение конусов по ГОСТ 8682-70
номинальное	предельное отклонение	номинальное	предельное отклонение		
51	±3	35	±2	6	14/23
67	±5	50	±3	10	29/32
89		60		15	45/40

Таблица 22. Основные размеры (в мм) керна с изогнутым отводом типа КИО

H (предельное отклонение ±3)	d (предельное отклонение ±1)	Обозначение конусов керна по ГОСТ 8682-70
46	6	14/23
53	10	19/26
67	15	29/32

Муфты

Муфты (рис. 7) изготавливают следующих типов: МПО — муфты с прямым отводом (табл. 23); МИО — муфты с изогнутым отводом (табл. 24).

Условные обозначения муфт типа МПО и МИО с взаимозаменяемыми конусами муфт 14/23 из термически стойкого стекла группы ТС: муфта МПО—14/23 ТС ГОСТ 25336—82; муфта МИО—14/23 ТС ГОСТ 25336—82.

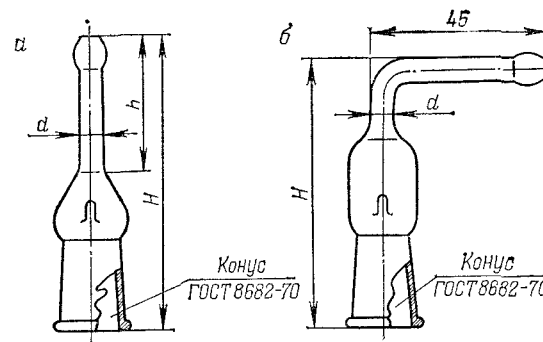


Рис. 7. Муфты:

а — с прямым отводом типа МПО; б — с изогнутым отводом типа МИО

Таблица 23. Основные размеры (в мм) муфты с прямым отводом типа МПО

H		h		d (предельное отклонение ±1)	Обозначение конусов муфты по ГОСТ 8682-70
номинальное	предельное отклонение	номинальное	предельное отклонение		
75	±3	35	±2	6	14/23
100	±5	50	±3	10	29/32
130		60		15	45/40

Таблица 24. Основные размеры (в мм) муфты с изогнутым отводом типа МИО

H (предельное отклонение ±3)	d (предельное отклонение ±1)	Обозначение конусов муфты по ГОСТ 8682-70
70	6	14/23
80	10	19/26
100	15	29/32

Алонжи

Алонжи (рис. 8, 9) изготавливают следующих типов: АИ — алонжи изогнутые (табл. 25); АИО — алонжи изогнутые с отводом (табл. 26); АО — алонжи прямые с отводом (табл. 27); АП — алонжи «паук»; АКП — алонж в комплекте с «пауком»; АКП — алонж; АКП — «паук».

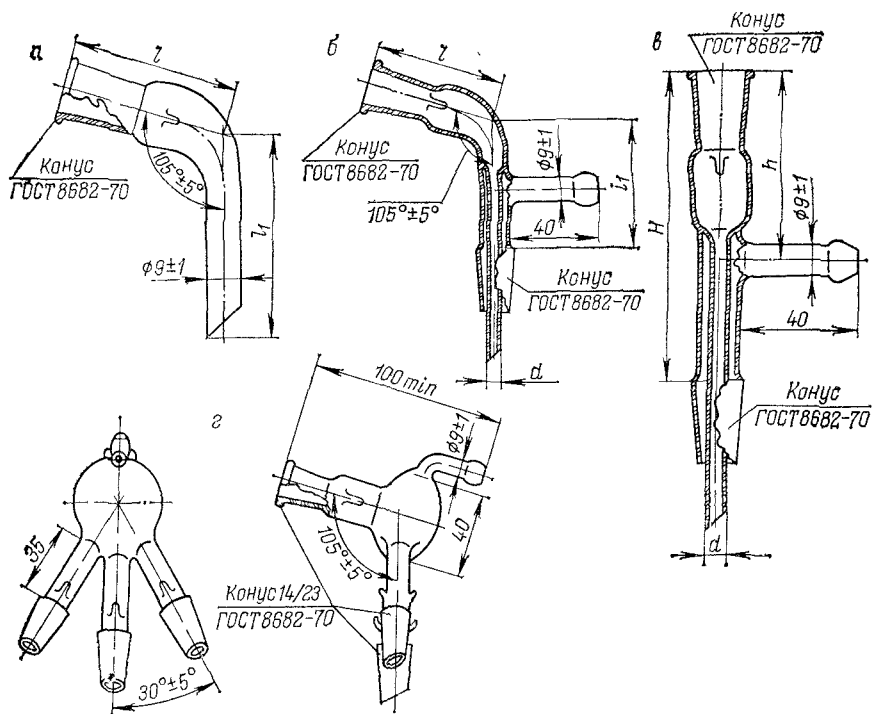


Рис. 8. Алонжи:

а — изогнутые типа АИ; б — изогнутые с отводом типа АИО; в — прямые с отводом типа АО, г — «паук» типа АП

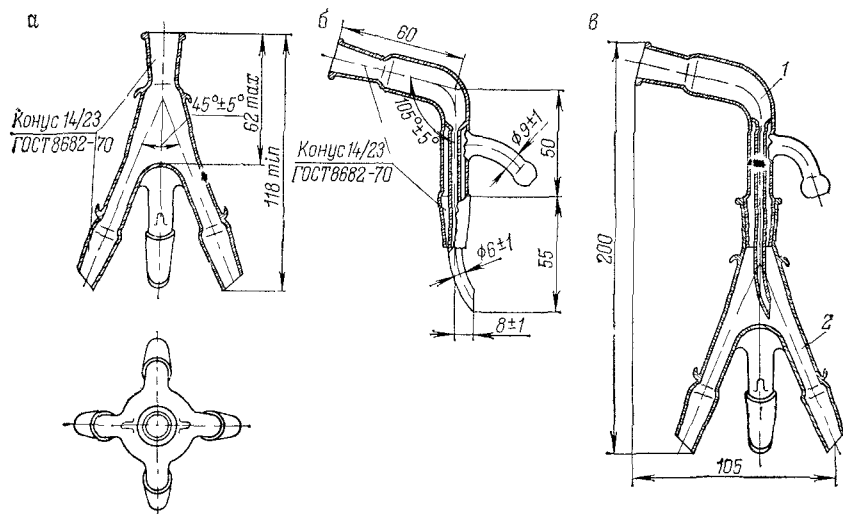


Рис. 9. Алонж в комплекте с «пауком» типа АКП:

а — «паук»; б — алонж, в — алонж и «паук» в собранном виде

Таблица 25. Основные размеры (в мм) алонжа изогнутого типа АИ

l	l_1	Обозначение конусов муфты по ГОСТ 8582-70
60	60	14/23
60	75	19/26
67	75	19/26
75	100	29/32

Таблица 26. Основные размеры (в мм) алонжа изогнутого с отводом типа АИО

l	l_1	d (предельное отклонение ± 1)	Обозначение конусов по ГОСТ 8582-70	
			керн	муфты
60	50	6	14/23	14/23
			19/26	
65	65	9	29/32	19/26
67	50	6	19/26	14/23
75	65	9	29/32	29/32

Таблица 27. Основные размеры (в мм) алонжа прямого с отводом типа АО

H		h	d (предельное отклонение ± 1)	Обозначение конусов по ГОСТ 8582-70	
номинальное	предельное отклонение			керн	муфты
90	± 3	55	6	14/23	14/23
125	± 5	75	9	29/32	29/32

Условные обозначения алонжей:

типа АИ с взаимозаменяемым конусом муфты 19/26, с длиной алонжа 60 мм из термически стойкого стекла группы ТС — алонж АИ—19/26—60 ТС ГОСТ 25336—82;

типа АИО с взаимозаменяемыми конусами керн 19/26 и муфты 14/23 с длиной алонжа 60 мм из термически стойкого стекла группы ТС — алонж АИО—19/26—14/23—60 ГОСТ 25336—82;

типа АО с взаимозаменяемыми конусами керна 14/23 и муфты 14/23 из термически стойкого стекла группы ТС — алонж АО—14/23—14/23 ТС ГОСТ 25336—82;

«паук» типа АП с взаимозаменяемыми конусами керна 14/23 и муфты 14/23 из термически стойкого стекла группы ТС — алонж АП—14/23—14/23 ТС ГОСТ 25336—82;

в комплекте с «пауком» типа АКП с взаимозаменяемыми конусами керна 14/23 и муфты 14/23 из термически стойкого стекла группы ТС — комплект АКП—14/23—14/23 ТС ГОСТ 25336—82;

типа АКП с взаимозаменяемыми конусами керна 14/23 и муфты 14/23 из термически стойкого стекла группы ТС — алонж АКП—14/23—14/23 ТС ГОСТ 25336—82;

«паук» типа АКП с взаимозаменяемыми конусами керна 14/23 и муфты 14/23 из термически стойкого стекла группы ТС — «паук» АКП—14/23—14/23 ТС ГОСТ 25336—82.

Затворы

Затворы (рис. 10) изготавливают следующих типов: ЗВ — затворы высокие (табл. 28); ЗН — затворы низкие (табл. 29).

Условные обозначения затворов:

типа ЗВ с взаимозаменяемым конусом керна 19/26 из термически стойкого стекла группы ТС — затвор ЗВ—19/26 ТС ГОСТ 25336—82;

типа ЗН с взаимозаменяемым конусом керна 29/32 из термически стойкого стекла группы ТС — затвор ЗН—29/32 ТС ГОСТ 25336—82.

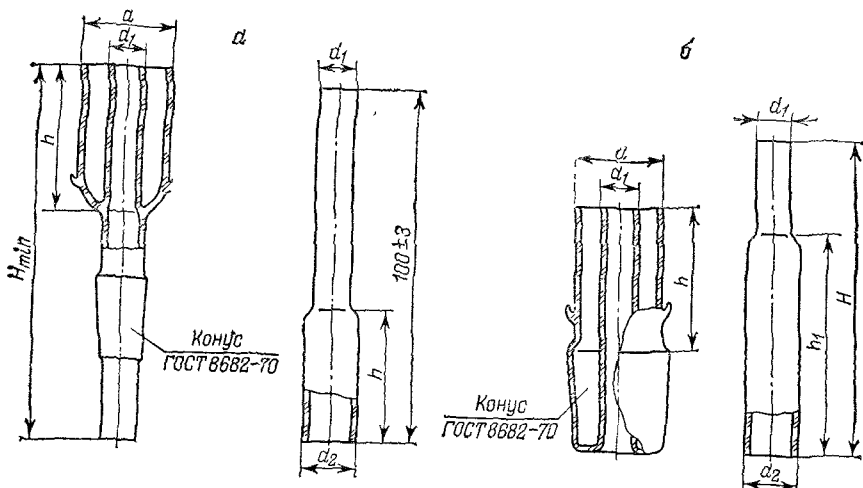


Рис. 10. Затворы:
а — высокие типа ЗВ; б — низкие типа ЗН

Таблица 28. Основные размеры (в мм) затвора высокого типа ЗВ

H, не менее	h (предельное отклонение ±3)	d		d ₁	d ₂	Обозначение конусов керна по ГОСТ 8682—70
		номиналь- ное	предельное отклонение			
95	40	25	±2	10	15	14/23
130	60	40		14	27	19/26
140	65			15	28	29/32
155	70	45	±3	17	30	45/40

Таблица 29. Основные размеры (в мм) затвора низкого типа ЗН

H (предель- ное отклоне- ние ±3)	h		h ₁ (пре- дельное откло- нение ±3)	d (пре- дельное откло- нение ±2)	d ₁ (пре- дельное откло- нение ±1)	d ₂		Обозна- чение конусов керна по ГОСТ 8682—70
	номи- нальное	предель- ное откло- нение				номи- нальное	пре- дельное откло- нение	
90	40	±2	70	25	10	15	±1	29/32
100	50	±3	90	40	15	30	±2	45/40

Насадки

Насадки (рис. 11) изготавливают следующих типов: Н1 — насадки с одной горловиной (табл. 30); Н2 — насадки с двумя горловинами (табл. 31).

Условные обозначения насадок:

типа Н1 с взаимозаменяемыми конусами керна насадки 19/26, муфты насадки 14/23 и керна отводной трубки 14/23

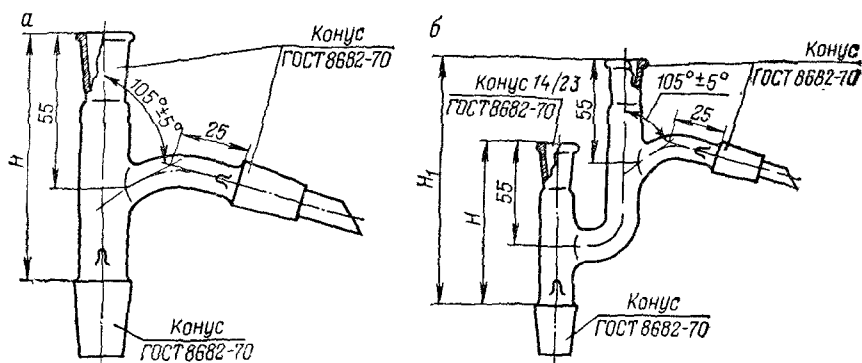
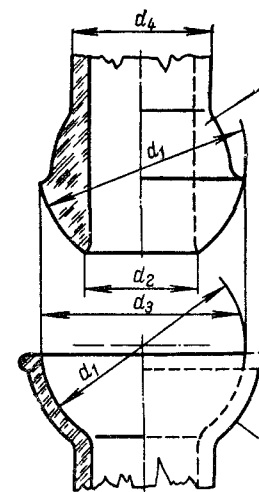


Рис. 11. Насадки:
а — с одной горловиной типа Н1; б — с двумя горловинами типа Н2

Таблица 30 Основные размеры (в мм) насадки с одной горловиной типа Н1

Н (предельное отклонение ±5)	Обозначение конусов по ГОСТ 8682—70	
	керн насадки	муфты насадки и керн отводной трубки
86	14/23	14/23
88	19/26	
87	29/32	

Рис. 12. Шлиф сферический:
1 — шар; 2 — чашка



ратах производится быстрее и легче. Сферические шлифы широко применяют как в СССР, так и за рубежом.

Шлифы сферические взаимозаменяемые (рис. 12) изготавливают согласно ГОСТ 9737—70, который соответствует СТ СЭВ 4022—83 (табл. 32).

Условное обозначение сферического шлифа (S) с диаметром сферы 7,144 мм: S7 ГОСТ 9737—70. Для проверки размеров готовых чашек шлифов применяют стальные шары.

Размеры диаметров и предельные отклонения стальных шаров должны соответствовать указанным в табл. 33.

Проверку размеров шлифов проводят следующим методом: на внутреннюю часть чашки шлифа наносят графитовым карандашом узкую полосу и увлажняют ее, затем в чашку вкладывают стальной шар и начинают его вращать. Шар должен

Таблица 31. Основные размеры (в мм) насадки с двумя горловинами типа Н2

Н	Н ₁	Обозначение конусов по ГОСТ 8682—70	
		керн насадки	муфты и керн отводной трубки
предельное отклонение ±5			
86	131	14/23	14/23
88	133	19/26	
87	137	29/32	

из термически стойкого стекла группы ТС — насадка Н1—19/26—14/23—14/23 ТС ГОСТ 25336—82;

типа Н2 с взаимозаменяемыми конусами керн насадки 19/26, муфты и керн отводной трубки 14/23, из термически стойкого стекла группы ТС — насадка Н2—19/26—14/23 ТС ГОСТ 25336—82.

§ 6. ШЛИФЫ СФЕРИЧЕСКИЕ, ПЛОСКИЕ, ЦИЛИНДРИЧЕСКИЕ

Шлифы сферические взаимозаменяемые

Сборка узлов из стекла на конусных соединениях придает жесткость всей конструкции, что особенно неблагоприятно сказывается в крупногабаритных приборах и аппаратах, где малейшее отклонение детали может привести к ее поломке. Эти конструктивные недостатки конусных соединений исключены у сферических шлифов. Сферический шлиф никогда не заклинивается и не «заедает». Соединения на сферических шлифах (шар — чашка) представляют собой гибкие шарниры, позволяющие поворачиваться деталям на угол до 20°. Плотность, являющаяся существенным фактором соединительных элементов, у сферических шлифов больше, чем у конусных, даже при изгибе до 15°. Благодаря взаимозаменяемости сферических шлифов смена отдельных узлов и деталей в приборах и аппа-

Таблица 32. Шлифы сферические взаимозаменяемые по ГОСТ 9737—70

Обозначение шлифа	Диаметр сферы d ₁ , мм		d ₂ , мм, не более	d ₃ , мм, не менее	d ₄ , мм, не более	
	номинальное	предельное отклонение				
		для шара				для чашки
S 7	7,144		2,0	6,9	4,5	
S13к	12,700		2,0	12,5	9,0	
S13	12,700		7,0	12,5	9,0	
S19	19,050		12,5	18,7	14,0	
S29	28,575	+0 -0,025	+0,025 -0	19,0	28,0	22,0
S35	34,925		27,5	34,3	30,0	
S38	38,100		28,0	37,8	32,0	
S41	41,275		30,0	40,5	34,0	
S51	50,800		36,0	50,0	43,0	
S64	63,500	+0 -0,035	+0,035 -0	47,0	62,5	53,0
S76	76,200	+0 -0,040	+0,040 -0	58,0	75,0	64,0
S102	101,600	+0 -0,050	+0,050 -0	84,0	100,0	85,0

Примечание. Шлиф S13к — с капиллярной трубкой.

Таблица 33. Диаметры стальных шаров и предельные отклонения по ГОСТ 9737—70

Обозначение шлифа	Диаметр, мм	
	номинальное	предельное отклонение
S 7	7,144	+0,003 -0
S13к S13	12,700	+0,005 -0
S19	19,050	
S29	28,575	+0,008 -0
S35	34,925	
S38	38,100	+0,010 -0
S41	41,275	
S51	50,800	
S64	63,500	+0,010 -0
S76	76,200	+0,013 -0
S102	101,600	+0,015 -0

растереть краску по всей окружности шлифа равномерно в виде непрерывной полосы. Размеры шаров проверяют при помощи чашек шлифов одного и того же размера, выдерживающих указанную выше проверку.

Герметичность шлифов проверяют на той же установке, что и конусы (см. рис. 3), но с той разницей, что кран установки закрывают через 30 с и повторяют измерение через 1 мин. Шлифы должны быть герметичны. При начальном разряжении 50,54 кПа (380 мм рт. ст.) снижение вакуума в течение 1 мин и разность между показаниями манометра должны быть не более: для шлифов S7,5; S13к и S13 — 0,93 кПа (7 мм рт. ст.), для остальных шлифов — 2,0 кПа (15 мм рт. ст.).

Шлифы плоские

Плоские шлифы применяют в эксикаторах, колоколах, ротационных и циркуляционных выпарных аппаратах, пленочных роторных испарителях и других приборах. Хорошо отшлифованные и притертые поверхности шлифов (с тонким слоем смазки

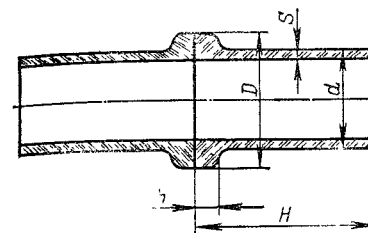


Рис. 13. Шлиф плоский

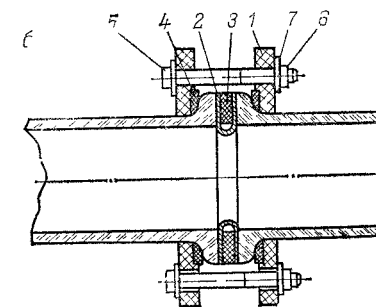
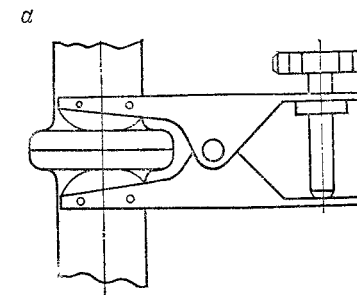


Рис. 14. Зажим (а) и фланец (б):

1 — фланец; 2 — манжета из фторопласта; 3, 4 — прокладки резиновые; 5 — болт; 6 — гайка; 7 — шайба

или без нее) обеспечивают достаточную герметичность. Большое распространение в лабораторном приборостроении получили плоские шлифы диаметром от 14 до 130 мм (рис. 13, табл. 34).

Плоские шлифы изготавливают из трубки стеклодувным способом с помощью пресса ручной штамповки, шлифы больших размеров — на специальных станках или из стекломассы различными методами.

Крепление плоских шлифов осуществляют зажимами (рис. 14, а) или специальными фланцами (рис. 14, б).

Таблица 34. Основные размеры плоских шлифов (в мм)

D	d	s	h
14±1	7...9	1,3...1,7	6±1
20±1	14...15	1,4...1,7	6±1
24±2	16...18	1,7...2,2	6±1
32±2	25...26	1,7...2,2	7±1
42±2	30...32	1,7...2,2	7±1
46±2	34...36	1,5...2,0	7±1
90±3	59...63	1,5...2,5	8±1
110±3	69...73	1,5...2,5	8±1
130±3	98...102	2...3	8±1

Шлифы цилиндрические

Цилиндрические шлифы получили широкое распространение. Муфта и втулка в них имеют форму цилиндра. Возможность поступательного и вращательного движения позволяет использовать эти шлифы в герметических приборах, аппаратах, мешалках, насосах, шприцах.

Муфту изготавливают методом вакуумной калибровки (моллированием) из стеклянной трубки, втулку — шлифованием, а иногда и вакуумной калибровкой. Цилиндрические муфты применяют также в роторных испарителях, ректификационных установках и других приборах и аппаратах, в которых в качестве втулки используют валы различных конфигураций. Муфты изготавливают диаметром до 100 мм и длиной свыше 1000 мм.

§ 7. КРАНЫ

Краны соединительные

Соединительные краны различной формы и размеров широко используют в приборах и аппаратах. Стандартные краны согласно ГОСТ 7995—80 (стандарт соответствует рекомендациям СЭВ по стандартизации РС 5499—76) выпускают следующих типов: К1Х — одноходовые с индивидуальной шлифовкой (рис. 15, табл. 35); К1ХКШ — одноходовые с взаимозаменяемыми конусами; К2Х — двухходовые с индивидуальной шлифовкой (рис. 16, табл. 36); К3Х — трехходовые с индивидуальной шлифовкой (рис. 17, табл. 37); КС — серповидные с индивидуальной шлифовкой (рис. 18, табл. 38); КБ — бюреточные с индивидуальной шлифовкой (рис. 19, табл. 39). Краны типов К1Х, К1ХКШ, К2Х, К3Х, КС изготавливают следующих исполнений: 1 — с тонкостенными боковыми трубками; 2 — с толстостенными боковыми трубками. Краны КБ изготавливают следующих исполнений: 1 — с прямым проходным отверстием; 2 — с боковым проходным отверстием.

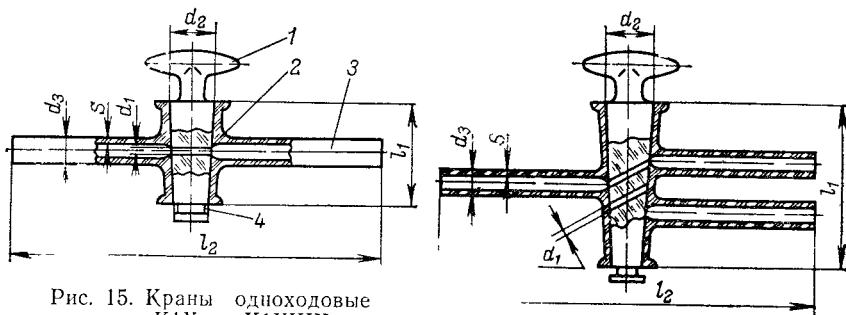


Рис. 15. Краны одноходовые типов К1Х и К1ХКШ:

1 — пробка, 2 — муфта, 3 — отводная трубка, 4 — резиновое кольцо

Рис. 16. Краны двухходовые типа К2Х

Таблица 35. Основные размеры одноходовых кранов (в мм)

d_1		d_2		d_3		l_1		l_2 , не более	S, не менее, для исполнений		
номинальное	предельное отклонение	номинальное	предельное отклонение	номинальное	предельное отклонение	номинальное	предельное отклонение		1	2	
1,6	$\pm 0,3$	7,0	$\pm 1,0$	5,5	$\pm 0,5$	22	$\pm 1,0$	215	1,2	1,3	
		10,0		25							
		12,5		28 30							
2,5	$\pm 0,5$	14,5		7,0	$\pm 1,5$	32	$\pm 1,5$	265	1,3	2,0	
4,0	$\pm 0,4$	18,8		10,0		40					$\pm 2,0$
6,3	$\pm 0,5$	24,0		15		44 50					58
8,0		29,0		52	330	1,8					
10,0	$\pm 1,0$										

Условные обозначения кранов:

одноходового с индивидуальной шлифовкой, тонкостенными боковыми трубками, длиной муфты 28 мм и проходным отверстием 1,6 мм — кран К1Х—1—28—1,6 ГОСТ 7995—80;

одноходового с взаимозаменяемыми конусами, толстостенными боковыми трубками, длиной муфты 32 мм и проходным отверстием 2,5 мм — кран К1ХКШ—2—32—2,5 ГОСТ 7995—80;

двухходового с тонкостенными боковыми трубками, длиной муфты 50 мм и проходным отверстием 2,5 мм — кран К2Х—1—50—2,5 ГОСТ 7995—80;

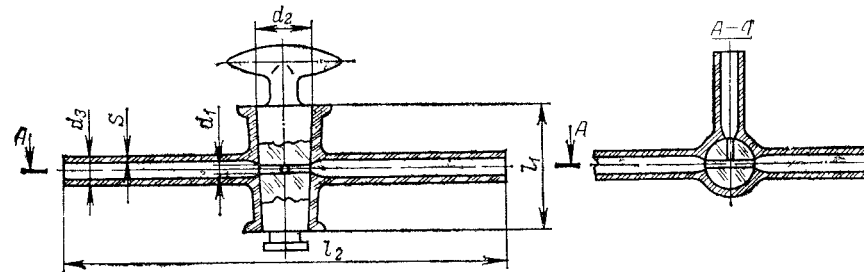


Рис. 17. Краны трехходовые типа К3Х

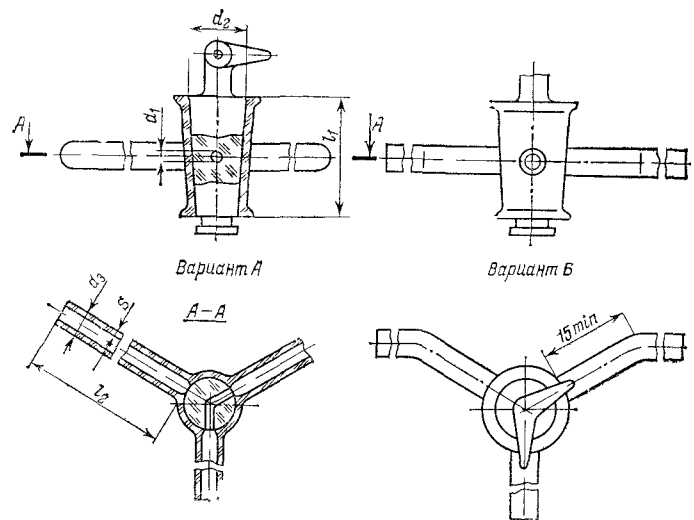


Рис. 18. Краны серповидные типа КС

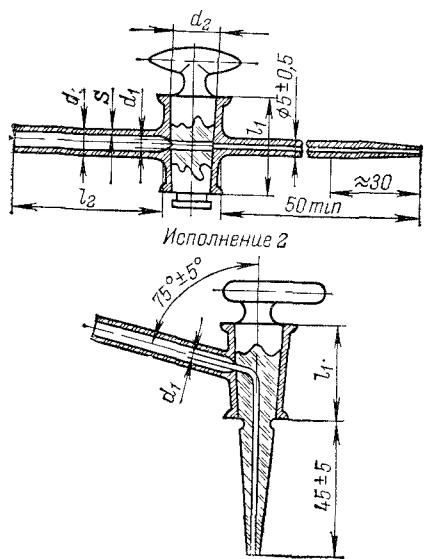


Рис. 19. Краны бюреточные типа КБ

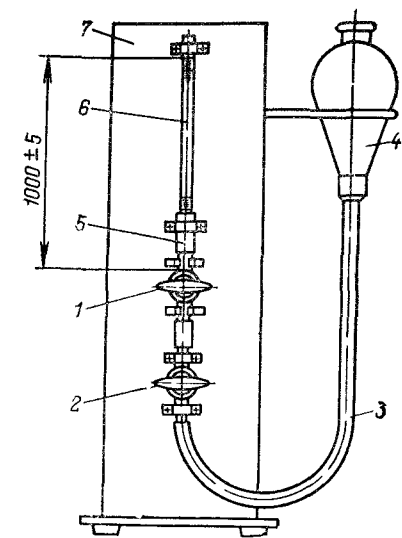


Рис. 20. Схема проверки кранов на герметичность:
1 — испытуемый кран, 2 — одноходовой кран, 3, 5 — резиновые трубки; 4 — уравнительный сосуд; 6 — пипетка вместимостью от 0 до 2 мл с ценой деления 0,02 мл по ГОСТ 20292-74; 7 — подставка

Таблица 36. Основные размеры двухходовых кранов (в мм)

d_1		d_2		d_3		l_1		l_2 , не более	S , не менее, для исполнений	
номинальное	предельное отклонение	номинальное	предельное отклонение	номинальное	предельное отклонение	номинальное	предельное отклонение		1	2
1,6	$\pm 0,3$	12,5	$\pm 1,0$	5,5	$\pm 0,5$	40	$\pm 1,0$	215	1,2	1,5
2,5	$\pm 0,5$	14,5		7,0		44	$\pm 1,5$			
4,0	$\pm 0,4$	18,8			$\pm 1,5$	50	$\pm 2,0$	265	1,3	2,0
6,3	$\pm 0,5$	24,0		10		55				
						60				

Таблица 37. Основные размеры трехходовых кранов (в мм)

d_1		d_2		d_3		l_1		l_2 , не более	S , не менее, для исполнений		
номинальное	предельное отклонение	номинальное	предельное отклонение	номинальное	предельное отклонение	номинальное	предельное отклонение		1	2	
1,6	$\pm 0,3$	12,5	$\pm 1,0$	7,0	$\pm 1,5$	30	$\pm 1,0$	215	1,2	1,5	
2,5	$\pm 0,5$	14,5				32					
4,0	$\pm 0,4$	18,8				40	$\pm 1,5$	265	$\pm 2,0$	1,3	2,0
6,3	$\pm 0,5$	24,0				44					
8,0	$\pm 0,5$	29,2				50					
10,0	$\pm 1,0$		10,0			48					
						52					
						58		330	1,6		

Таблица 38 Основные размеры серповидных кранов (в мм)

d ₁		d ₂		d ₃		l ₁		l ₂ , не более	S, не менее, для исполнений	
номинальное	предельное отклонение	номинальное	предельное отклонение	номинальное	предельное отклонение	номинальное	предельное отклонение		1	2
1,6	±0,3	12,5	±1,0	7,0	±1,5	30	±1,0	100	1,2	1,5
2,5	±0,5	14,5				32				
4,0	±0,4	18,8				40	±1,5			
		24,0	44	±2,0	120	1,3				
6,3	±0,5	10,0	50							
8,0			48							
10,0	±1,0	29,2	15,0	52	58	150	1,6			

Таблица 39. Основные размеры бюреточных кранов (в мм)

d ₁		d ₂		d ₃		l ₁		l ₂ , не более	S, не менее
номинальное	предельное отклонение	номинальное	предельное отклонение	номинальное	предельное отклонение	номинальное	предельное отклонение		
1,6	±0,3	12,5	±1,0	7,0	±1,5	28	±1,0	100	1,2
2,5	±0,5	14,5				30			
			32						

трехходового с тонкостенными боковыми трубками, длиной муфты 32 мм и проходным отверстием 2,5 мм — кран КЗХ—1—32—2,5 ГОСТ 7995—80;

серповидного с тонкостенными боковыми трубками, длиной муфты 32 мм, проходным отверстием 1,6 мм, варианта Б — кран КС — 1Б — 32 — 1,6 ГОСТ 7995—80;

бюреточного с боковым проходным отверстием диаметром 1,6 мм и длиной муфты 30 мм — кран КБ—2—30—1,6 ГОСТ 7995—80.

Краны должны изготавливаться в соответствии с ГОСТ 7995—80 и отвечать следующим техническим требованиям: конусность пробки и муфты кранов К1Х, К1ХКШ должны соот-

ветствовать ГОСТ 8682—70; конусность пробки и муфты кранов типов К1Х, К2Х, К3Х, КС и КБ должна приближаться к 1 : 10; пробка крана должна быть укрепена так, чтобы устранялось ее продольное перемещение в муфте; на конце пробки должна быть кольцевая канавка для резинового кольца, укрепляющего пробку в муфте; краны должны быть герметичными; краны, кроме бюреточных, в закрытом положении не должны пропускать более 0,01 мл/мин дистиллированной воды; бюреточные краны не должны допускать снижения уровня воды в течение 20 мин более 1-го деления шкалы — для бюреток 1-го класса точности и более 2-х делений шкалы — для бюреток 2-го класса точности по ГОСТ 20292—74; пробки всех размеров должны быть массивными; пробки с проходными отверстиями 6, 8 и 10 мм допускается изготавливать полыми, у полых пробок проходное отверстие следует выполнять в виде стеклянной трубки.

Герметичность кранов проверяют по схеме, указанной на рис. 20, следующим образом. Поверхность пробки и муфты тщательно обезжиривают и смачивают дистиллированной водой. Кран укрепляют в закрытом положении между пипеткой и уравнительным сосудом, затем плотно соединяют с помощью резиновой трубки. Уравнительный сосуд заполняют дистиллированной водой. Поднимая уравнильный сосуд и открывая краны 1 и 2, заполняют водой пипетку на несколько миллиметров выше отметки «0». Затем краны 1 и 2 закрывают и отсоединяют трубку ниже крана 1, после чего непрерывно наблюдают снижение мениска воды в пипетке. Когда мениск дойдет до уровня отметки «0», следует записать время. Через 30 мин проводят отсчет уровня воды по шкале пипетки в миллилитрах. Двухходовые и трехходовые краны следует испытывать во всех возможных положениях.

Для определения герметичности крана отсчитанный уровень воды делят на 30 и получают значение герметичности в миллилитрах в 1 мин.

Бюреточные краны испытывают по схеме, указанной на рис. 20, с применением бюретки, укрепленной в вертикальном положении.

Краны вакуумные конусные

Вакуумные краны применяют в различных вакуумных установках, приборах, аппаратах для соединения или разобщения отдельных частей вакуумной системы. Краны, впаянные в систему и смазанные вакуумной смазкой, при постоянной работе диффузионного насоса позволяют получать вакуум до 0,0133 Па (10⁻⁵ мм рт. ст.).

Краны могут иметь различную форму (рис. 21). Пробка крана может быть сплошной или полый. Если пробка сплошная, то соединительное отверстие просверливается в ее теле. Полая

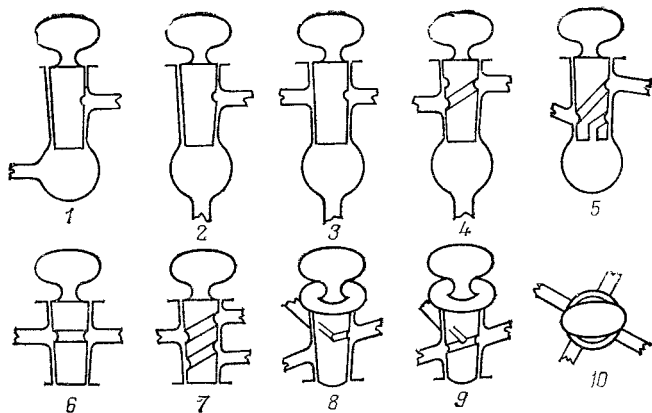


Рис. 21. Краны вакуумные конусные:

1, 2, 5, 6 — одноходовые; 3, 4, 7 — двухходовые; 8, 9 — трехходовые;
10 — четырехходовой

пробка изготавливается из трубки, в стенке которой делается отверстие, или же внутрь пробки впаивается соединительная трубка. Во избежание ошибок при работе симметричные ручки пробок крана маркируют краской со стороны, противоположной отверстию, или же на ручке пробки делают хорошо заметный шлиц. Отверстие в пробке крана не должно быть больше отверстия в подсоединительных трубках, иначе в теле пробки об-

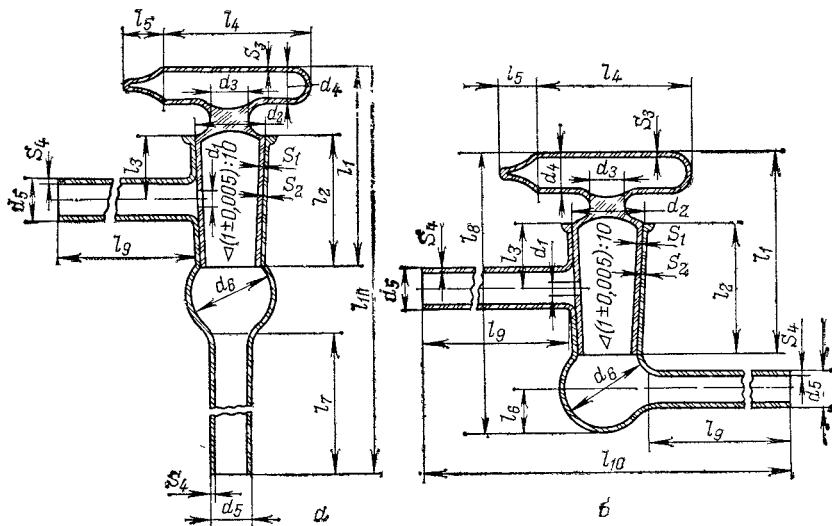
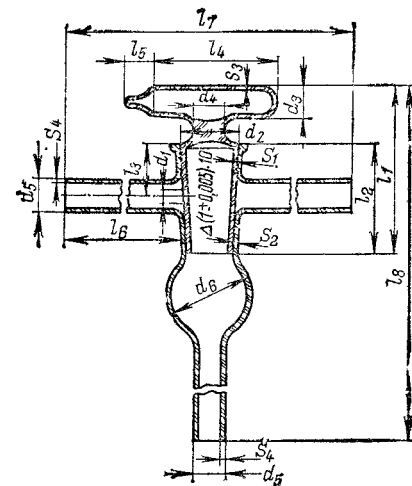


Рис. 22. Краны вакуумные одноходовые:

а — с отводами под прямым углом; б — с параллельными отводами

Рис. 23. Кран вакуумный двухходовой



разуются внутренние карманы, в которых скапливаются вакуумная смазка и грязь, что может привести к течи крана.

За рубежом стандартные краны изготавливают с отверстиями в пробке от 1 до 35 мм с конусностью 1:10 и 1:5. Более надежна конструкция кранов, в которой корпус закрыт со стороны нижней части. При такой конструкции атмосферное давление действует только на верхнюю часть пробки и плотнее прижимает ее к корпусу.

На рис. 22, 23 и в табл. 40, 41 указаны основные размеры одноходовых и двухходовых кранов.

Краны с фторопластовыми (тефлоновыми) пробками

Краны с фторопластовыми пробками (рис. 24) применяют в бюретках, делительных воронках, приборах и аппаратах в тех случаях, когда работу проводят с агрессивными реагентами и применение смазки недопустимо. Их изготавливают с конусностью 1:10 и 1:5 одно-, двух- и трехходовые. Краны соответствуют требованиям ГОСТ 7995—80 «Краны соединительные стеклянные». Такие краны обладают достаточной прочностью, устойчивы к воздействию агрессивных реагентов, не требуют смазки, так как фторопластовая масса действует сама как смазка. Работают они без рывков и заеданий.

Краны плоские

Плоские краны применяют в приборах, аппаратах, бюретках, воронках. На рис. 25 показан общий вид плоского четырехходового крана. Плоский трехходовой кран (рис. 26) состоит из двух прессованных дисков с притертой рабочей поверхностью. Нижний диск — корпус крана — имеет отверстие в центре для прохода винта и канавки-углубления, необходимые для направления потока жидкости или газа. Верхний распределительный диск (крышка) — ручка поворота крана. Корпус и распределительный диск соединяются между собой при помощи оси-винта,

Таблица 40. Основные размеры одноходовых вакуумных конусных кранов (в мм)

номинальное пределное отклонение	d_1	$d_2 \pm 0,1$	d_3, d_4		d_5		$d_6 \pm 2,0$	$S_1 \pm 0,5$	$S_2 \pm 0,5$	$S_3 \pm 0,5$	S_4		l_1		
			номинальное	пределное отклонение	номинальное	пределное отклонение					номинальное	пределное отклонение	номинальное	пределное отклонение	номинальное
5	$\pm 0,5$	24	12		12		30		2,0			1,5	$\pm 0,2$	67	
10		29	12		17		35					1,8	$\pm 0,3$	70	$\pm 5,0$
15	$\pm 1,0$	34,5	17	$\pm 1,0$	23	$\pm 1,0$	42	2,0	2,5	2,0		1,8	$\pm 0,3$	90	
20		15	26		26		55		2,5			2,5	$\pm 0,5$	120	
25	$\pm 2,0$	60	30		35		70		3,0			2,5	$\pm 0,5$	145	$\pm 10,0$
30		70	40	$\pm 2,0$	40	$\pm 2,0$	80	2,5	3,0	2,0	2,5	$\pm 0,5$		170	

Продолжение табл. 40

d_1	l_2		l_3		$l_4 \pm 5,0$	$l_5 \pm 2,0$	$l_6 \pm 1,0$	l_7, l_9		l_8		l_{10}	
	номинальное	пределное отклонение	номинальное	пределное отклонение				номинальное	пределное отклонение	номинальное	пределное отклонение	номинальное	пределное отклонение
5	44		22		55		13	120	$\pm 0,5$	87		270	
10	50	$\pm 2,0$	25	$\pm 1,0$						100	$\pm 7,0$	275	$\pm 12,0$
15	62		31		70	10	16			122		342	
20	80	$\pm 3,0$	40	$\pm 1,5$	90		21	150	$\pm 10,0$	160		355	$\pm 22,0$
25	100		50		115		27			195	$\pm 12,0$	471	
30	115	$\pm 4,0$	58	$\pm 2,0$	130	15	30	200		225		482	

Таблица 41 Основные размеры двухходовых вакуумных конусных кранов (в мм)

номинальное пределное отклонение	d_1	$d_2 \pm 0,1$	d_3, d_4		d_5		$d_6 \pm 2,0$	$S_1 \pm 0,5$	$S_2 \pm 0,5$	$S_3 \pm 0,5$	S_4		l_1		
			номинальное	пределное отклонение	номинальное	пределное отклонение					номинальное	пределное отклонение	номинальное	пределное отклонение	
5		29	12		12		35		2,0			1,5	$\pm 0,2$	70	
10	$\pm 1,0$	34,5	17	$\pm 1,0$	17		42	2	2,5			1,8	$\pm 0,3$	90	± 5
15		45	26		23	$\pm 1,0$	55		2,5	2		1,8	$\pm 0,3$	120	
20					26										
25	$\pm 2,0$	60	30	$\pm 2,0$	35		70	2,5	3,0			2,5	$\pm 0,5$	145	$\pm 10,0$
30		70	40		40	$\pm 2,0$	80		3,0	2,0				170	

Продолжение табл. 41

d_1	l_2		l_3		$l_4 \pm 5,0$	l_5		$l_6 \pm 10,0$	$l_7 \pm 22,0$	l_8	
	номинальное	пределное отклонение	номинальное	пределное отклонение		номинальное	пределное отклонение			номинальное	пределное отклонение
5	50		25		55			120	270	190	
10	62	$\pm 2,0$	31	$\pm 1,0$	70		$\pm 1,0$		335	240	$\pm 15,0$
15	80		40		90	10		150	340	270	
20		$\pm 3,0$		$\pm 1,5$							
25	100		50		115		$\pm 2,0$	200	455	345	$\pm 20,0$
30	115	$\pm 4,0$	58	$\pm 2,0$	135	15			465	370	

Краны вакуумные плоские

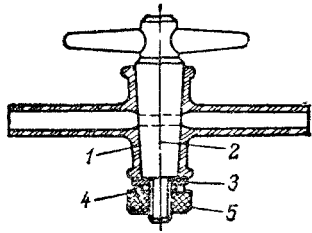


Рис. 24. Кран с фторопластовой пробкой:
1 — муфта; 2 — пробка; 3 — шайба;
4 — кольцо; 5 — гайка

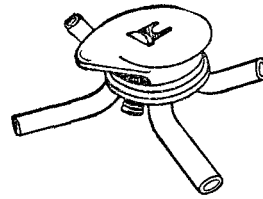


Рис. 25. Общий вид плоского крана (четырёхходового)

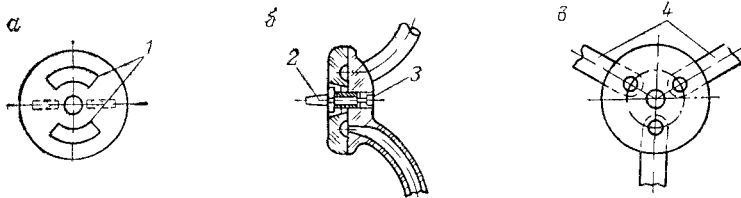


Рис. 26. Кран плоский трехходовой:
а — нижняя часть крана; б — кран в сборе (разрез); в — верхняя часть крана
1 — канавка; 2 — ручка крана; 3 — винт с пружиной и защелкой; 4 — отводы

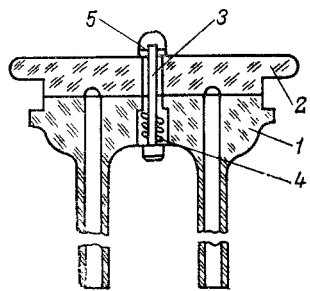


Рис. 27. Кран вакуумный плоский:
1 — корпус крана; 2 — верхний диск; 3 — ось; 4 — пружина;
5 — защелка

пружины и защелки, благодаря чему кран легко разбирается и собирается. Кран может работать без смазки, так как его поверхность хорошо притерта. Направление потока жидкости или газа регулируется и изменяется при повороте распределительного диска и совмещении нужных отверстий в корпусе крана.

Плоские краны соответствуют требованиям ГОСТ 7995—80 «Краны соединительные стеклянные». Они надежны в эксплуатации, взаимозаменяемы, работают без смазки, просты в изготовлении. Подобные краны выпускают за рубежом и в нашей стране.

Вакуумные плоские, или, как их называют, фланцевые, краны в последнее время получили широкое распространение. Кран (рис. 27) состоит из двух стеклянных дисков, тщательно притертых друг к другу. Нижний диск 1 — корпус крана с припаянными трубками, верхний диск 2 — ручка поворота крана. Оба диска соединяются между собой с помощью оси 3, пружины 4 и защелки 5. В верхнем диске имеются канавки, расположенные по окружности. С помощью поворота верхнего диска можно регулировать проходное отверстие в нижнем диске.

Краны удобны в работе, просты в изготовлении, могут работать без смазки и не заклиниваются. Они позволяют получать вакуум до 0,0133 Па (10^{-5} мм рт. ст.).

Отечественная промышленность выпускает одно-, двух- и трехходовые краны с проходным отверстием до 5 мм.

Глава 3

ПОСУДА И ОБОРУДОВАНИЕ ЛАБОРАТОРНЫЕ

§ 8. ПРОБИРКИ

Пробирки предназначены для проведения лабораторных работ. Они бывают различной формы, высоты и диаметра. В соответствии с ГОСТ 25336—82 пробирки выпускают следующих типов: П1 — цилиндрические с развернутым краем; П2 — цилиндрические; П2Т — цилиндрические толстостенные; П3 — остродонные; П4 — с взаимозаменяемым конусом; П4О — с взаимозаменяемым конусом и отводом.

Основные параметры и размеры пробирок приведены на рис. 28 и в табл. 42—45.

Условные обозначения пробирок:

типа П1 диаметром 16 мм, высотой 150 мм из химически стойкого стекла группы ХС — пробирка П1—16—150 ХС ГОСТ 25336—82;

типа П2 диаметром 10 мм, высотой 90 мм из химически стойкого стекла группы ХС — пробирка П2—10—90 ХС ГОСТ 25336—82;

типа П3 номинальной вместимостью 5 мл из химически стойкого стекла группы ХС — пробирка П3—5 ХС ГОСТ 25336—82;

типа П4 номинальной вместимостью 5 мл с взаимозаменяемым конусом 14/23 из химически стойкого стекла группы ХС — пробирка П4—5—14/23 ХС ГОСТ 25336—82;

Таблица 42. Основные размеры (в мм) пробирок типов П1, П2, П2Т

Тип пробирки	Номинальная вместимость, мл	D		H (предельное отклонение ±5)	S, не менее
		номинальное	предельное отклонение		
П1	—	7	±0,5	40	0,8
		12	±1,0	60	
		14		120	
		16		150	
		21		200	1,0
		25	250		
		30			
				270	
П2	—	7	±0,5	60	1,0
		10	±1,0	90	
		14		100	
		16		150 180	1,2
		19		150	
		21		180	
	200				
П2Т	5	15	±1,0	55	1,3
	10	21		60	
	25	31		70	1,5
	50			115	2,0
	100			100	
	250			155	3,5

Таблица 43. Основные размеры (в мм) пробирок типа П3

Номинальная вместимость, мл	D (предельное отклонение ±1)	H (предельное отклонение ±5)	h, не менее	S, не менее
5	15	55	20	1,0
25	31	70	25	1,5
50		115		2,0
100	44	100		

Таблица 44. Основные размеры (в мм) пробирок типа П4

Номинальная вместимость, мл	H		Обозначение конусов по ГОСТ 8682-70
	номинальное	предельное отклонение	
1	40	±3	10/19
2	90	±5	14/23
5	110		10/19
10	150		14/23
15	180		
20	190		
25	210		
50	130	29/32	

§ 9. ВОРОНКИ

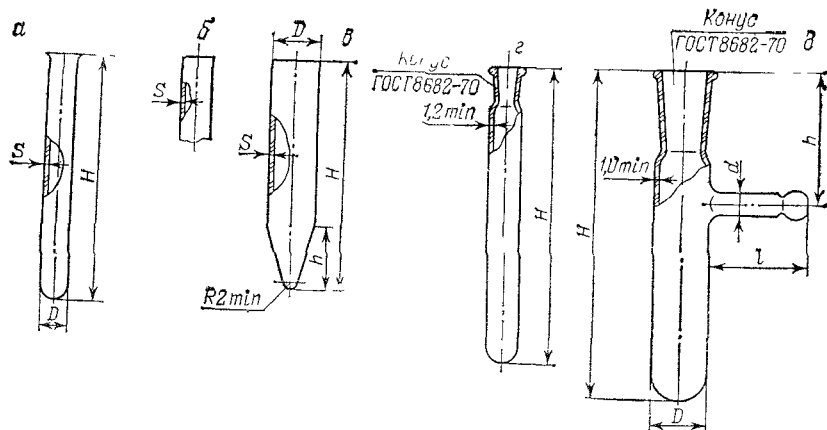


Рис. 28. Пробирки:

a — цилиндрические с развернутым краем типа П1; *б* — цилиндрические типа П2 и цилиндрические толстостенные типа П2Т; *в* — остродонные типа П3; *г* — с взаимозаменяемым конусом типа П4, *д* — с взаимозаменяемым конусом и отводом типа П4О

типа П4О с взаимозаменяемым конусом 14/23 диаметром 17 мм, высотой 80 мм из химически стойкого стекла группы ХС — пробирка П4О—17—80—14/23 ХС ГОСТ 25336—82.

Таблица 45. Основные размеры (в мм) пробирок типа П4О

<i>D</i>	<i>d</i>	<i>H</i> (предельное отклонение ±5)	<i>h</i>	<i>l</i>	Обозначение конусов по ГОСТ 8682-70
предельное отклонение ±1					
23	5	65	27	22	10/19
		80	32		
17	5	60	37	27	14/23
		80			
21	7	100	37	22	19/26
		80			
		100			
		150	12		

Воронки предназначены для проведения лабораторных работ. Они бывают различной формы и размеров. В соответствии с ГОСТ 25336—82 воронки выпускают следующих типов: В — лабораторные (рис. 29, табл. 46); ВД — делительные исполнения 1, 2, 3 (рис. 30, табл. 47, табл. 48); ВК — капельные (рис. 31, табл. 49); ВП — для порошков (рис. 32, *a*); ВПр — предохранительные (рис. 32, *б*); ВС — для сахарного производства (рис. 32, *в*); ВСП — для собирания паров (рис. 32, *г*); ВФ — для фильтрования исполнения 1, 2, 3 (рис. 33, табл. 50).

Пример условного обозначения воронки типа В диаметром 36 мм, высотой 80 мм из химически стойкого стекла группы ХС: воронка В—36—80 ХС ГОСТ 25336—82.

Условные обозначения воронок:

типа ВД исполнения 1 номинальной вместимостью 100 мл из химически стойкого стекла группы ХС — воронка ВД—1—100 ХС ГОСТ 25336—82.

типа ВД исполнения 2 номинальной вместимостью 250 мл из химически стойкого стекла группы ХС — воронка ВД—2—250 ХС ГОСТ 25336—82;

Таблица 46. Основные размеры (в мм) воронок типа В

<i>D</i>		<i>d</i>		<i>H</i>
номинальное	предельное отклонение	номинальное	предельное отклонение	
25	±3	6	±1	38
36	±5	7	±2	50
				80
56	±5	11	±2	80
75				110
				140
100	±10	14	±2	170
				150
150	±10	16	±3	200
200				230
		30		345

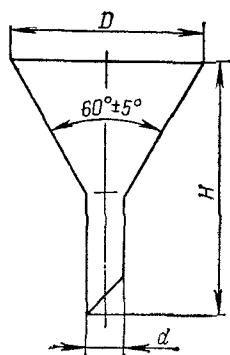


Рис. 29. Воронки лабораторные типа В

типа ВД исполнения 3 номинальной вместимостью 250 мл из химически стойкого стекла группы ХС — воронка ВД — 3 — 250 ХС ГОСТ 25336—82;

типа ВК номинальной вместимостью 50 мл из химически стойкого стекла группы ХС — воронка ВК — 50 ХС ГОСТ 25336—82;

типа ВП из химически стойкого стекла группы ХС — воронка ВП ХС ГОСТ 25336—82;

типа ВПр исполнения 1 из химически стойкого стекла группы ХС — воронка ВПр 1 ХС ГОСТ 25336—82;

типа ВС из химически стойкого стекла группы ХС — воронка ВС ХС ГОСТ 25336—82;

типа ВСП из химически стойкого стекла группы ХС — воронка ВСП ХС ГОСТ 25336—82;

типа ВФ исполнения 3 диаметром 100 мм из химически стойкого стекла группы ХС — воронка ВФ—3—100 ХС ГОСТ 25336—82.

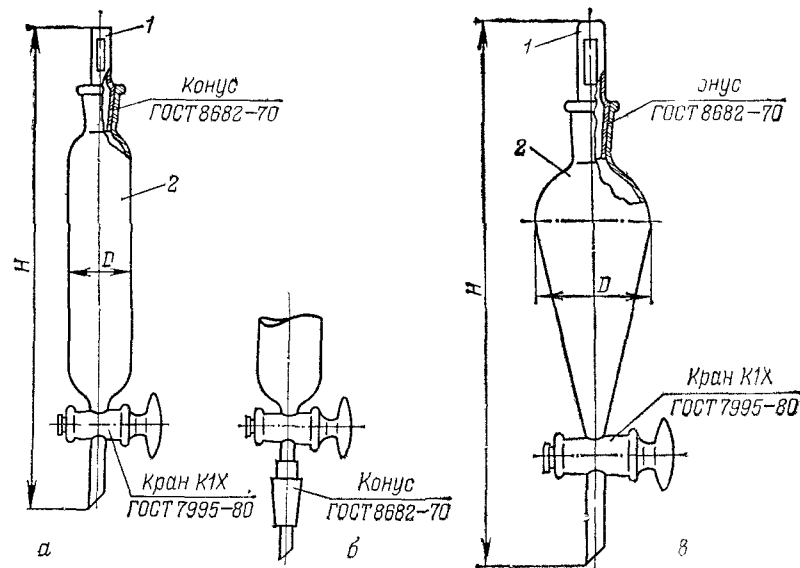


Рис. 30. Воронки делительные типа ВД:

а — исполнение 1; б — исполнение 2; в — исполнение 3 1 — пробка; 2 — воронка

Таблица 47. Основные размеры (в мм) делительных воронок типа ВД исполнений 1, 2

Номинальная вместимость, мл	D		H	Обозначение крана по ГОСТ 7995—80	Обозначение конусов по ГОСТ 8682—70	
	номинальное	предельное отклонение			горловины	стебля
10	18	±1	200	К1Х—1—28—1,6	14/23	14/23
25	24	±2	225			
50	30		245	К1Х—1—32—2,5	19/26	19/26
100	40	290				
250	50	±3	340	К1Х—1—40—4,0	29/32	—
500	65		390			
1000	83	±5	470			

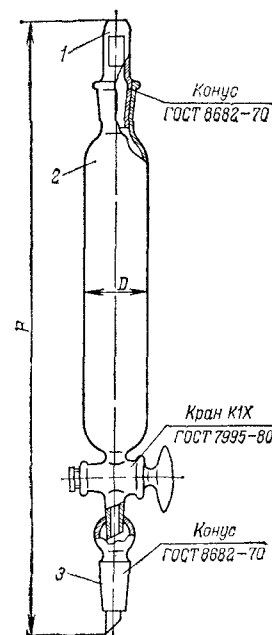


Рис. 31. Воронка капельная типа ВК:

1 — пробка; 2 — воронка; 3 — стержень

Таблица 48. Основные размеры (в мм) делительных воронок типа ВД исполнения 3

Номинальная емкость, мл	D		H	Обозначение крана по ГОСТ 7995-80	Обозначение конусов по ГОСТ 8682-70
	номинальное	предельное отклонение			
50	45	± 2	210	K1X-1-32-2,5	14/23
100	56	± 3	250		19/26
250	76		295	K1X-1-40-4,0	29/32
500	95	355			
1000	128	± 4	365		
2000	158	± 5	470	K1X-1-44-6,3	

Таблица 49. Основные размеры (в мм) воронок капельных типа ВК

Номинальная емкость, мл	D		H	Обозначение крана по ГОСТ 7995-80	Обозначение конусов по ГОСТ 8682-70	
	номинальное	предельное отклонение			горловины	стебля
10	18	± 1	255	K1X-1-28-1,6	14/23	14/23
25	24	± 2	280			
50	30		300	K1X-1-32-2,5	19/26	
100	40	345				
250	50	± 3	405	K1X-1-40-4,0	29/32	19/26
500	65		455			

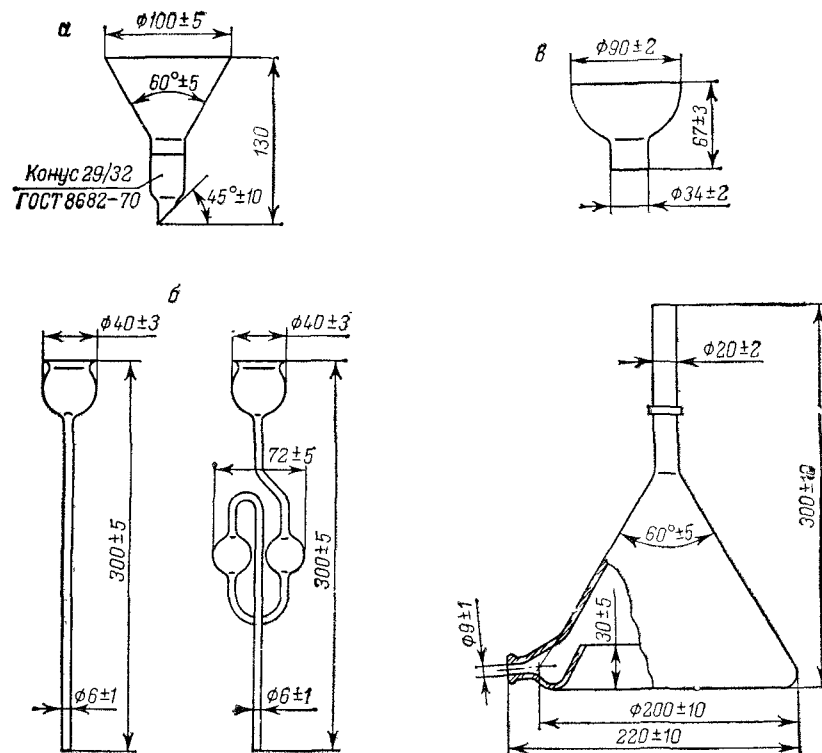


Рис. 32. Воронки специальные:

а — типа ВП для порошков; б — предохранительные типа ВПр (исполнение 1; исполнение 2); в — для сахарного производства типа ВС; г — для сбора паров типа ВСП

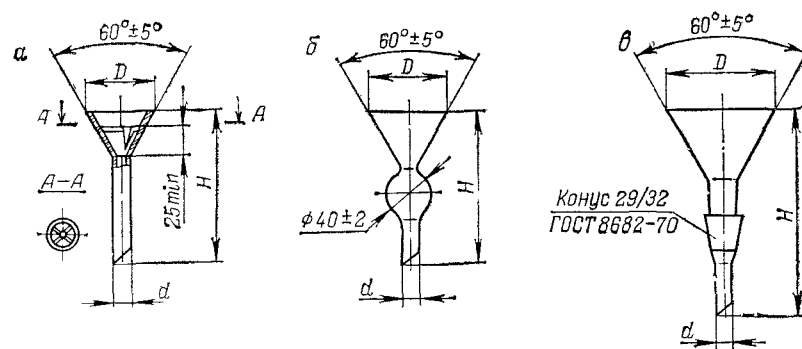


Рис. 33. Воронка для фильтрации типа ВФ:

а — исполнение 1; б — исполнение 2; в — исполнение 3

Таблица 50. Основные размеры (в мм) воронок капельных типа ВФ исполнения 1, 2, 3

Исполнение	D		d		H
	номинальное	предельное отклонение	номинальное	предельное отклонение	
1	56	±5	12	±2	140
	75				170
2	75	±10	10	±1	150
	110				212
3	100				200

§ 10. ТРУБКИ СОЕДИНИТЕЛЬНЫЕ И ХЛОРКАЛЬЦИЕВЫЕ

Трубки соединительные и хлоркальциевые предназначены для сбора различных лабораторных установок, приборов, аппаратов, оборудования и предохранения различных веществ и растворов от попадания в них примесей из воздуха. С помощью оливок и резиновых шлангов они соединяются с различными деталями и узлами изделий.

Трубки соединительные изготавливают следующих типов в соответствии с ГОСТ 25336—82 (рис. 34, табл. 51): ТС-Т — Т-образная; ТС-У — У-образная; ТС-В — вилкообразная; ТС-П — прямая с разными диаметрами.

Условные обозначения соединительных трубок типа ТС-Т диаметром 10 мм и ТС-П: трубка ТС-Т—10 ГОСТ 25336—82; трубка ТС-П ГОСТ 25336—82.

Таблица 51. Основные размеры (в мм) соединительных трубок типа ТС-Т, ТС-У, ТС-В

Тип трубок	D (предельное отклонение ±1)	L (предельное отклонение ±5)	l	
			предельное отклонение ±3	
ТС-Т	6	50	25	—
	10	75	40	—
	15	100	50	—
ТС-У	6	—	25	—
	10	—	40	—
	15	—	60	—
ТС-В	6	30	25	25
	10	55	45	30
	15	70	60	40

Трубки хлоркальциевые изготавливают следующих типов в соответствии с ГОСТ 25336—82 (рис. 35, 36; табл. 52, 53): ТХ-П — прямая с одним шаром под пробку (исполнение 1) и с взаимозаменяемым конусом (исполнение 2); ТХ∠45° — изо-

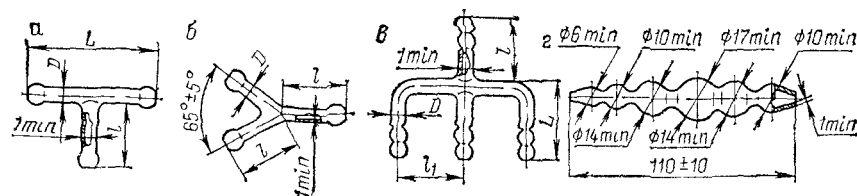


Рис. 34. Трубки соединительные:

а — Т-образная типа ТС-Т; б — У-образная типа ТС-У; в — вилкообразная типа ТС-В; г — прямая с разными диаметрами типа ТС-П

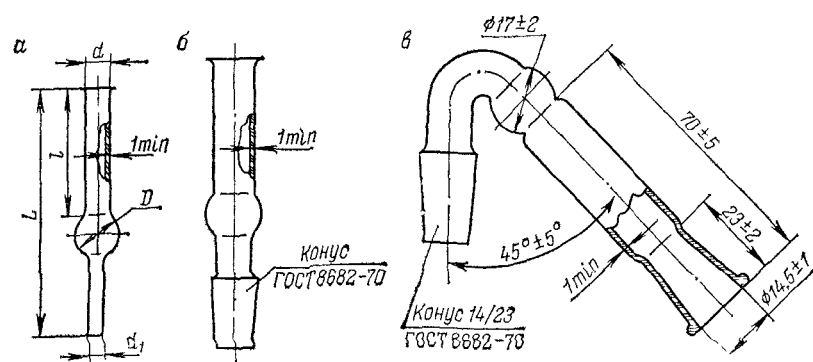


Рис. 35. Трубки хлоркальциевые:

а — прямые с одним шаром под пробку типа ТХ-П (исполнение 1); б — прямые с взаимозаменяемым конусом типа ТХ-А (исполнение 2); в — изогнутые под углом 45° с взаимозаменяемым конусом типа ТХ < 45°

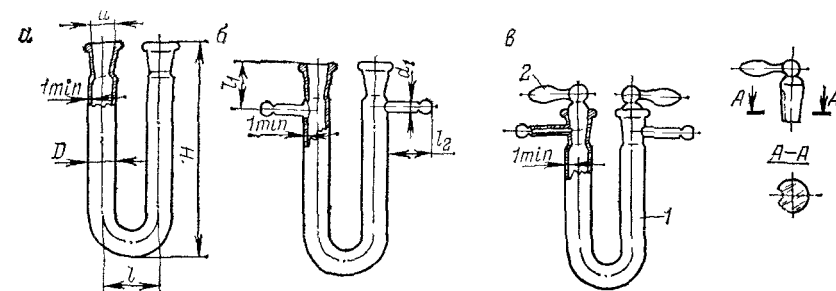


Рис. 36. Трубки хлоркальциевые U-образные:

а — без отводов под резиновую пробку (исполнение 1); б — с отводами под резиновую пробку (исполнение 2); в — с отводами и шлифованной пробкой (исполнение 3); 1 — трубка; 2 — пробка

Таблица 52 Основные размеры (в мм) хлоркальциевых трубок
типа ТХ-П исполнений 1, 2

Исполнение	D (предельное отклонение ±2)	d	d ₁	L (предельное отклонение ±5)	l (предельное отклонение ±3)	Обозначение конусов по ГОСТ 8682-70
1	13	8	5	85	45	—
	17	12		100		
	25	17	6	120	60	
	30	22	7	150	80	
2	13	8	—	85	35	7/16
	17	12				10/19
	19	15				14/23

Таблица 53. Основные размеры (в мм) хлоркальциевых трубок
типа ТХ-У

Исполнение	D	d	d ₁	H		l (предельное отклонение ±3)	l ₁		l ₂ (предельное отклонение ±2)	
				предельное отклонение ±1	номинальное		предельное отклонение	номинальное		предельное отклонение
1	9	7,5	—	60	±3	30	—	—	—	
	13	10,0	—	100	±5		—	—	—	
	17	14,5	—	150			40	—	—	—
	22	18,8	—	200			50	—	—	—
2	9	7,5	5	60	±3	30	25	±2	15	
	13	10,0		100	±5		30			
	17	14,5	6	150				40	30	
	22	18,8	8	200				50	35	

гнутая под углом 45° с взаимозаменяемым конусом; ТХ-У — U-образная без отводов под резиновую пробку (исполнение 1), с отводами под резиновую пробку (исполнение 2) и с отводом и пришлифованной пробкой (исполнение 3).

Продолжение

Исполнение	D	d	d ₁	H		l (предельное отклонение ±3)	l ₁		l ₂ (предельное отклонение ±2)
				предельное отклонение ±1	номинальное		предельное отклонение	номинальное	
3	9	7,5	5	60	±3	30	8	±1	15
	13	10,0		100	±5		10		
	17	14,5	6	150			12	±2	
	22	18,8	8	200			13		

Условные обозначения хлоркальциевых трубок:
типа ТХ-П исполнения 1 диаметром 17 мм — трубка ТХ-П-1—17 ГОСТ 25336—82.
типа ТХ∠45° с взаимозаменяемым конусом 14/23 — трубка ТХ∠45°—14/23 ГОСТ 25336—82;
типа ТХ U исполнения 1 высотой 100 мм — трубка ТХ-U-1—100 ГОСТ 25336—82.

§ 11. СТАКАНЫ

Лабораторные стаканы представляют собой тонкостенные цилиндры различной вместимости. Они делятся на низкие и высокие, с носиком и без носика. Стаканы изготавливают следующих типов в соответствии с ГОСТ 25336—82 (рис. 37, табл. 54): В — высокие; Н — низкие. Стаканы изготавливают исполнений: 1 — с носиком; 2 — без носика.

Условные обозначения стаканов:

типа В исполнения 1 номинальной вместимостью 250 мл из термически стойкого стекла группы ТС — стакан В-1—250 ТС ГОСТ 25336—82;

типа Н исполнения 2 номинальной вместимостью 100 мл из термически и химически стойкого стекла группы ТХС — стакан Н-2—100 ТХС ГОСТ 25336—82.

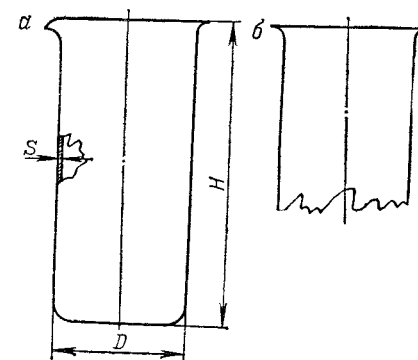


Рис. 37. Стаканы:

a — высокие с носиком типа В (исполнение 1) и низкие с носиком типа Н (исполнение 1); б — высокие без носика типа В (исполнение 2) и низкие без носика типа Н (исполнение 2)

Таблица 54. Основные размеры (в мм) стаканов типов В и Н

Номинальная вместимость, мл	D				H				S, не менее	
	тип В		тип Н		тип В		тип Н			
	номинальное	предельное отклонение	номинальное	предельное отклонение	номинальное	предельное отклонение	номинальное	предельное отклонение		
5	—		22	±1,0	—		31	±2,0	0,7	
10			26				36			
25			34				48			
50	38	±1,0	42	±1,5	69	±2,0	59	±2,0	0,8	
100	47		51		85		71		0,9	
150	53		58		95		81		1,0	
250	62	±1,5	69	±3,0	112	±3,0	95	±3,0	1,1	
400	72		80		130		110		1,2	
600	82		90		148		126		±3,0	1,3
1000	95	106	180	148						
2000	120	±2,0	132	±3,0	240	±4,0	185	±4,0	1,4	
3000	135		150		280		210		±4,0	1,7
5000	178		178		250		250			

§ 12. КОЛБЫ

Колбы предназначены для проведения различных препаративных и аналитических работ. Колбы изготавливают следующих типов в соответствии с ГОСТ 25336—82:

К — круглодонные с взаимозаменяемыми конусами (исполнение 1), без взаимозаменяемых конусов и с цилиндрическими горловинами (исполнение 2) (рис. 38, табл. 55);

П — плоскодонные с взаимозаменяемыми конусами (исполнение 1), без взаимозаменяемых конусов и с цилиндрическими горловинами (исполнение 2) (рис. 39, табл. 56);

КГУ-2 — круглодонные с двумя горловинами, расположенными под углом, с взаимозаменяемыми конусами (исполнение 1) и без взаимозаменяемых конусов (исполнение 2) (рис. 40, табл. 57);

КГУ-3 — круглодонные с тремя горловинами, расположенными под углом с взаимозаменяемыми конусами (исполнение 1) и без взаимозаменяемых конусов (исполнение 2) (рис. 41, табл. 57);

КГП-3 — плоскодонные с тремя горловинами, расположенными параллельно, с взаимозаменяемыми конусами (исполнение 1) и без взаимозаменяемых конусов (исполнение 2) (рис. 42, табл. 57);

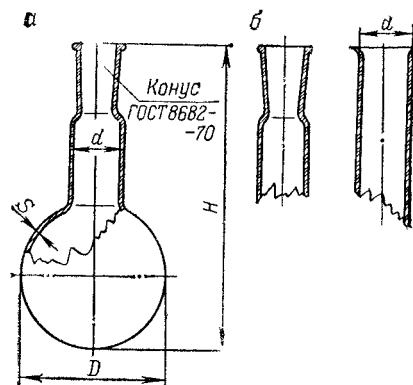


Рис. 38. Колбы круглодонные типа К:

а — с взаимозаменяемыми конусами (исполнение 1); б — без взаимозаменяемых конусов и с цилиндрическими горловинами (исполнение 2)

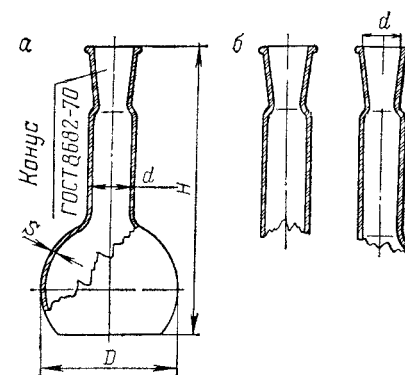


Рис. 39. Колбы плоскодонные типа П:

а — с взаимозаменяемыми конусами (исполнение 1); б — без взаимозаменяемых конусов и с цилиндрическими горловинами (исполнение 2)

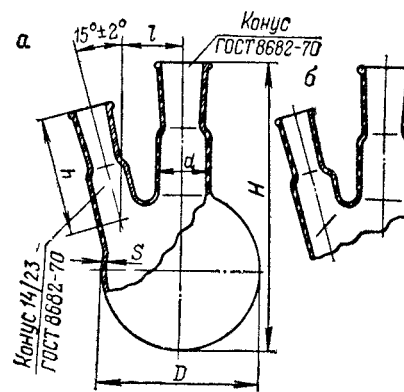


Рис. 40. Колбы круглодонные с двумя горловинами, расположенными под углом, типа КГУ-2:

а — с взаимозаменяемыми конусами (исполнение 1); б — без взаимозаменяемых конусов (исполнение 2)

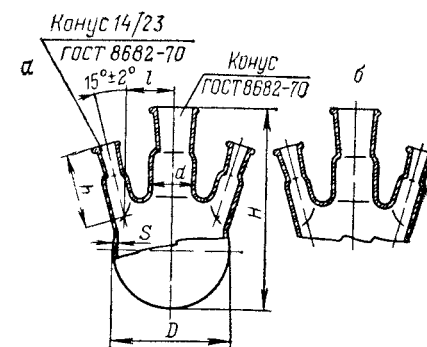


Рис. 41. Колбы круглодонные с тремя горловинами, расположенными под углом, типа КГУ-3:

а — с взаимозаменяемыми конусами (исполнение 1); б — без взаимозаменяемых конусов (исполнение 2)

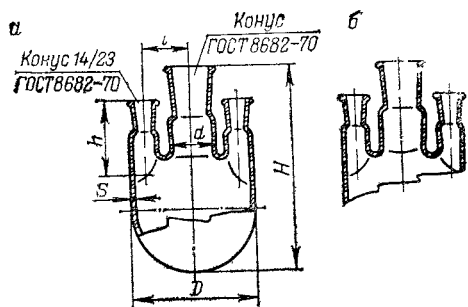


Рис. 49 Колбы круглодонные с тремя горловинами, расположенными параллельно, типа КГП-3:

а — с взаимозаменяемыми конусами (исполнение 1); б — без взаимозаменяемых конусов (исполнение 2)

ние 1) и без взаимозаменяемых конусов (исполнение 2) (рис. 42, табл. 58); КГП-4 — круглодонные с четырьмя горловинами,

расположенными параллельно, с взаимозаменяемыми конусами (рис. 43, табл. 58);

К_н — конические с взаимозаменяемыми конусами (исполнение 1), без взаимозаменяемых конусов и с цилиндрическими горловинами (исполнение 2) (рис. 44, табл. 59);

Г_р — грушевидные с взаимозаменяемыми конусами (рис. 45, табл. 60);

Кьельдаля — грушевидные с взаимозаменяемыми конусами (исполнение 1) и с цилиндрическими горловинами (исполнение 2) (рис. 46, табл. 61);

О — остродонные с взаимозаменяемыми конусами (рис. 47, табл. 62);

ОГ-2 — остродонные с двумя горловинами с взаимозаменяемыми конусами (рис. 48, табл. 63);

ОГ-3 — остродонные с тремя горловинами с взаимозаменяемыми конусами (исполнение 1) и без взаимозаменяемых конусов (исполнение 2) (рис. 49, табл. 63);

КП — круглодонные для перегонки с взаимозаменяемыми конусами (исполнение 1) и без взаимозаменяемых конусов (исполнение 2) (рис. 50, табл. 64);

ОП — остродонные для перегонки с взаимозаменяемыми конусами (рис. 51, табл. 65);

КРН — круглодонные для разгонки нефти и нефтепродуктов (рис. 52, табл. 66).

Условные обозначения колб:

типа К исполнения 1 номинальной вместимостью 250 мл с взаимозаменяемым конусом 29/32 из термически стойкого стекла группы ТС — колба К-1—250—29/32 ГОСТ 25336—82;

типа К исполнения 2 номинальной вместимостью 250 мл без взаимозаменяемого конуса с диаметром горловины 34 мм, из термически и химически стойкого стекла группы ТХС — колба К-2-250—34 ТХС ГОСТ 25336—82;

типа П исполнения 1 номинальной вместимостью 250 мл с взаимозаменяемым конусом 29/32 из термически стойкого стекла группы ТС — колба П-1—250—29/32 ТС ГОСТ 25336—82;

Таблица 55. Основные размеры (в мм) колб типа К

Номинальная вместимость, мл	D		d		H		Обозначение конусов по ГОСТ 8682—70	S, не менее
	номинальное	предельное отклонение	номинальное	предельное отклонение	номинальное	предельное отклонение		
10	32	±1,0	18;	±1,0	70	±2,0	14/23	0,7
25	42		22		80			
50	51				105			
100	64	±1,5	18;	±1,0	115	±3,0	14/23;	0,8
			22;					
			34					
250	85	±2,0	34;	±1,5	145	±4,0	19/26;	0,9
			40;					
			50					
500	105	±2,0	50	±2,0	175	±4,0	29/32;	1,3
			42					
1000	131	±3,0	42	±3,0	210	±5,0	34/35;	1,5
			50;					
2000	166	±3,0	50;	±2,5	260	±6,0	45/40	2,0
			76					
			65;					
4000	207	±4,0	76	±3,0	315	±6,0	45/50	1,8
			65;					
6000	236	±4,0	89	±3,0	355	±6,0	45/40;	2,0
			89					
10 000	279	±4,0	89	±3,0	420	±6,0	60/46	2,0
			89					

Таблица 56. Основные размеры (в мм) колб типа П

Номинальная вместимость, мл	D		d		H		Обозначение конусов по ГОСТ 8682—70	S, не менее
	номинальное	предельное отклонение	номинальное	предельное отклонение	номинальное	предельное отклонение		
50	51	±1,0	18;	±1,0	100	±3,0	14/23;	0,8
			22;					
			34					
100	64	±1,5	34	±1,5	110	±3,0	19/26;	2,0
			34					

Номинальная вместимость, мл	D		d		H		Обозначение конусов по ГОСТ 8682-70	S, не менее
	номинальное	предельное отклонение	номинальное	предельное отклонение	номинальное	предельное отклонение		
250	85	±2,0	34	±1,5	140	±3,0	29/32;	0,9
500	105		40; 50		170		34/35;	
750	125	±3,0	42	±2,0	200	±4,0	45/40	
1000	131				200		29/32; 45/40	1,5
2000	166		50;	250	±5,0	45/40;	1,8	
4000	207		76	±3,0		300		45/40;
6000	236	65;	±2,5	340	45/40	2,0		
10 000	279	±4,0	89	±3,0	400		±6,0	60/46

Таблица 57. Основные размеры (в мм) колб типа КГУ-2 и КГУ-3

Номинальная вместимость, мл	D		d		H		h	l	Обозначение конусов по ГОСТ 8682-70	S, не менее
	номинальное	предельное отклонение	номинальное	предельное отклонение	номинальное	предельное отклонение				
50	51	±1,0	18	±1,0	105	±3,0	30	20	14/23	0,8
			22	±1,5						
100	64	±1,5	18	±1,0	115	±3,0	48	25	14/23;	0,8
			22	±1,5					19/26	
250	85	±2,0	34	±2,0	145	±4,0	55	35	29/32	0,9
500	105				175		37			
1000	131				210		46	45/40	1,3	
2000	166				260		58			
4000	207	±3,0	50	±5,0	315	100	70	60/46	1,8	
6000	236				355	80	83			
10 000	279	±4,0	65	±2,5	420	±6,0	100	100	60/46	2,0

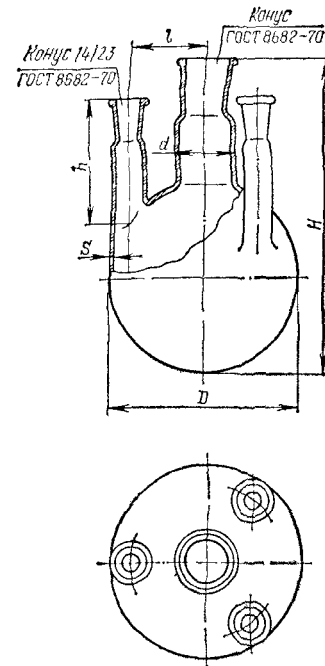


Рис. 43. Колба круглодонная с четырьмя горловинами, расположенными параллельно, взаимозаменяемыми конусами типа КГП-4

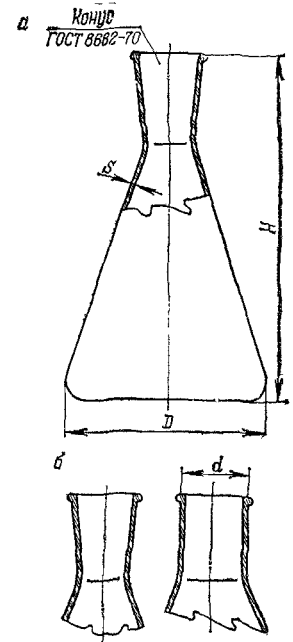


Рис. 44. Колбы конические типа Ки:
а — с взаимозаменяемыми конусами (исполнение 1);
б — без взаимозаменяемых конусов (исполнение 2)

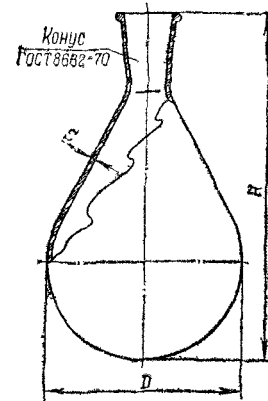


Рис. 45. Колба грушевидная с взаимозаменяемым конусом типа Гр

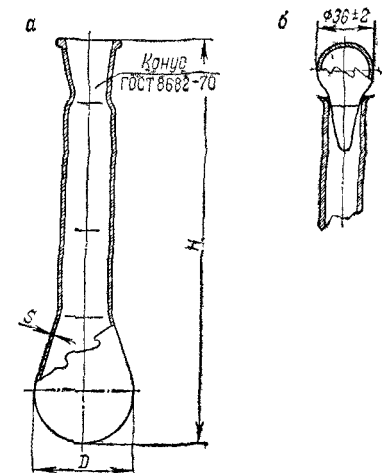


Рис. 46. Колбы типа Кьельдаля а — с взаимозаменяемыми конусами (исполнение 1); б — с цилиндрическими горловинами (исполнение 2)

Таблица 58. Основные размеры (в мм) колб типов КГП-3 и КГП-4

Номинальная вместимость, мл		D		d (предельное отклонение ±2)	H		h	l	Обозначение конусов по ГОСТ 8682-70	S, не менее
КГП-3	КГП-4	номинальное	предельное отклонение		номинальное	предельное отклонение				
250	—	85	±2,0	34	145	±3,0	55	35	29/32	0,9
500	500	105			175	±4,0	70	44		
1000	1000	131			210		60	48		
2000	2000	166	±3,0	50	260	±5,0	70	70	45/40	1,5
4000	4000	207			315		70	70	45/40	1,8

Таблица 59. Основные размеры (в мм) колб типа К_Н

Номинальная вместимость, мл	D		H		Обозначение конусов по ГОСТ 8682-70	d		S, не менее
	номинальное	предельное отклонение	номинальное	предельное отклонение		номинальное	предельное отклонение	
10	32	±1,0	60	±3,0	14/23	18	±1,0	0,7
							22	
25	42		70		14/23; 19/26	18	±1,0	0,8
50	51	85	14/23; 19/26; 24/29;	22	±1,5			
100	64	±1,5	105	±3,0	29/32	34	±2,0	0,9
	50		115		45/40	50		
250	85	±2,0	135	±4,0	19/26	34;	±1,5	0,9
500	105		170		29/32;	40;	±2,0	1,3
750	128	218	34/35;	50				

Продолжение

Номинальная вместимость, мл	D		H		Обозначение конусов по ГОСТ 8682-70	d		S, не менее
	номинальное	предельное отклонение	номинальное	предельное отклонение		номинальное	предельное отклонение	
1000	131	±3,0	215	±4,0	34/35;	42	±2,0	1,3
2000	166		275			1,5		
3000	187		310	±5,0		45/40	50	1,8
5000	220	365						

Таблица 60. Основные размеры (в мм) колб типа Гр

Номинальная вместимость, мл	D (предельное отклонение ±2)	H		Обозначение конусов по ГОСТ 8682-70	S, не менее
		номинальное	предельное отклонение		
10	32	60	±3,0	14/23	0,9
25	40	90			
50	53	95			
100	63	110	±4,0	29/32	1,1
250	85	135			

Таблица 61. Основные размеры (в мм) колб Кьельдаля

Номинальная вместимость, мл	D		H (предельное отклонение ±4)	Обозначение конусов по ГОСТ 8682-70	S, не менее
	номинальное	предельное отклонение			
50	53	±1,0	185	14/23	0,8
100	65	±1,5	218	14/23; 29/32	
250	87	±2,0	265	19/26; 29/32	0,9
500	109		325	29/32	
1000	130		350		1,3

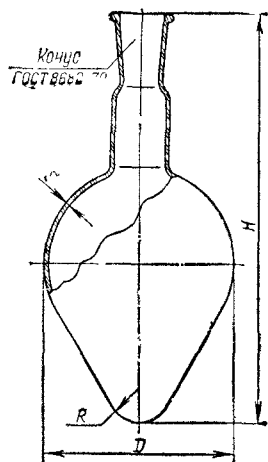


Рис. 47. Колба остродонная с взаимозаменяемым конусом типа О

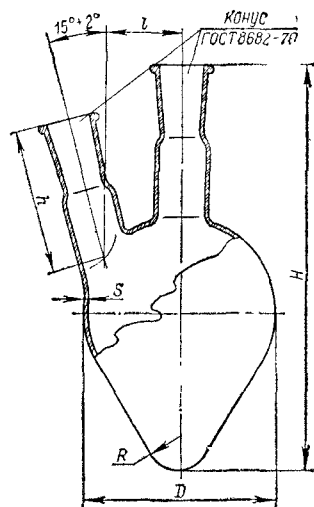


Рис. 48. Колба остродонная с двумя горловинами типа ОГ-2

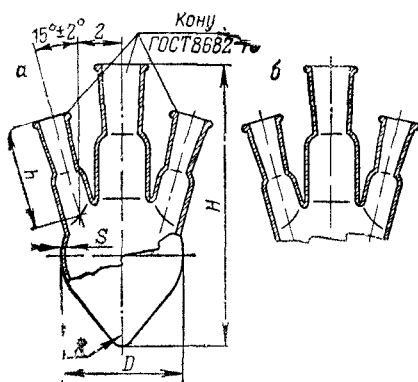


Рис. 49. Колба остродонная с тремя горловинами типа ОГ-3:
а — с взаимозаменяемыми конусами (исполнение 1); б — без взаимозаменяемых конусов (исполнение 2)

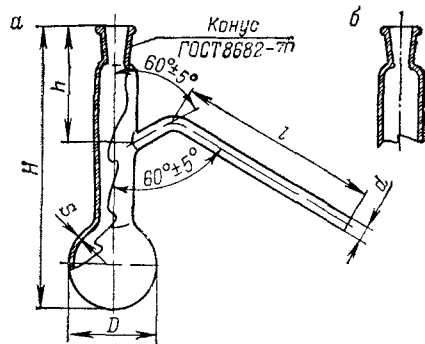


Рис. 50. Колбы круглодонные для перегонки типа КП:
а — с взаимозаменяемыми конусами (исполнение 1), б — без взаимозаменяемых конусов (исполнение 2)

типа П исполнения 2 номинальной вместимостью 250 мл без взаимозаменяемого конуса с диаметром горловины 34 мм из термически и химически стойкого стекла группы ТХС — колба П-2—250—34 ТХС ГОСТ 25336—82;

типа КГУ-2 исполнения 1 номинальной вместимостью 100 мл с взаимозаменяемым конусом и конусом центральной горловины 14/23 из термически стойкого стекла группы ТС — колба КГУ-2-1—100—14/23 ТС ГОСТ 25336—82;

Таблица 62. Основные размеры (в мм) колб типа О

Номинальная вместимость, мл	D		H		Обозначение конусов по ГОСТ 8682—70	R	S, не менее
	номинальное	предельное отклонение	номинальное	предельное отклонение			
10	32	±1,0	75	±3,0	14/23	5	0,8
25	40		97			6	
50	50		109			8	
100	62	±2,0	130	±4,0	29/32	10	1,0
250	82		168			13	
500	102		196			17	

Таблица 63. Основные размеры (в мм) колб типа ОГ-2, ОГ-3

Номинальная вместимость, мл		D		H		h	Обозначение конусов по ГОСТ 8682—70		R	L, не менее	S, не менее
		номинальное	предельное отклонение	номинальное	предельное отклонение		центральной горловины	боковой горловины			
—	ОГ-2	25	40	±1,0	97	±3,0	45	14/23	6	15	0,8
50	ОГ-3	50	50	±2,0	109	±4,0	50	14/23	8	20	1,0
100	100	62	130		10				25		
250	250	82	168		13				30		
500	—	102	196			60	29/32	17	35		

Таблица 64. Основные размеры (в мм) колб типа КП (исполнение 1, 2)

Номинальная вместимость, мл	D		d (предельное отклонение ±1)	H (предельное отклонение ±4)	h	Обозначение конусов по ГОСТ 8682—70	l	S, не менее	
	номинальное	предельное отклонение							
50	53	±1,0	8,0		150	19/26	120	0,8	
100	65	±1,5			185	29/32	150	0,9	
150	75	±2,0			190				60
250	87				200				
500	109		250	70					
1000	136	±3,0	12,0	309	80		200	1,3	

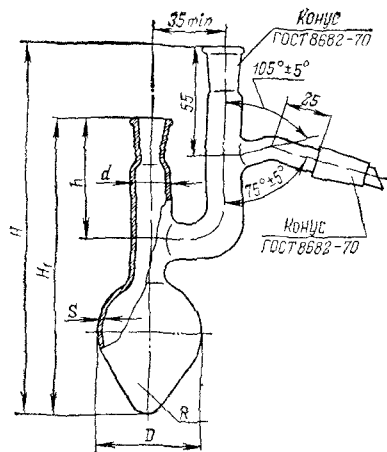


Рис. 51. Колба остродонная для перегонки типа ОП

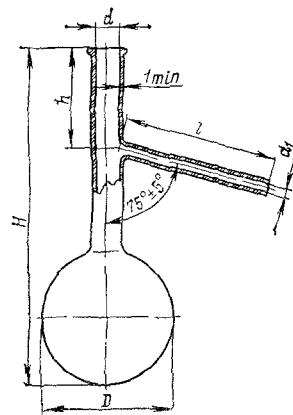


Рис. 52. Колба круглодонная для разгонки нефти и нефтепродуктов типа КРН

Таблица 65. Основные размеры (в мм) колб типа ОП

Номинальная вместимость, мл	D		d предельное отклонение	H		H ₁		h	Обозначение конусов по ГОСТ 8682-70	R	S, не менее
	номинальное	предельное отклонение		номинальное	предельное отклонение	номинальное	предельное отклонение				
10	32	±1,0	12	60	±3,0	124	±3,0	65	10/19	5	0,8
25	40			167		132				6	
50	50			18		180				144	
100	62	±2,0	195		±4,0	160	±4,0	10	0,9		

Таблица 66. Основные размеры (в мм) колб типа КРН

Номинальная вместимость, мл	D		d (предельное отклонение ±1,0)	d ₁ (предельное отклонение ±0,5)	H (предельное отклонение ±3,0)	h	l (предельное отклонение ±3,0)
	номинальное	предельное отклонение					
100	69	±1,0	17	5	214	77	100
250	85	±3,0		6		65	
250	87	±2,0	24	10	125	27	200

типа КГУ-3 исполнения 2 номинальной вместимостью 250 мл без взаимозаменяемого конуса с диаметром центральной горловины 34 мм из термически и химически стойкого стекла группы ТХС — колба КГУ-3 — 250 — 34 ТХС ГОСТ 25336—82;

типа КГП-3 исполнения 1 номинальной вместимостью 250 мл с взаимозаменяемыми конусами и конусом центральной горловины 29/32, из термически стойкого стекла группы ТС — колба КГП-3-1—250—29/32 ТС ГОСТ 25336—82;

типа КГП-3 исполнения 2 номинальной вместимостью 250 мл, без взаимозаменяемых конусов и диаметром центральной горловины 34 мм из термически стойкого стекла группы ТС — колба КГП-3-2—250—34 ТС ГОСТ 25336—82;

типа КГП-4 номинальной вместимостью 250 мл с взаимозаменяемыми конусами и конусом центральной горловины 29/32 из термически и химически стойкого стекла группы ТХС — колба КГП-4-250—29/32 ТХС ГОСТ 25336—82;

типа К_н исполнения 1 номинальной вместимостью 100 мл с взаимозаменяемым конусом 14/23 из термически стойкого стекла группы ТС — колба К_н-1—100—14/23 ТС ГОСТ 25336—82;

типа К_н исполнения 2 номинальной вместимостью 100 мл без взаимозаменяемого конуса диаметром центральной горловины 18 мм из термически и химически стойкого стекла группы ТХС — колба К_н-2—100—18 ТХС ГОСТ 25336—82;

типа Г_р номинальной вместимостью 50 мл с взаимозаменяемым конусом 14/23 из термически стойкого стекла группы ТС — колба Г_р—50—14/23 ТС ГОСТ 25336—82;

Кьельдаля исполнения 1 номинальной вместимостью 250 мл с взаимозаменяемым конусом 29/32 из термически стойкого стекла группы ТС — колба Кьельдаля 1—250—29/32 ТС ГОСТ 25336—82;

Кьельдаля исполнения 2 номинальной вместимостью 250 мл без взаимозаменяемого конуса с внутренним диаметром горловины 29 мм из термически и химически стойкого стекла группы ТХС — колба Кьельдаля 2—250—29 ТХС ГОСТ 25336—82;

типа О номинальной вместимостью 50 мл с взаимозаменяемым конусом 14/23 из термически стойкого стекла группы ТС — колба О—50—14/23 ТС ГОСТ 25336—82;

типа ОГ-2 номинальной вместимостью 100 мл с взаимозаменяемыми конусами и конусом центральной горловины 14/23 из термически стойкого стекла группы ТС — колба ОГ-2—100—14/23 ТС ГОСТ 25336—82;

типа ОГ-3 исполнения 1 номинальной вместимостью 100 мл с взаимозаменяемыми конусами и конусом центральной горловины 14/23 из термически стойкого стекла группы ТС — колба ОГ-3-1—100—14/23 ТС ГОСТ 25336—82;

типа ОГ-3 исполнения 2 номинальной вместимостью 100 мл без взаимозаменяемых конусов с наибольшим внутренним диаметром центральной горловины 14 мм из термически и

химически стойкого стекла группы ТХС — колба ОГ-3-2 — 100 — 14 ТХС ГОСТ 25336—82;

типа КП исполнения 1 номинальной вместимостью 100 мл с взаимозаменяемым конусом 29/32 из термически стойкого стекла группы ТС — колба КП-1—100—29/32 ТС ГОСТ 25336—82;

типа КП исполнения 2 номинальной вместимостью 100 мл без взаимозаменяемого конуса с наибольшим внутренним диаметром горловины 29 мм из термически и химически стойкого стекла группы ТХС — колба КП-2—100—29 ТХС ГОСТ 25336—82;

типа ОП номинальной вместимостью 100 мл с взаимозаменяемыми конусами горловины 14/23 из термически стойкого стекла группы ТС — колба ОП—100—14/23 ТС ГОСТ 25336—82;

типа КРН номинальной вместимостью 100 мл из термически стойкого стекла группы ТС — колба КРН—100 ТС ГОСТ 25336—82.

Колбы с тубусом

Колбы с тубусом предназначаются для фильтрования в вакууме. Их изготавливают в соответствии с ГОСТ 25336—82 двух исполнений (рис. 53, табл. 67): 1 — без взаимозаменяемого конуса; 2 — с взаимозаменяемым конусом.

Условные обозначения колбы:

с тубусом исполнения 1 номинальной вместимостью 250 мл — колба 1—250 ГОСТ 25336—82;

Таблица 67. Основные размеры (в мм) колб с тубусом

Номинальная вместимость, мл	D		d		Обозначение конусов по ГОСТ 8682—70	H, не менее	h	l	S		S ₁	
	номинальное	предельное отклонение	номинальное	предельное отклонение					номинальное	предельное отклонение	номинальное	предельное отклонение
100	65	±2	19	±1	19/26	100	40	30	3,0	±0,5	2,5	±0,5
250	90						136		50			
500	109		29	29/32	186	55	40	4,0	3,0			
1000	132		45	±2	45/40	240	65	40	5,0	±1,0	4,0	±1,0
2000	180					288			6,0			
5000	238	360				50			8,0			

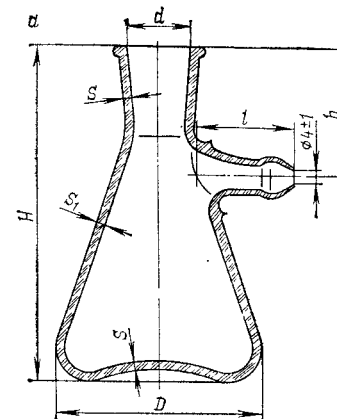


Рис. 53. Колбы с тубусом:
а — без взаимозаменяемого конуса (исполнение 2); б — с взаимозаменяемым конусом (исполнение 1)

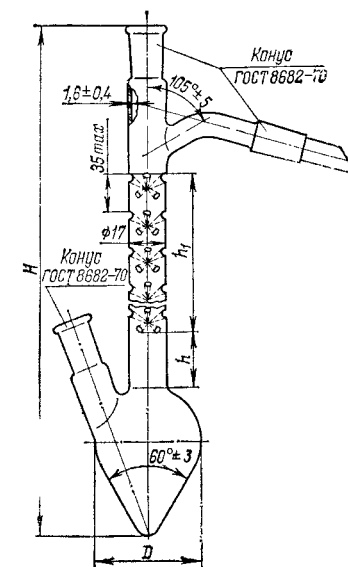


Рис. 54. Колба Фаворского

с тубусом исполнения 2 номинальной вместимостью 500 мл с взаимозаменяемым конусом 29/32 — колба 2—500—29/32 ГОСТ 25336—82.

Колбы выдерживают предельное остаточное давление не более 13,33 гПа (10 мм рт. ст.).

Колбы Фаворского

Колбы Фаворского применяют в лабораториях для перегонки при атмосферном давлении и при остаточном давлении 13,3 гПа (10 мм рт. ст.). Колбы Фаворского выпускают в соответствии с ГОСТ 25336—82 (рис. 54, табл. 68).

Условное обозначение колбы Фаворского номинальной вместимостью 250 мл: колба Фаворского 250 ГОСТ 25336—82.

Дефлегматор колбы имеет по окружности трубки чередующиеся по рядам в шахматном порядке четыре конусных (несквозных) накола под углом 30° к оси трубки. Наколы выполнены с таким расчетом, что при просмотре в торец просвета не видно. Смежные наколы наклонены друг к другу, причем верхние наколы направлены вниз, а нижние — вверх. Дефлегматор начинается нижними наколами и заканчивается верхними.

Таблица 68. Основные размеры (в мм) колб Фаворского

Номинальная вместимость, мл	L (предельное отклонение ± 2 ;	H (предельное отклонение ± 10)	h (предельное отклонение ± 5)	h_1 (предельное отклонение ± 10)	Обозначение конусов по ГОСТ 8682-70
25	40	450	15	300	10/19
50	50	465	25		
100	62	690	40	500	14/23
250	82	750	65		
500	102	900	75		

§ 13. СКЛЯНКИ

Склянки с тубусом

Склянки с тубусом применяют в лабораторных установках для хранения растворов и газа. Их изготавливают следующих исполнений в соответствии с ГОСТ 25336-82: 1 — с резиновой пробкой и краном (рис. 55, табл. 69); 2 — с взаимозаменяемыми конусами и краном (рис. 56, табл. 70); 3 — с резиновой

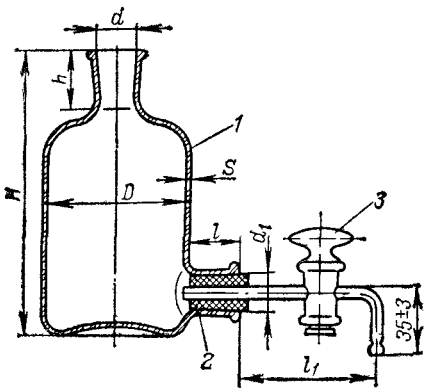


Рис. 55. Склянка с резиновой пробкой и краном (исполнение 1):
1 — склянка; 2 — пробка резиновая по ГОСТ 7852-76; 3 — кран по ГОСТ 7995-80

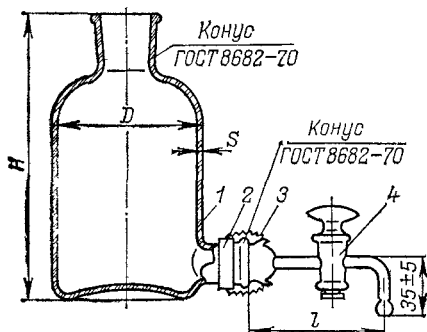
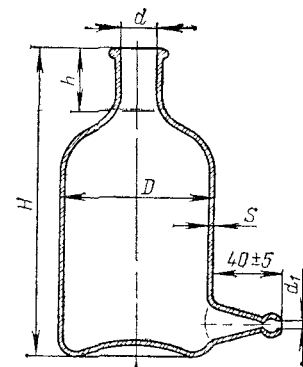


Рис. 56. Склянка с взаимозаменяемыми конусами и краном (исполнение 2):
1 — склянка; 2 — скоба крепления; 3 — пружина; 4 — кран по ГОСТ 7995-80

Рис 57 Склянка с резиновой трубкой (исполнение 3)



трубкой (рис. 57, табл. 71); 4 — с двумя тубусами, взаимозаменяемыми конусами и воронкой (рис. 58, а, табл. 72); 5 — с двумя тубусами под резиновую пробку и воронкой (рис. 58, б, табл. 72).

Условные обозначения склянок: исполнения 1 номинальной вместимостью 0,5 л — склянка 1—0,5 ГОСТ 25336-82;

исполнения 2 номинальной вместимостью 0,5 л — склянка 2—0,5 ГОСТ 25336-82;

Таблица 69. Основные размеры (в мм) склянки исполнения 1

Номинальная вместимость, л	H		h		D		d		d_1 (предельное отклонение ± 1)	l , не менее	l_1 , не менее	S , не менее	Обозначение крана по ГОСТ 7995-80
	номинальное	предельное отклонение	номинальное	предельное отклонение	номинальное	предельное отклонение	номинальное	предельное отклонение					
0,3	140	± 5	26	± 2	72	± 2	19	± 1	19	23	77	1,5	KIX-1-32-2,5
0,5	165				85								
1,0	195		32	± 3	110		29						
2,0	230				135								
3,0	260			150									
5,0	320	± 8	48	± 5	180	± 5	45	± 2	29	27	73	2,0	KIX-1-40-4,0
10,0	380				225								
20,0	540				± 10		260						

Таблица 70. Основные размеры (в мм) склянки исполнения 2

Номинальная вместимость, л	H		D		L, не менее	S, не менее	Обозначение конусов по ГОСТ 8682-70		Обозначение крана по ГОСТ 7995-80
	номинальное	предельное отклонение	номинальное	предельное отклонение			муфты горловины	муфты тубуса и керца крана	
0,5	165	±5	85	±2	76	1,5	29/32	19/26	K1X-1-32-2,5
1,0	195		110						
2,0	230		135						
3,0	260	±8	150	±5	85	2,0	45/40	29/32	K1X-1-40-4,0
5,0	320		180						
10,0	380		225						
20,0	540	±10	260						

Таблица 71. Основные размеры (в мм) склянки исполнения 3

Номинальная вместимость, л	H		h		D		d		d ₁ (предельное отклонение ±1)	S, не менее
	номинальное	предельное отклонение	номинальное	предельное отклонение	номинальное	предельное отклонение	номинальное	предельное отклонение		
0,16	95	±4	26	±2	72	±2	19	±1	4	1,5
0,30	140									
0,50	165									
0,80	190	±5	32	±3	85	±2	29	±1	4	1,5
1,00	195									
2,00	230									
3,00	260	±8	48	±5	180	±5	45	±2	5	2,0
5,00	320									
10,00	380									

Таблица 72. Основные размеры (в мм) склянок исполнения 4, 5

Номинальная вместимость, л	H	h (предельное отклонение ±10)	D		d (предельное отклонение ±1)	L	S, не менее	Обозначение крана верхнего тубуса по ГОСТ 7995-80
			номинальное	предельное отклонение				
3	505	120	110	±5	19	205	2,0	K1X-1-32-2,5
5	595	170	140					
10	695	220	170	±10	29	435	2,5	K1X-1-40-4,0
20	900	270	200					

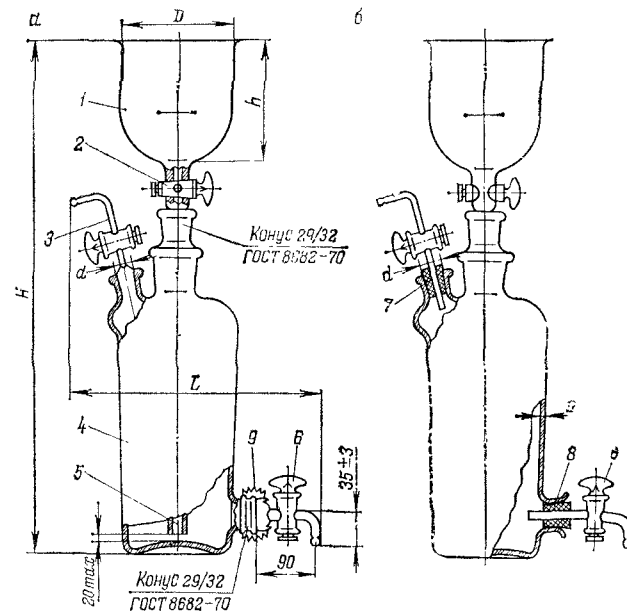


Рис. 58. Склянки с двумя тубусами:

- а — склянка с взаимозаменяемыми конусами и воронкой (исполнение 4);
- б — склянка с резиновой пробкой и воронкой (исполнение 5)
- 1 — воронка; 2 — пробка стеклянная; 3 — газоотводная трубка с краном;
- 4 — склянка; 5 — переходник; 6 — кран нижнего тубуса типа K1X-1-40-4,0 по ГОСТ 7995-80; 7 — пробка резиновая верхнего тубуса; 8 — пробка резиновая нижнего тубуса по ГОСТ 7852-76; 9 — пружина

исполнения 3 номинальной вместимостью 0,5 л — склянка 3—0,5 ГОСТ 25336—82;
 исполнения 4 номинальной вместимостью 10 л — склянка 4—10 ГОСТ 25336—82.

Склянки для промывания газов

Склянки для промывания газов выпускают следующих типов в соответствии с ГОСТ 25336—82: СН — с насадкой исполнения 1 и 2 (рис. 59, а, б, табл. 73); СВТ — с впаянной трубкой (рис. 59, в); СПЖ — с внутренней перегородкой для жидких промывателей (рис. 60, а, табл. 74); СПТ — с внутренней перегородкой для твердых промывателей (рис. 60, б); С2Г — с двумя горловинами (рис. 61, а, табл. 75); С3Г — с тремя горловинами (рис. 61, б, табл. 76).

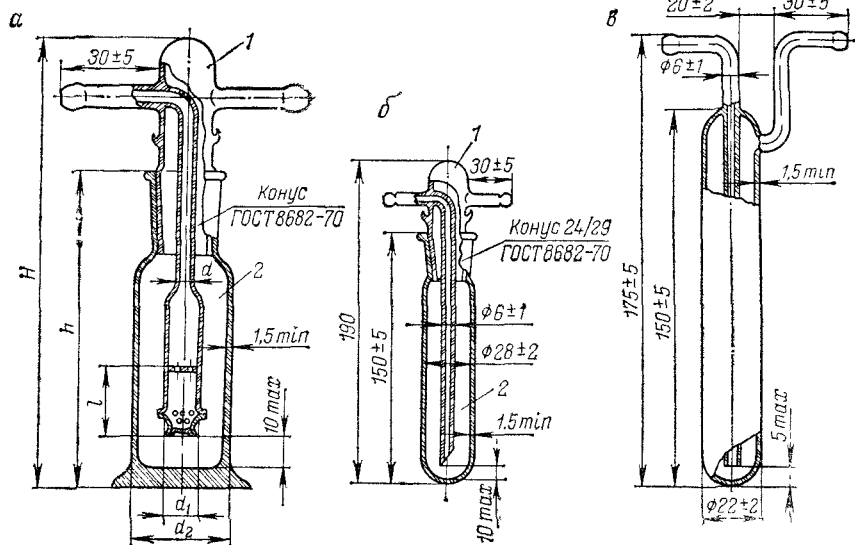


Рис. 59. Склянки для промывания газов:
а — с насадкой типа СН (исполнение 1); б — с насадкой типа СН (исполнение 2);
в — с впаянной трубкой типа СВТ
1 — насадка; 2 — сосуд

Таблица 73. Основные размеры (в мм) склянок типа СН исполнения 1

Номинальная вместимость, мл	H	h		l	d (предельное отклонение ±1)	d ₁ (предельное отклонение ±2)	d ₂ (предельное отклонение ±3)	Число отверстий, не менее		Обозначение конусов по ГОСТ 8682-70
		предельное отклонение ±5						на трубке	на пластине	
25	135	95	20	35	6	10	30	15	5	19/26
100	215	175				15	40	20	8	
200	230	180	35	10	20	50	30	10	10	29/32
500						75				

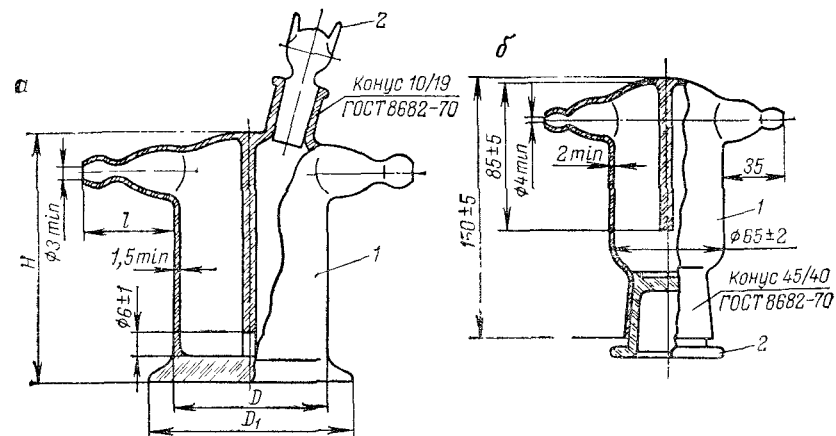


Рис. 60. Склянки для промывания газов (склянки Тищенко):
а — с внутренней перегородкой для жидких промывателей типа СПЖ;
б — с внутренней перегородкой для твердых промывателей типа СПТ
1 — склянка; 2 — пробка

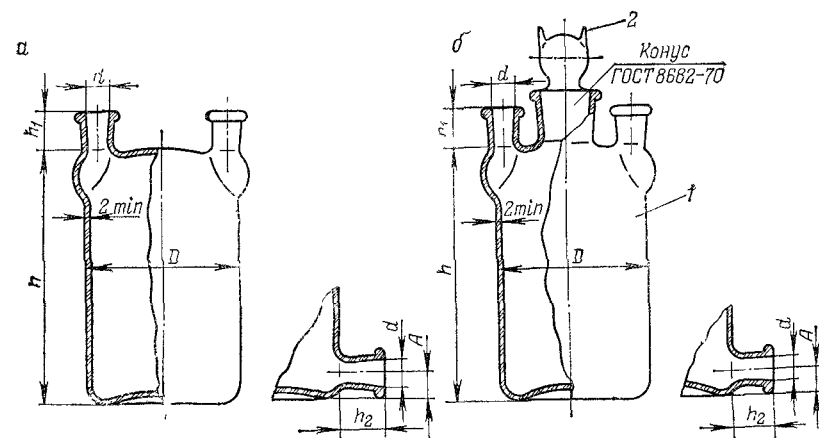


Рис. 61. Склянки для промывания газов (склянки Вульфа):
а — с двумя горловинами типа С2Г (исполнение 1, исполнение 2); б — с тремя горловинами типа С3Г (исполнение 1, 2)
1 — склянка; 2 — пробка

Таблица 74. Основные размеры (в мм) склянок типа СПЖ

Номинальная вместимость, мл	H (предельное отклонение ±5)	l	D (предельное отклонение ±2)	D ₁ (предельное отклонение ±3)
50	70	25	45	60
250	120	35	65	90

Таблица 75. Основные размеры (в мм) склянок типа С2Г исполнений 1, 2

Номинальная вместимость, мл	h (предельное отклонение ±5)	h ₁	h ₂	A (предельное отклонение ±5)	D (предельное отклонение ±2)	d (предельное отклонение ±1)
		предельное отклонение ±3				
500	150	22	23	15	90	14,5
1000	190		26	30	105	18,8
5000	300	25	32	35	170	29,2

Таблица 76. Основные размеры (в мм) склянок типа С3Г исполнений 1, 2

Номинальная вместимость, мл	h (предельное отклонение ±5)	h ₁	h ₂	A (предельное отклонение ±5)	D (предельное отклонение ±2)	d (предельное отклонение ±1)	Обозначение конусов по ГОСТ 8682-70
		предельное отклонение ±3					
500	150	22	23	15	90	14,5	29/32
1000	190		26	30	105	18,8	
5000	300	25	32	35	170	29,2	34/35

Условные обозначения склянок:

- типа СН исполнения 1 номинальной вместимостью 25 мл — склянка СН-1—25 ГОСТ 25336—82;
- типа СН исполнения 2 — склянка СН-2 ГОСТ 25336—82;
- типа СВГ — склянка СВГ ГОСТ 25336—82;
- типа СПЖ номинальной вместимостью 250 мл — склянка СПЖ—250 ГОСТ 25336—82;
- типа СПТ — склянка СПТ ГОСТ 25336—82;
- типа С2Г исполнения 1 номинальной вместимостью 50 мл — склянка С2Г-1—500 ГОСТ 25336—82;
- типа С3Г исполнения 2 номинальной вместимостью 500 мл — склянка С3Г-2—500 ГОСТ 25336—82.

§ 14. ЧАШКИ

Чашки широко применяют для проведения различных химических и биологических работ. По ГОСТ 25336—82 чашки изготавливают следующих типов: ЧКЦ — кристаллизационные цилиндрические (рис. 62, табл. 77); ЧВП — выпарные плоскодонные сферические (рис. 63, а, табл. 78); ЧВК — выпарные круглодонные сферические (рис. 63, б, табл. 79); ЧБВ —

биологические (Коха) с крышками высокие (рис. 64, а, табл. 80); ЧБН — биологические (Петри) с крышками низкие (рис. 64, б, табл. 81).

Условные обозначения чашек:

- типа ЧКЦ исполнения 1 номинальной вместимостью 1000 мл — чашка ЧКЦ-1—1000 ГОСТ 25336—82;
- типа ЧВП исполнения 2 номинальной вместимостью 100 мл — чашка ЧВП-2—100 ГОСТ 25336—82;
- типа ЧВК исполнения 1 номинальной вместимостью 1000 мл — чашка ЧВК-1—1000 ГОСТ 25336—82;

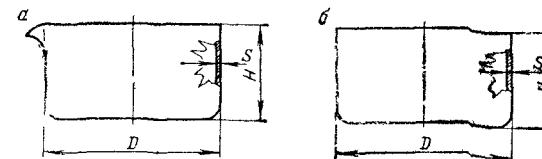


Рис. 62. Чашки кристаллизационные цилиндрические типа ЧКЦ: а — исполнение 1, б — исполнение 2

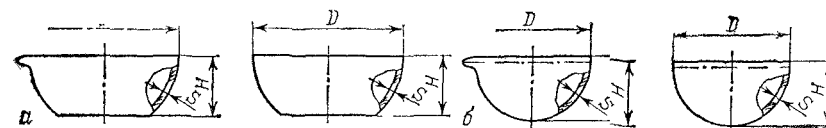


Рис. 63. Чашки выпарные:

- а — плоскодонные сферические типа ЧВП (исполнение 1, исполнение 2),
- б — круглодонные сферические типа ЧВК (исполнение 1, исполнение 2)

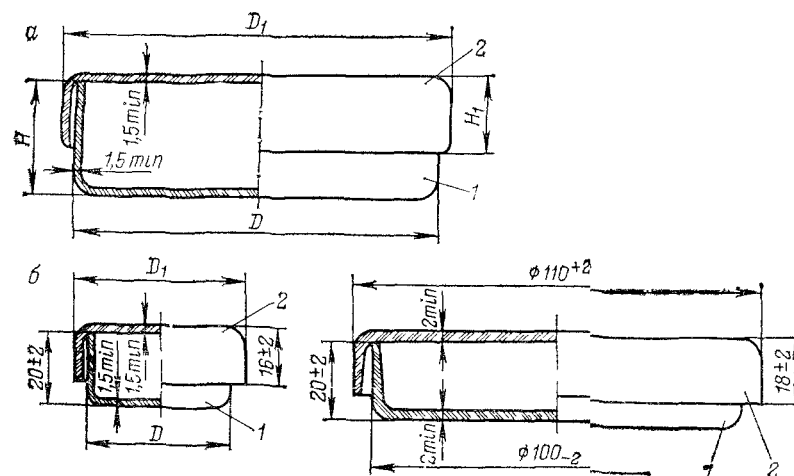


Рис. 64. Чашки биологические:

- а — с крышками высокие типа ЧБВ (чашки Коха), б — с крышками низкие типа ЧБН (чашки Петри) (исполнение 1, исполнение 2)
- 1 — чашка, 2 — крышка

Таблица 77. Основные размеры (в мм) чашек типа ЧКЦ

Номинальная вместимость, мл	D (предельное отклонение ± 2)	H		S, не менее	Разность в высоте по образующей цилиндрической поверхности чашки, не более	
		номинальное	предельное отклонение			
1	22	15	± 2	0,7	1,2	
10	38	20				
50	58	30	± 4	1,0	1,8	
100	72	40		1,1		
250	82	65		1,3		
500	120			1,4		
1000	150			75		1,7
2500	200	100		2,0		2,3
5000	250	125				

Таблица 78. Основные размеры (в мм) чашек типа ЧВЦ

Номинальная вместимость, мл	D (предельное отклонение ± 2)	H		S, не менее	Разность в высоте по образующей цилиндрической поверхности чашки, не более
		номинальное	предельное отклонение		
5	36	14	± 2	0,7	1,2
10	42	16			
50	64	24			
100	85	32	± 3	0,9	1,8
250	105	40			
400	131	50		1,3	2,3
1000	166	63		1,5	
2500	236	90		± 4	

Таблица 79. Основные размеры (в мм) чашек типа ЧВК

Номинальная вместимость, мл	D (предельное отклонение ± 2)	H		S, не менее	Разность в высоте по образующей цилиндрической поверхности чашки, не более
		номинальное	предельное отклонение		
5	32	17	± 2	0,7	1,2
10	42	23			
50	64	33		0,8	
100	85	43	± 3	0,9	1,8
250	105	53			
500	136	68		1,3	
1000	166	85		1,5	
2500	236	118		± 4	

Таблица 80. Основные размеры (в мм) чашек типа ЧВВ

D		D ₁		H	H ₁	Разность в высоте по образующей цилиндрической поверхности чашки, не более
номинальное	предельное отклонение	номинальное	предельное отклонение	предельное отклонение ± 2		
100	± 1	106	± 1	30	20	1,5
150	± 2	156	± 2	35	25	2,0
200		206		45	35	2,3

Таблица 81. Основные размеры (в мм) чашек типа ЧВН

D		D ₁		Разность в высоте по образующей цилиндрической поверхности чашки, не более
номинальное	предельное отклонение	номинальное	предельное отклонение	
40	± 1	46	± 1	1,0
100		106		1,5
150	± 2	156	± 2	2,0

типа ЧБВ номинальным диаметром 100 мм — чашка ЧБВ—100 ГОСТ 25336—82;

типы ЧБН исполнения 1 номинальным диаметром 40 мм — чашка ЧБН-1—40 ГОСТ 25336—82;

типа ЧБН исполнения 2 — чашка ЧБН-2 ГОСТ 25336—82.

§ 15. СОСУДЫ

При проведении лабораторных и исследовательских работ применяют сосуды различных форм и размеров. По ГОСТ 25336—82 сосуды изготавливаются следующих типов: СЦ — сосуды цилиндрические (рис. 65, а, табл. 82); СП — сосуды прямоугольные (рис. 65, б, табл. 83); ВП — ванны прямоугольные (рис. 65, в, табл. 83); КЦ — кюветы цилиндрические (рис. 66, а); КП — кюветы прямоугольные (рис. 66, б).

Условные обозначения:
сосуда типа СЦ номинальной вместимостью 0,5 л — сосуд СЦ—0,5 ГОСТ 25336—82;

сосуда типа СП номинальной вместимостью 1,5 л — сосуд СП—1,5 ГОСТ 25336—82;

Рис. 65. Сосуды:

а — цилиндрический типа СЦ,
б — прямоугольный типа СП

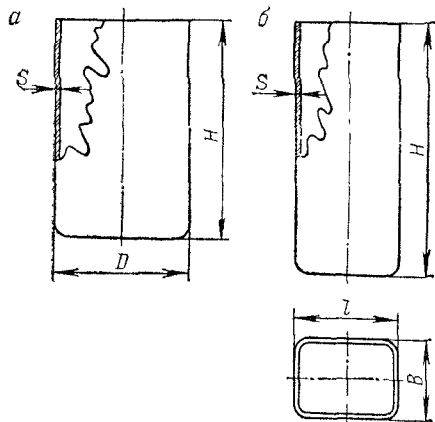


Таблица 82. Основные размеры (в мм) сосудов типа СЦ

Номинальная вместимость, л	D, не менее	H, не менее	S, не менее
0,5	78	125	2
1,0	102	160	2
2,0	122	195	
3,0	147		
5,0	175	245	3
10,0	245		4
20,0	300		

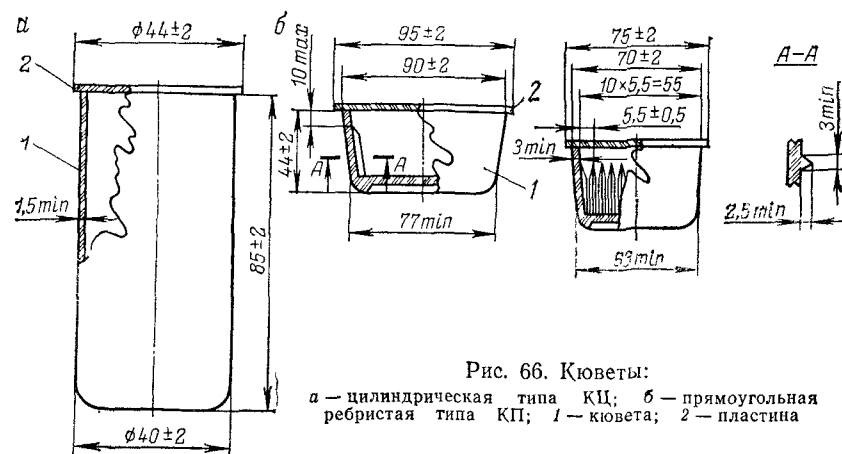


Рис. 66. Кюветы:

а — цилиндрическая типа КЦ; б — прямоугольная ребристая типа КП; 1 — кювета; 2 — пластина

Таблица 83. Основные размеры (в мм) сосудов типа СП и ванн типа ВП

Тип сосуда	Номинальная вместимость, л	L, не менее	B, не менее	H, не менее	S, не менее
СП	0,1	40	30	95	1
	1,5	98	98	195	2
	4,0	147	147	205	3
	6,0			245	
	9,0	195	195	265	4
	20,0			395	
	35,0			245	
ВП	0,5	98	98	65	2
	1,0	148	148	55	3
	2,0	295	195		
	3,0	195	145	125	4
	5,0			155	
	10,0	295	195	195	
	15,0			245	

ванны типа ВП номинальной вместимостью 10 л — ванна ВП—10,0 ГОСТ 25336—82;
 кюветы типа КЦ — кювета КЦ ГОСТ 25336—82;
 кюветы типа КП — кювета КП ГОСТ 25336—82.

§ 16. КАПЛЕУЛОВИТЕЛИ

Каплеуловители предназначены для улавливания капель, уносимых парами кипящей жидкости, а также для улавливания воды при определении ее содержания с помощью различных приборов.

По ГОСТ 25336—82 каплеуловители изготавливают следующих исполнений (рис. 67): КП—14/23 — прямой с взаимозаменяемыми конусами; КО—14/23—60 — с отводной трубкой под углом 60° с взаимозаменяемыми конусами; КО-60 — с отводной трубкой под углом 60° без взаимозаменяемых конусов; КО—14/23—100 — с отводной трубкой под углом 100° с взаимозаменяемыми конусами; КО-100 — с отводной трубкой под углом 100° без взаимозаменяемых конусов.

Условное обозначение каплеуловителей:

исполнения КП—14/23 из химически стойкого стекла группы ХС — каплеуловитель КП—14/23 ХС ГОСТ 25336—82;

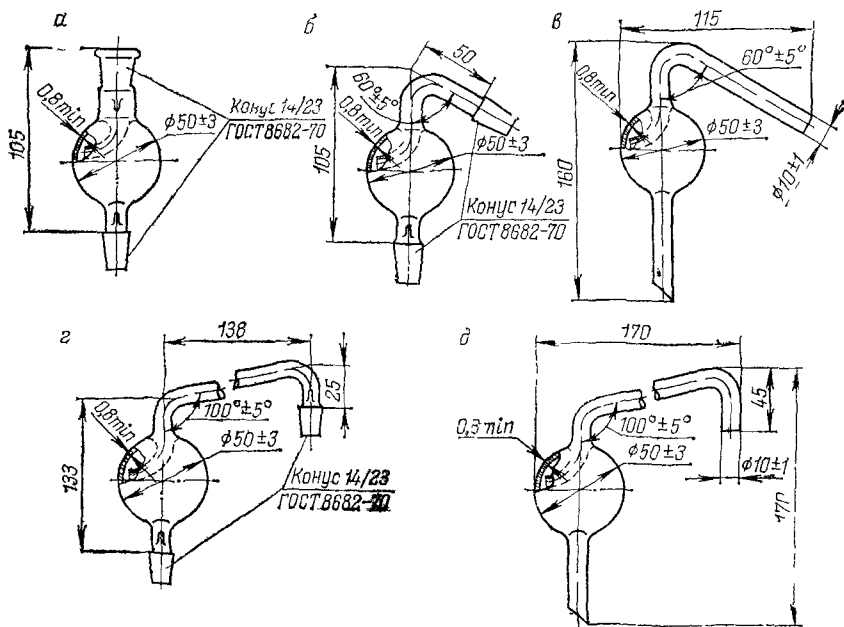


Рис. 67. Каплеуловители:

а — прямой типа КП—14/23; б — с отводной трубкой под углом 60° типа КО—14/23—60; в — с отводной трубкой под углом 60° типа КО-60; г — с отводной трубкой под углом 100° типа КО—14/23—100; д — с отводной трубкой под углом 100° типа КО-100

исполнения КО—14/23—60 из химически стойкого стекла группы ХС — каплеуловитель КО—14/23—60 ХС ГОСТ 25336—82;

исполнения КО-60 из химически стойкого стекла группы ХС — каплеуловитель КО-60 ХС ГОСТ 25336—82;

исполнения КО—14/23—100 из химически стойкого стекла группы ХС — каплеуловитель КО—14/23—100 ХС ГОСТ 25336—82;

исполнения КО-100 из химически стойкого стекла группы ХС — каплеуловитель КО-100 ХС ГОСТ 25336—82.

§ 17. НАСАДКА ДЛЯ ЭКСТРАГИРОВАНИЯ

Насадки являются основной частью аппаратов для экстрагирования. По ГОСТ 25336—82 насадки изготавливают следующих типов: НЭТ — для экстрагирования твердых веществ (рис. 68, а, табл. 84); НЭТФ — для экстрагирования твердых веществ с впаянным фильтром номинальной вместимостью 500 мл (рис. 68, б); НЭТВ — для экстрагирования твердых веществ с вставным стеклянным вкладышем (рис. 68, в, табл. 85); НЭР — для экстрагирования веществ из растворов

Таблица 84. Основные размеры (в мм) насадок типа НЭТ

Номинальная вместимость, мл	H (предельное отклонение ±10)	h (предельное отклонение ±5)	D	d (предельное отклонение ±0,5)	a ₁ (предельное отклонение ±1)	Обозначение конусов по ГОСТ 8682—70	
						муфты	керн
100	308	200	33	5,5	10	29/32	19/26
150	257	150	50			45/40	29/32
250	347	235					
500	492	375	70	6,5	14	45/40	29/32
1000	512	395					

Таблица 85. Основные размеры (в мм) насадок типа НЭТВ

Номинальная вместимость вкладыша, мл	H (предельное отклонение ±10)	H ₁ (предельное отклонение ±5)	h (предельное отклонение ±3)	Обозначение конусов по ГОСТ 8682—70	
				муфты	керн
25	223	75	50	45/40	19/26
50	217	120	90	45/40	29/32

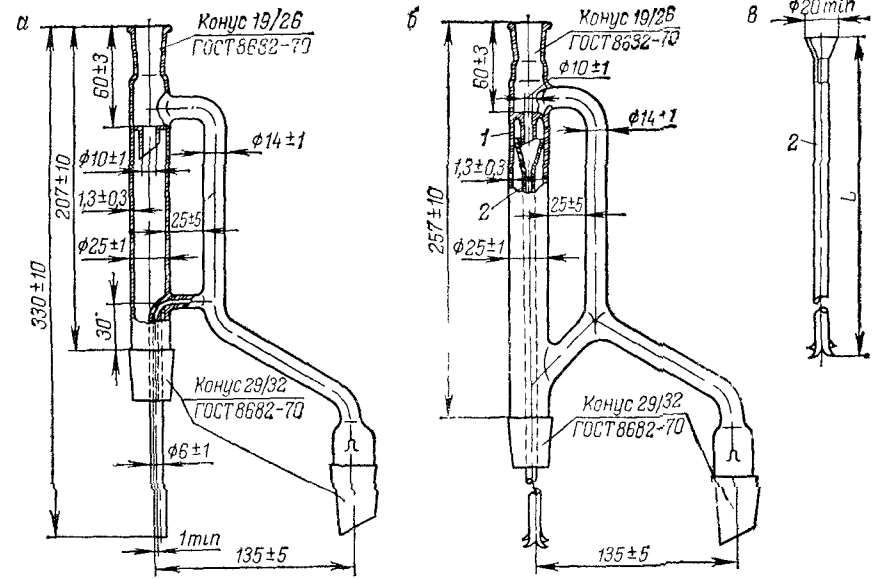
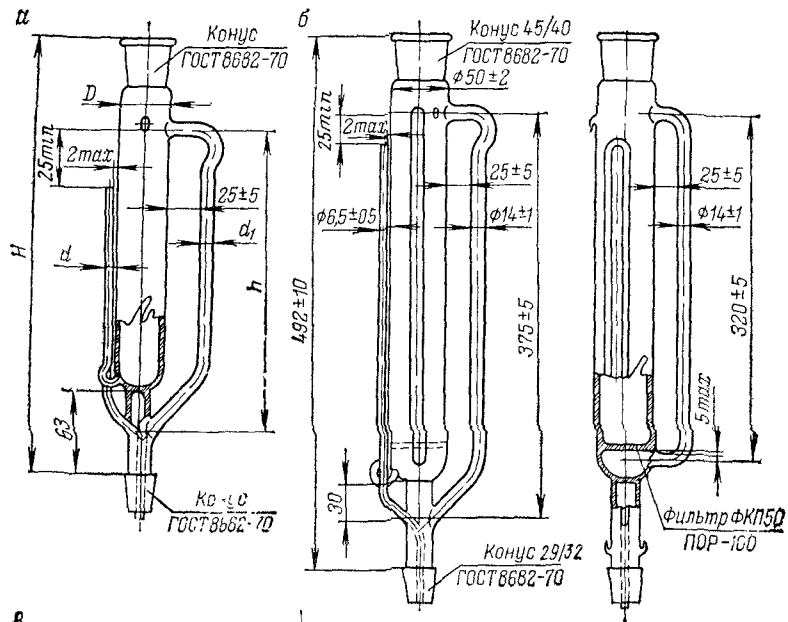


Рис. 69. Насадки для экстрагирования из растворов:
 а — типа НЭР; б, в — со стеклянными воронками типа НЭРВ
 1 — насадка; 2 — воронка

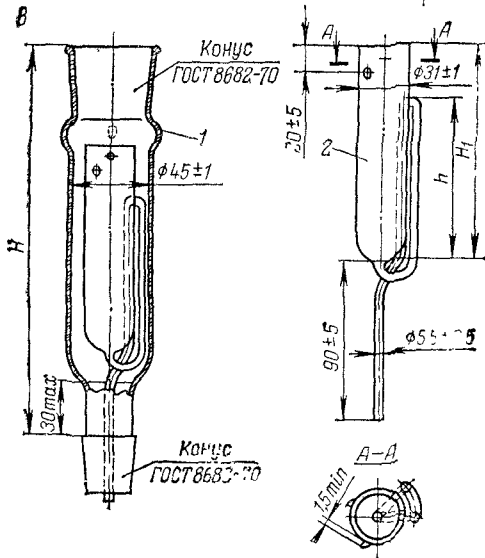


Рис. 68. Насадки для экстрагирования из твердых веществ:
 а — типа НЭТ, б — с впаивным фильтром номинальной вместимостью 500 мл
 типа НЭТФ, в — с вставным стеклянным вкладышем типа НЭТВ
 1 — насадка, 2 — вкладыш

(рис. 69, а); НЭРВ — для экстрагирования веществ из растворов со стеклянными воронками (рис. 69, б, в).

Условные обозначения насадок:

типа НЭТ номинальной вместимостью 100 мл из термически стойкого стекла группы ТС — насадка НЭТ—100 ТС ГОСТ 25336—82;

типа НЭТФ номинальной вместимостью 500 мл из термически стойкого стекла группы ТС — насадка НЭТФ—500 ТС ГОСТ 25336—82;

типа НЭТВ с номинальной вместимостью вкладыша 25 мл из химически стойкого стекла группы ХС — насадка НЭТВ—25 ХС ГОСТ 25336—82;

типа НЭР из термически стойкого стекла группы ТС — насадка НЭР ТС ГОСТ 25336—82;

типа НЭРВ из химически стойкого стекла группы ХС — насадка НЭРВ ХС ГОСТ 25336—82.

§ 18. ДЕФЛЕГМАТОРЫ

Дефлегматоры (насадки) применяют для фракционной перегонки жидкостей. Они бывают самых разнообразных форм и размеров: шаровые, елочные, цилиндрические с насадкой. Форма и основные размеры елочных дефлегматоров по ГОСТ 25336—82 приведены на рис. 70 и в табл. 86.

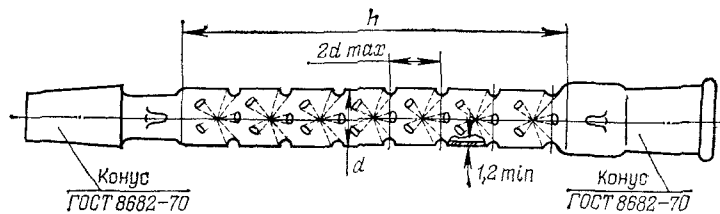


Рис. 70. Дефлегматор

Таблица 86. Основные размеры (в мм) дефлегматоров

h (предельное отклонение ±10)	d	Обозначение конусов по ГОСТ 8682-70	
		муфты	керн
100	14	14/23	14/23
150	15		19/26
200	14	19/26	14/23
	15		19/26
250	15	19/26	29/32
	17		19/26
300	15	19/26	19/26
350	17		29/32

Условное обозначение дефлегматора с высотой наколов 250 мм, взаимозаменяемыми конусами муфты 19/26 и 29/32 из термически стойкого стекла группы ТС: дефлегматор 250—19/26—29/32 ТС ГОСТ 25336—82.

Елочные дефлегматоры имеют по окружности чередующиеся по рядам в шахматном порядке конусные (несквозные) наколы по четыре в ряду, расположенные наклонно к оси трубки под углом 30°. Наколы наклонены друг к другу, наколы верхнего ряда направлены вниз, нижнего — вверх.

§ 19. ХОЛОДИЛЬНИКИ

Стеклянные лабораторные холодильники широко применяют при перегонке, экстракции и других процессах. Такие холодильники изготавливают по ГОСТ 25336—82 следующих типов: ХПТ — с прямой трубкой (рис. 71, табл. 87); ХШ — шарико-

вые (рис. 72, табл. 88); ХСН — спиральные с наружным охлаждением (рис. 73, а); ХСВ — спиральные с внутренним охлаждением (рис. 73, б); ХСВО — спиральные с внутренним охлаждением обратимые (рис. 73, в, табл. 89); ХСД — спиральные с внутренним и наружным охлаждением двухстенные (рис. 73, г, табл. 90); ХП — пальчиковые (рис. 74).

Условные обозначения холодильников:

типа ХПТ исполнения 1 с длиной кожуха 100 мм, взаимозаменяемым конусом керн 14/23 из химически стойкого стекла группы ХС холодильник ХПТ-1—100—14/23 ХС 25336—82;

типа ХШ исполнения 1 с длиной кожуха 200 мм, взаимозаменяемым конусом керн 19/26 из химически стойкого стекла группы ХС — холодильник ХШ-1—200—19/26 ХС ГОСТ 25336—82;

типа ХСН с 10 витками спирали из химически стойкого стекла группы ХС — холодильник ХСН-10 ХС ГОСТ 25336—82;

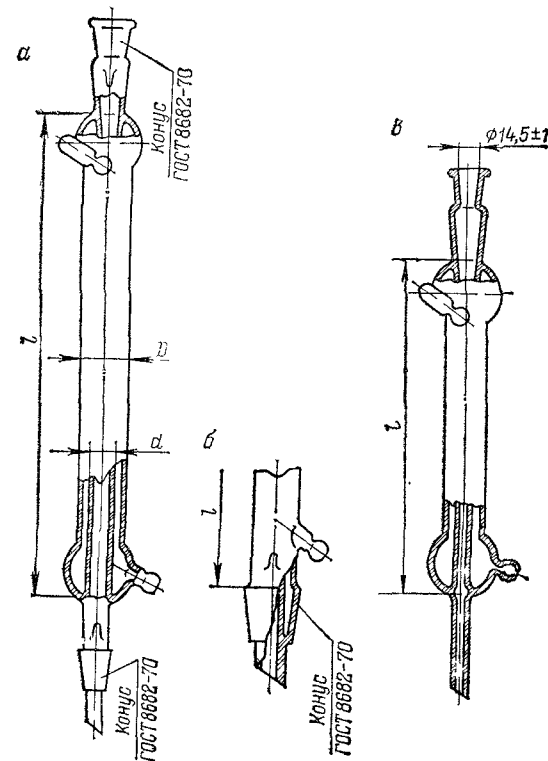


Рис. 71. Холодильники с прямой трубкой типа ХПТ: а — исполнение 1; б — исполнение 2; в — исполнение 3

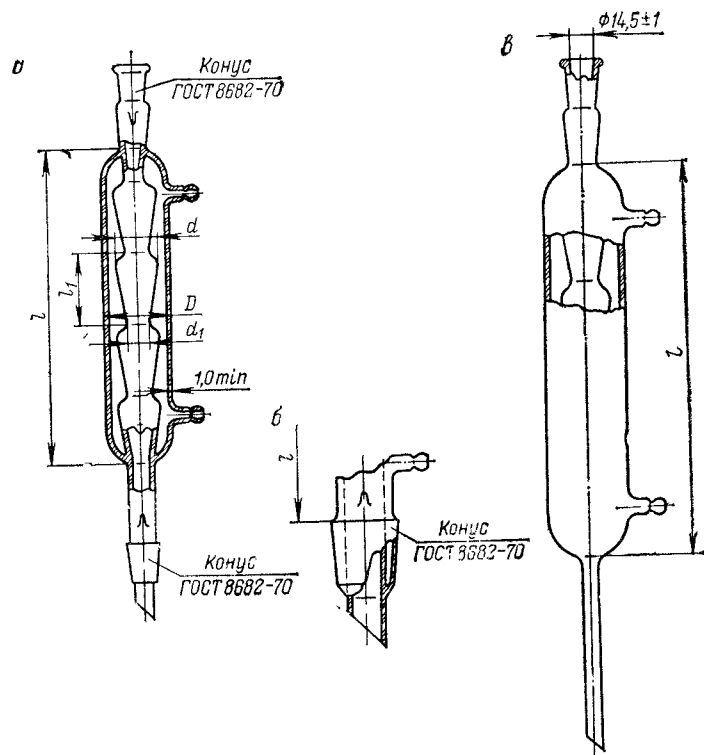


Рис. 72. Холодильники шариковые типа ХШ:
а — исполнение 1; б — исполнение 2; в — исполнение 3

типа ХСВ из химически стойкого стекла группы ХС — холодильник ХСВ ХС ГОСТ 25336—82;

типа ХСВО с 10 витками спирали из химически стойкого стекла группы ХС — холодильник ХСВО 10 ХС ГОСТ 25336—82;

типа ХСД с 15 витками спирали из химически стойкого стекла группы ХС — холодильник ХСД—15 ХС ГОСТ 25336—82;

типа ХП из химически стойкого стекла группы ХС — холодильник ХП ХС ГОСТ 25336—82.

Холодильники, изготовленные без взаимозаменяемых конусов, должны иметь следующие размеры сливной трубки: длина — не менее 70 мм, диаметр — не менее 13 мм, длина верхней части холодильника — не более 65 мм. Нижняя часть холодильников, предназначенная для стекания жидкости, должна быть обрезана под углом не более 60° к центральной оси, зашлифована или оплавлена. Размеры отводных трубок: длина не менее 20 и диаметр не менее 8 мм,

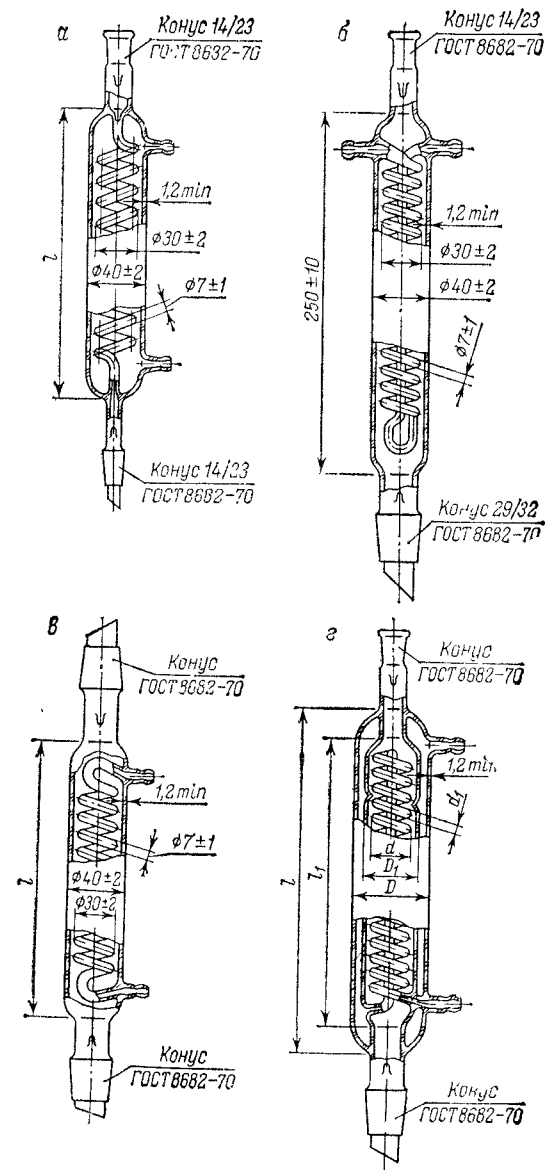


Рис. 73. Холодильники спиральные:
а — с наружным охлаждением типа ХСН (при числе витков спирали 10 и 16 $l = 200$ и 300 соответственно предельное отклонение $l \pm 10$); б — с внутренним охлаждением типа ХСВ; в — с внутренним охлаждением обратимым типа ХСВО; г — с внутренним и наружным охлаждением двухстенные типа ХСД

Таблица 87. Основные размеры (в мм) холодильников типа ХПТ исполнений 1, 2, 3

Исполнение	D (предельное отклонение ±2)	d, не менее	l, (предельное отклонение ±10)	Обозначение конусов по ГОСТ 8682-70	
				муфты	керны
1	22	11	100	14/23	14/23
			200		
			300		
	27	15	400		
2	27	15	600	29/23	
			400		
3	22	11	300	—	—
	27	15	400	—	—

Таблица 88. Основные размеры (в мм) холодильников типа ХПШ

Исполнение	D		d, не менее	d ₁ (предельное отклонение ±1)	l (предельное отклонение ±10)	l ₁ , не менее	Число шаров	Обозначение конусов по ГОСТ 8682-70			
	номинальное	предельное отклонение						муфты	керны		
1	22	±1	14	8	100	19	4	14/23	14/23		
	40	±2	28	14	42	42			19/26		
									300	6	29/32
									400	8	45/40
2	22	±1	14	8	100	19	5	—	—		
3	40	±2	28	14	200	42	6	—	—		
					300					8	
					400					8	

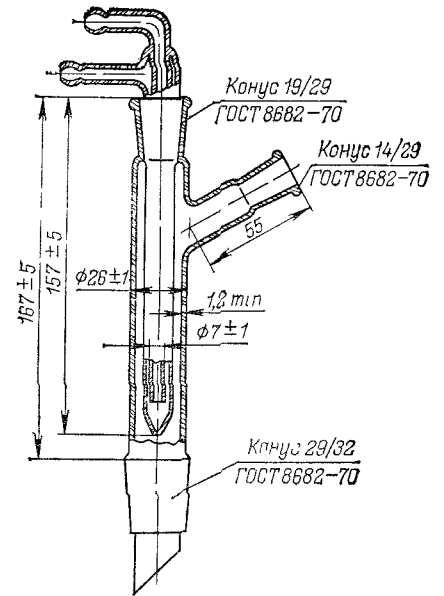


Рис. 74. Холодильник пальчиковый типа ХП

Таблица 89. Основные размеры (в мм) холодильников типа ХСВО

l (предельное отклонение ±10)	Число витков спирали	Обозначение конусов по ГОСТ 8682-70
200	10	14/23
		19/26
300	16	19/26
		29/32

Таблица 90. Основные размеры (в мм) холодильников типа ХСД

D		D ₁		d		d ₁ (предельное отклонение ±1)	l	l ₁	Число витков спирали	Обозначение конусов по ГОСТ 8682-70	
номинальное	предельное отклонение	номинальное	предельное отклонение	номинальное	предельное отклонение					муфты	керны
32	±1	22	±1	16	±1	4	130	100	9	14/23	19/26
54	±2	40	±2	30	±2	7	240	200	15		29/32
							340	300	22	—	

§ 20. ПОСУДА ИЗ ПРОЗРАЧНОГО КВАРЦЕВОГО СТЕКЛА

Посуду из прозрачного кварцевого стекла — тигли, чаши, стаканы, колбы, воронки, пробирки и пробки — применяют для работы с кислотами и нейтральными веществами при температурах до 1000 °С.

Тигли

Тигли по ГОСТ 19908—80 изготавливают двух типов (рис. 75): В — высокие (табл. 91); Н — низкие (табл. 92).

Условные обозначения кварцевых прозрачных тиглей:

высокого вместимостью 80 мл — тигель В—80 ГОСТ 19908—80;

низкого вместимостью 100 мл — тигель Н—100 ГОСТ 19908—80.

Чаши

Чаши изготавливают по ГОСТ 19908—80 (рис. 76, табл. 93).

Условное обозначение чаши из прозрачного кварцевого стекла вместимостью 100 мл: чаша 100 ГОСТ 19908—80.

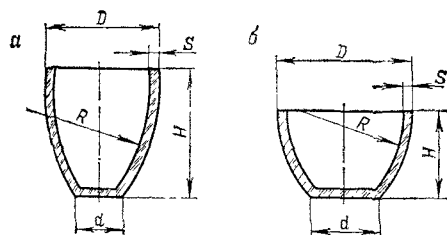


Рис. 75. Тигли кварцевые прозрачные:
а — высокие типа В; б — низкие типа Н

Таблица 91. Основные размеры (в мм) тигля типа В ($S = 1,2 \pm 0,3$)

Номинальная вместимость, мл	D		d номинальное	H		R	m · 10 ⁻³ , кг
	номинальное	предельное отклонение		номинальное	предельное отклонение		
10	30	±0,8	15	30	±0,8	63,7	6,7
20	36	±1,0	18	40	±1,0	93,4	10,6
40	45	±1,5	22	50	±1,5	114,4	16,3
50	48		24	53		123,0	18,5
80	56	±2,0	28	63	±2,0	148,0	25,9
100	60		30	67		163,4	28,1

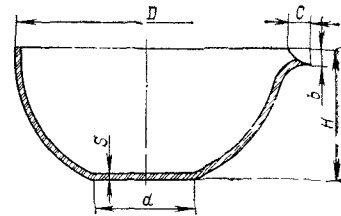


Рис. 76. Чаша

Таблица 93. Основные размеры (в мм) чаши ($S = 1,2 \pm 0,4$)

Номинальная вместимость, мл	D		d номинальное	H		b	C	m · 10 ⁻³ , кг
	номинальное	предельное отклонение		номинальное	предельное отклонение			
20	53	±3	18	25	±1	3	6	11,5
40	60		20	28				15,0
50	67		22	32	±3	4	8	19,0
80	75		25	36				23,7
100	85		28	40				29,7
160	95	±4	32	45	±3	5	10	38,0
200	105		36	50				46,3

Стаканы

Стаканы по ГОСТ 19908—80 изготавливают следующих типов: ВН — высокие с носиком и ВБН — высокие без носика (рис. 77, табл. 94); НН — низкие с носиком и НБН — низкие без носика (рис. 78, табл. 95).

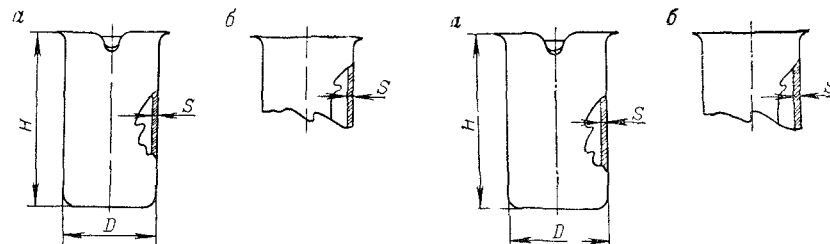


Рис. 77. Стаканы высокие:

а — высокие с носиком типа ВН;
б — высокие без носика типа ВБН

Рис. 78. Стаканы низкие:

а — низкий с носиком типа НН;
б — низкий без носика типа НБН

Таблица 92. Основные размеры (в мм) тигля типа Н ($S = 1,2 \pm 0,3$)

Номинальная вместимость, мл	D		d номинальное	H		R	m · 10 ⁻³ , кг
	номинальное	предельное отклонение		номинальное	предельное отклонение		
10	36	±0,8	16	21	±0,8	27,0	6,1
20	45	±1,0	20	26	±1,0	33,3	9,4
40	56	±1,5	26	32	±1,5	41,6	14,4
50	60		28	36		48,5	17,1
80	71	±2,0	32	40	±2,0	50,7	22,7
100	75		36	45		61,6	26,6

Таблица 94. Основные размеры (в мм) стаканов типов ВН и ВБН

Номинальная вместимость, мл	D		H		S		m · 10 ⁻³ , кг
	номинальное	предельное отклонение	номинальное	предельное отклонение	номинальное	предельное отклонение	
50	36	±2	71	±3	1,0	±0,4	19,4
100	45	±3	90				30,8
200	56		110				47,2
400	71	±4	140	±4	1,2	±0,5	76,5
800	90		180				149,5
1000	95		190				166,7
1600	110		220				224,0

Таблица 95. Основные размеры (в мм) стаканов типов НН и НБН

Номинальная вместимость, мл	D		H		S		m · 10 ⁻³ , кг
	номинальное	предельное отклонение	номинальное	предельное отклонение	номинальное	предельное отклонение	
50	40	±2	63	±3	1,0	±0,4	19,7
100	50	±3	71				28,3
200	63		90				45,4
400	80	±4	110	±4	1,2	±0,5	71,1
800	100		140				135,5
1000	110		150				160,5
1600	125		180				217,4

Условные обозначения стаканов:

высокого с носиком вместимостью 800 мл — стакан ВН—800 ГОСТ 19908—80;

низкого без носика вместимостью 400 мл — стакан НБН—400 ГОСТ 19908—80.

Колбы

Колбы по ГОСТ 19908—80 изготавливают восьми типов: КД — круглодонные длинногорлые (рис. 79, а, табл. 96); КК — круглодонные короткогорлые (рис. 79, б, табл. 97); Гр — груше-

видные (рис. 79, в, табл. 98); П — плоскодонные (рис. 79, г, табл. 99); Кн — конические (рис. 79, д, табл. 100); КПН — круглодонные для перегонки с нижней отводной трубкой (рис. 80, а, табл. 101); КПВ — круглодонные для перегонки с верхней отводной трубкой (рис. 80, б, табл. 101); КПС — круглодонные для перегонки со средней отводной трубкой (рис. 80, в).

Условные обозначения колб:

круглодонной длинногорлой вместимостью 50 мл — колба КД—50 ГОСТ 19908—80;

круглодонной короткогорлой вместимостью 50 мл с наружным диаметром горловины 26 мм — колба КК—50—26 ГОСТ 19908—80;

грушевидной вместимостью 400 мл — колба Гр—400 ГОСТ 19908—80;

плоскодонной вместимостью 400 мл с наружным диаметром горловины 31 мм — колба П—100—31 ГОСТ 19908—80;

конической вместимостью 200 мл — колба Кн—200 ГОСТ 19908—80;

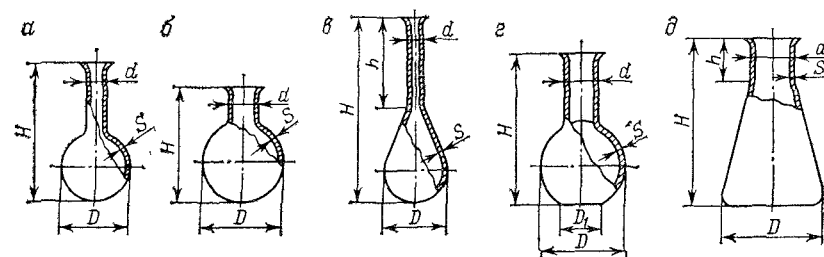


Рис. 79. Колбы из кварцевого прозрачного стекла:

а — круглодонная длинногорлая типа КД; б — круглодонная короткогорлая типа КК; в — грушевидная типа Гр, г — плоскодонная типа П; д — коническая типа Кн

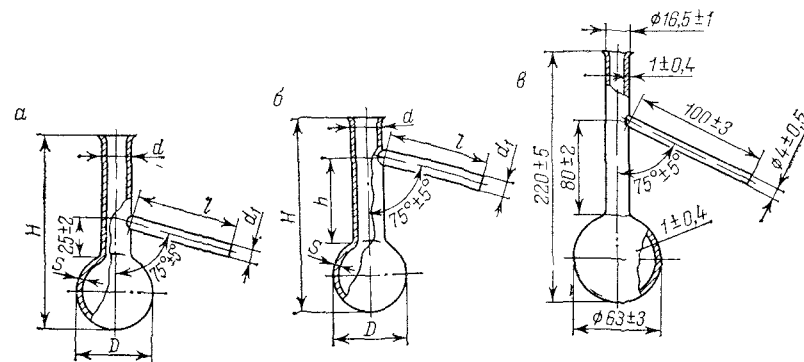


Рис. 80. Колбы круглодонные для перегонки с отводными трубками: а — с нижней отводной трубкой типа КПН; б — с верхней отводной трубкой типа КПВ; в — со средней отводной трубкой типа КПС

Таблица 96. Основные размеры (в мм) колб типа КД

Номинальная вместимость, мл	D		d		H		S		m · 10 ⁻³ , кг			
	номинальное	предельное отклонение	номинальное	предельное отклонение	номинальное	предельное отклонение	номинальное	предельное отклонение				
50	50	±3	19		120				25,7			
100	63				150				±3	1,0	±0,4	43,0
200	80	±4	29	±1	190				64,3			
400	100				240						95,1	
800	125	±5			300				168,7			
1000	135				320				±4	1,2	±0,5	192,7
1600	160				45				±2	380		

Таблица 97. Основные размеры (в мм) колб типа КК

Номинальная вместимость, мл	D		d		H		S		m · 10 ⁻³ , кг			
	номинальное	предельное отклонение	номинальное	предельное отклонение	номинальное	предельное отклонение	номинальное	предельное отклонение				
50	50	±3	21; 26		75				19,4; 20,1			
100	63		95		±3				1,0	±0,4	31,3; 32,0	
200	80	±4	26; 31	±1	120				50,7; 54,7			
400	100		150							77,1; 80,7		
800	125	±5	31; 48		190				142,7; 148,8			
1000	135				210				±4	1,2	±0,5	166,7; 174,3
1600	160				±6				48; 62	240		

Таблица 98. Основные размеры (в мм) колб типа Гр

Номинальная вместимость, мл	D		d		h		H номинальное (предельное отклонение ±4)	S		m · 10 ⁻³ , кг				
	номинальное	предельное отклонение	номинальное	предельное отклонение	номинальное	предельное отклонение		номинальное	предельное отклонение					
50	50	±3	21		110	±3	180			34,8				
100	63				125					210	1,0	±0,4	46,9	
200	80	±4		±1	140					79,2				
400	100				160					±4	300			106,8
800	125	±5	31		180					191,3				
1000	135				185						375	1,2	±0,5	212,7
1600	160				48					±2	200			314,8

Таблица 99. Основные размеры (в мм) колб типа П

Номинальная вместимость, мл	D		D ₁	d		H номинальное (предельное отклонение ±4)	S		m · 10 ⁻³ , кг		
	номинальное	предельное отклонение		номинальное	предельное отклонение		номинальное	предельное отклонение			
50	50	±3	25	26; 31		90			23,6; 25,0		
100	63		32						110	1,0	±0,4
200	80	±4	40		±1				53,7; 55,8		
400	100		50						140		
800	125	±5	63	31; 37		220			151,5; 155,9		
1000	135		70	240					1,2	±0,5	164,3; 169,1
1600	160		80	37; 48					±2	280	

Таблица 100. Основные размеры (в мм) колб Кн

Номинальная вместимость, мл	D		d		h номинальное (предельное отклонение ±3)	H		S		m·10 ⁻³ , кг
	номинальное	предельное отклонение	номинальное	предельное отклонение		номинальное	предельное отклонение	номинальное	предельное отклонение	
50	50	±3	31	±1	28	80	±3	1,0	±0,4	24,4
100	63					100				35,9
200	80		125	55,7						
400	100	±4	37	36	160	±4	1,2	±0,5	84,8	
800	125								200	125,8
1000	135		210	182,1						
1600	160	±5	48	±2	45	250	250,2			

Таблица 101. Основные размеры (в мм) колб типов КПН и КПВ

Номинальная вместимость, мл	D		d		h номинальное (предельное отклонение ±1)	H		h		l номинальное (предельное отклонение ±5)	S		m·10 ⁻³ , кг
	номинальное	предельное отклонение	номинальное	предельное отклонение		номинальное	предельное отклонение	номинальное	предельное отклонение		номинальное	предельное отклонение	
50	50	±3	21	±1	140	60	±2	160	1,0	±0,4	37,3		
100	63					180					75	68,5	
200	80		220	95	83,0								
400	100	±4	31	±1	280	120	±3	200	1,2	±0,5	115,9		
800	125										320	130	193,3
1000	135		±5	12	340	±4					140	250	220,1
1600	160	48	±2	400	160	322,1							

круглодонной для перегонки с нижней отводной трубкой вместимостью 100 мл — колба КПН—100 ГОСТ 19908—80;
 круглодонной для перегонки с верхней отводной трубкой вместимостью 100 мл — колба КПВ—100 ГОСТ 19908—80.

Воронки

Воронки изготавливают по ГОСТ 19908—80, форма и размеры приведены на рис. 81 и в табл. 102.

Условное обозначение воронки с конусом наружным диаметром 45 мм: воронка 45 ГОСТ 19908—80.

Пробирки

Пробирки по ГОСТ 19908—80 изготавливают следующих типов (рис. 82, табл. 103): БП—без пробки; МП—КШ—с массивной пробкой с взаимозаменяемым конусом; ПП—КШ—с пустотелой пробкой с взаимозаменяемым конусом.

Условное обозначение пробирки типа ПП вместимостью 90 мл с взаимозаменяемым конусом КШ 14/23: пробирка ПП—90—КШ 14/23 ГОСТ 19908—80.

Пробки

Пробки по ГОСТ 19908—80 изготавливают следующих типов: М—КШ—массивная с взаимозаменяемым конусом (рис. 83, а, табл. 104); ПУ—КШ—пустотелая с взаимозаменяемым конусом (рис. 83, б, табл. 105).

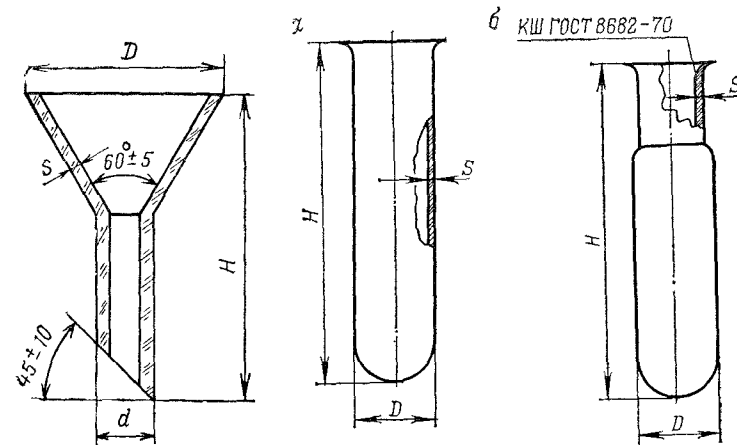


Рис. 81. Воронка с конусом

Рис. 82. Пробирки:
 а — типа БП; б — типа МП-КШ и ПП-КШ

Таблица 102. Основные размеры (в мм) воронок

номинальное	D		d (предельное отклонение ±1)	H (предельное отклонение ±4)	S (предельное отклонение ±0,5)	m·10 ⁻³ , кг
	предельное отклонение					
36	±3		6	63	1,5	8,7
45						13,0
56			21,1			
71	±5		8	125		32,2
90						52,5
110			75,9			

Таблица 103. Основные размеры (в мм) пробирок типов БП, МП — КШ, ПП — КШ

Номинальная вместимость, мл	D		H (предельное отклонение ±10)	S		Обозначение конусов по ГОСТ 8682—70	m·10 ⁻³ , кг
	номинальное	предельное отклонение		номинальное	предельное отклонение		
6	8	±0,7	120	1,2	±0,5	5/13	6,8
10	10	±1,0	150				
20	12		190				
45	16	±1,2	240				
90	22		300	1,5	±0,6	14/23; 19/26	58,9
145	25	21/28				73,9	
240	32	±1,5		2,0	±0,8	29/32	126,9
370	40	±2,0	3,0	±0,8	34/35	199,9	
580	50	±2,5			45/40	255,3	
870	63	±3,0			50/42	389,4	

Условные обозначения кварцевых пробок:
 массивной с взаимозаменяемым конусом 7/16 — пробка М—КШ 7/16 ГОСТ 19908—80;
 пустотелой с взаимозаменяемым конусом 19/26 — пробка ПУ—КШ 19/26 ГОСТ 19908—80.

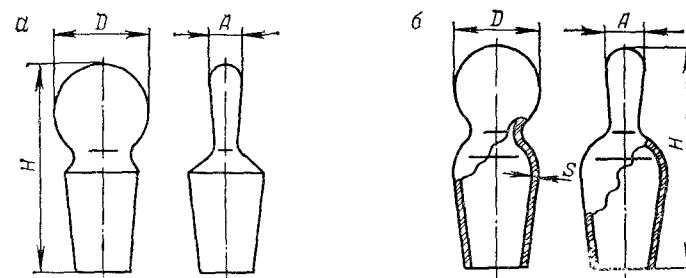


Рис. 83. Пробки:

а — массивные типа М—КШ; б — пустотелые типа ПУ—КШ

Таблица 104. Основные размеры (в мм) пробки типа М — КШ

Конусы КШ по ГОСТ 8682—70	H (предельное отклонение ±3)	D (предельное отклонение ±1)	A (предельное отклонение ±1)
5/13; 7/16 10/19	32 49	10 13	3

Таблица 105. Основные размеры (в мм) пробки типа ПУ — КШ

Конусы КШ по ГОСТ 8682—70	H		D		S		A (предельное отклонение ±1)
	номинальное	предельное отклонение	номинальное	предельное отклонение	номинальное	предельное отклонение	
14/23	52	±2	16	±2	2,0		4
19/26	58		19				
21/28	64	±3	25	±4	2,5		5
29/32	70		32				
34/35	78		38				
45/40	82	±4	42		3,0		9
50/42	88		48				
		±4			3,5	±1,0	12

По ГОСТ 19908—80 должны выполняться следующие основные технические требования, предъявляемые к изделиям.

1. Номинальные размеры конусов — по ГОСТ 8682—70.

2. Изделия должны быть химически устойчивыми к воздействию неорганических кислот, указанных в справочном приложении ГОСТ 8680—73, кроме фтороводородной (плавиковой) кислоты по ГОСТ 10484—78, а также фторофосфорной кислоты по ГОСТ 6552—80, нагретой до температуры свыше 300 °С.

Потери массы изделий, перечисленные на 100 см², не должны превышать 0,1 мг для хлороводородной кислоты по ГОСТ 3118—77.

3. Изделия должны быть термоустойчивыми. Изделия с толщиной стенки до 3 мм при нагревании до 800 ± 20 °С и с толщиной стенки 3 мм и более — до 600 ± 20 °С с последующим охлаждением в воде с температурой не выше 20 ± 5 °С должны выдерживать без разрушения 20 теплосмен.

4. Изделия должны быть устойчивыми к кристаллизации при нагревании в течение 15 мин при 1000 ± 20 °С с последующим охлаждением на воздухе при 20 ± 5 °С.

§ 21. ФИЛЬТРЫ СТЕКЛЯННЫЕ И ИЗДЕЛИЯ С ФИЛЬТРАМИ

Фильтры стеклянные

Стеклянные фильтры — это пластинки из размельченного и сплавленного стекла. Для их изготовления стекло размалывают в шаровых мельницах и просеивают при помощи набора сит. Стеклянный порошок спекают нагреванием в печи в металлических или керамических формах. Полученные пластинки впаивают в трубки, стаканы, воронки, тигли и другую посуду из стекла того же состава. Через такие пластинки можно фильтровать горячие растворы, концентрированные кислоты и разбавленные щелочи.

Фильтрующие пластинки различают по пористости. В зависимости от размера пор фильтры изготавливают нескольких классов в соответствии с ГОСТ 25336—82 (табл. 106). В зависимости от формы фильтры выпускаются следующих типов (рис. 84): ФКП — круглые плоские (табл. 107); ФКВ — круглые выпуклые (табл. 108); ФК — квадратные (табл. 109); ФП — прямоугольные (табл. 110); ФПЦ — патронные цилиндрические (табл. 111); ФПК — патронные конические (табл. 112); ФКБ — конические бактериологические.

Условные обозначения фильтров:

типа ФКП диаметром 40 мм класса ПОР 40 из химически стойкого стекла группы ХС — фильтр ФКП—40—ПОР 40 ХС ГОСТ 25336—82;

Таблица 106. Классы фильтров

Класс	Размеры пор, мкм	Класс	Размеры пор, мкм
ПОР 500	Свыше 250—500	ПОР 16	Свыше 10—16
ПОР 250	160—250	ПОР 10	3—10
ПОР 160	100—160	ПОР 3,0	1,6—3,0
ПОР 100	40—100	ПОР 1,6	1,0—1,6
ПОР 40	16—40	ПОР 1,0	До 1,0

Таблица 107. Основные размеры (в мм) фильтров круглых плоских типа ФКП

D		S		Допускаемая разнотолщинность
номинальное	предельное отклонение	номинальное	предельное отклонение	
10	±1	3,0	±1	0,5
20		3,5		
32				
40	±2	4,5	±2	1,0
50		7,0		
60				
90				
125	±3	13,0	±3	2,0
160		15,0		
180				
220		17,0		4,0

Таблица 108. Основные размеры (в мм) фильтров круглых выпуклых типа ФКВ

D		S		Допускаемая разнотолщинность
номинальное	предельное отклонение	номинальное	предельное отклонение	
60	±2	4,5	±2	1,0
90		7,0		
125		8,0		
160		10,0		
180	±3	11,0	±3	2,0
220		13,0		

Таблица 109 Основные размеры (в мм) фильтров квадратных типа ФК

l	b	S (предельное отклонение ± 1)	Допускаемая разнотолщинность
предельное отклонение ± 5			
100	100	10	2
200	200	19	4
250	250	19	

Таблица 110 Основные размеры (в мм) фильтров прямоугольных типа ФП

l	b	S (предельное отклонение ± 1)	Допускаемая разнотолщинность
предельное отклонение ± 5			
200	100	10	2
250	125	19	4

Таблица 111. Основные размеры (в мм) фильтров патронных цилиндрических типа ФПЦ

D		l (предельное отклонение ± 2)	S (предельное отклонение ± 1)	R
номинальное	предельное отклонение			
28	$\pm 1,5$	40	3,0	13,0
37		70		17,5
48	$\pm 2,0$	100	4,0	23,0
57		5,5	27,0	

Таблица 112 Основные размеры (в мм) фильтров патронных конических типа ФПК

D		l		S		R
номинальное	предельное отклонение	номинальное	предельное отклонение	номинальное	предельное отклонение	
28	± 2	105	± 4	3	± 1	9,5
32		80	± 3			12,5
36		110	± 4			15,0
38	± 3	90	± 3	7	± 2	21,0
55		150	± 5			32,0
85		240	± 8			9

типа ФКВ диаметром 90 мм класса ПОР 160 из химически стойкого стекла группы ХС — фильтр ФКВ — 90 — ПОР 160 ХС ГОСТ 25336—82;

типа ФК длиной 100 мм, шириной 100 мм класса ПОР 250 из термически и химически стойкого стекла группы ТХС — фильтр ФК—100—100—ПОР 250 ТХС ГОСТ 25336—82;

типа ФП длиной 200 мм, шириной 100 мм класса ПОР 40 из химически стойкого стекла группы ХС — фильтр ФП—200—100 ПОР 10 ХС ГОСТ 25336—82;

типа ФПЦ диаметром 48 мм класса ПОР 40 из химически стойкого стекла группы ХС — фильтр ФПЦ—48—ПОР 40 ХС ГОСТ 25336—82;

типа ФПК диаметром 36 мм класса ПОР 500 из термически и химически стойкого стекла группы ТХС — фильтр ФПК—36—ПОР 500 ТХС ГОСТ 25336—82;

типа ФКБ класса ПОР 250 из химически стойкого стекла группы ХС — фильтр ФКБ—ПОР 250 ХС ГОСТ 25336—82.

Изделия с фильтрами

Изделия с фильтрами — фильтрующие воронки без конусов и с конусами, с отводами, обратные воронки, тигли, газопромыватели, газовые и воздушные фильтры, трубки, сосуды и стаканы — находят широкое применение в лабораторной

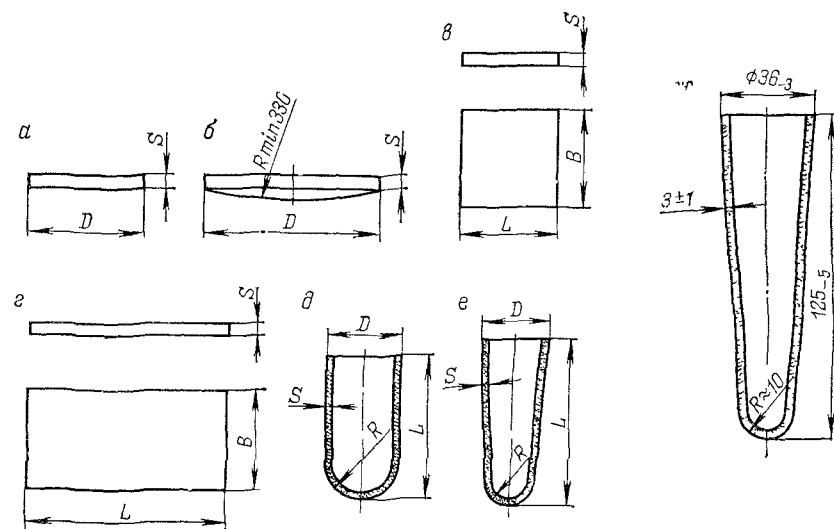


Рис. 84. Фильтры:

a — круглый плоский типа ФКП, b — круглый выпуклый типа ФКВ; c — квадратный типа ФК, d — прямоугольный типа ФП, e — патронный цилиндрический типа ФПЦ; $ж$ — патронный конический типа ФПК; $з$ — конический бактериологический типа ФКБ

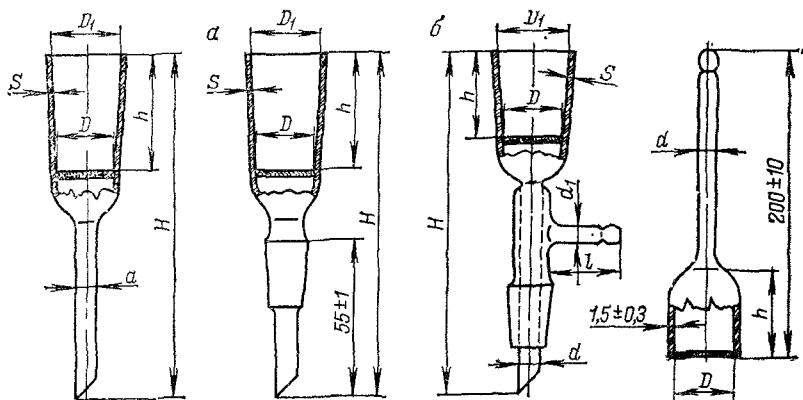


Рис. 85. Воронки фильтрующие:
а — ВФ (исполнения 1, 2); б — ВФО; в — ВФОТ

практике. Стекланные фильтры часто используют также в конструкциях различных приборов и аппаратов.

В соответствии с ГОСТ 25336—82 стекланные изделия с фильтрами изготавливают следующих типов: ВФ — воронки фильтрующие без взаимозаменяемых конусов (исполнение 1) и с взаимозаменяемыми конусами (исполнение 2) (рис. 85, а, табл. 113); ВФО — воронки фильтрующие с отводом и взаимозаменяемым конусом (рис. 85, б, табл. 114); ВФОТ — воронки фильтрующие обратные (рис. 85, в, табл. 115); ТФ — тигли фильтрующие (рис. 86, табл. 116); ГФП — газопромыватели с прямым отводом (рис. 87, а); ГФИ — газопромыватели с изогнутым отводом (рис. 87, б); ФГ — фильтры газовые (рис. 88).

Условные обозначения:

воронки типа ВФ исполнения 1 с диаметром фильтра 32 мм класса ПОР 100 из термически и химически стойкого стекла группы ТХС — воронка ВФ — 1 — 32 — ПОР 100 ТХС ГОСТ 25336—82;

воронки типа ВФ исполнения 2 с диаметром фильтра 60 мм класса ПОР 250 с взаимозаменяемым конусом 19/26 из химически стойкого стекла группы ХС — воронка ВФ — 2 — 60 — ПОР 250 — 19/26 ХС ГОСТ 25336—82;

воронки типа ВФО с диаметром фильтра 20 мм класса ПОР 100 из химически стойкого стекла группы ХС — воронка ВФО — 20 ПОР — 100 ХС ГОСТ 25336—82;

воронки типа ВФОТ с диаметром фильтра 32 мм класса ПОР 160 из

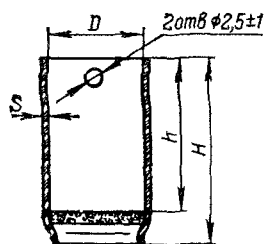


Рис. 86. Тигель фильтрующий типа ТФ

Таблица 113. Основные размеры (в мм) воронок фильтрующих типа ВФ исполнений 1 и 2

H	h		D ₁		D	d (предельное отклонение ±1)	S		Обозначение конусов воронок исполнения 2 по ГОСТ 8682—70
	номинальное	предельное отклонение	номинальное	предельное отклонение			номинальное	предельное отклонение	
100	±10	20	±2	10	13	±1	6	1,5	14/23
110		30		20	24		7		
130		40		32	37	±2	9	±0,3	
140		60		40	46		11		
180	90	±3	90	101	13	2,5	±0,5	19/26	
220	140	125	140	15					
280	160	160	177	17					
310									

Таблица 114. Основные размеры (в мм) воронок фильтрующих с отводом типа ВФО

H	h		D ₁		D	d	d ₁	S		l	Обозначение конусов по ГОСТ 8682—70
	номинальное	предельное отклонение	номинальное	предельное отклонение				номинальное	предельное отклонение		
90	±10	20	±2	10	13	±1	6	1,5	25	14/23	
115		30		20	24		7				6
135		40		32	37	±2	9	2,0			
145		60		40	46		11				7
200	90	±3	90	101	13	9	2,5	±0,5	30	29/32	
240	140	125	140	15							
340	160	160	177	17							
370											

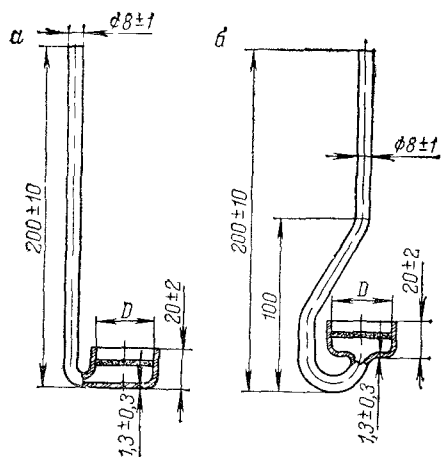


Рис 87. Газопромыватели:
а — ГФП, б — ГФИ

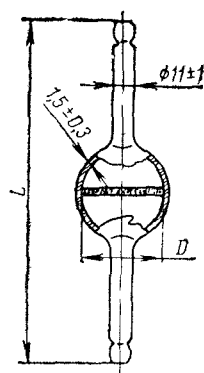


Рис 88 Фильтр газовый
типа ФГ (размеры, мм:
 $l = 180, D = 32,$
 $l = 210, D = 60,$
предельное отклонение
 $l \pm 10$)

Таблица 115. Основные размеры (в мм) воронок фильтрующих обратных типа ВФОТ

h (предельное отклонение ± 3)	D	d (предельное отклонение ± 1)
15	10	7
20	20	9
30	32	
50	40	

Таблица 116. Основные размеры (в мм) тиглей фильтрующих типа ТФ

H	h	D	S (предельное отклонение ± 0.3)
предельное отклонение ± 2	40	10	1,3
	50	20	
	60	32	1,5
	70	40	

химически стойкого стекла группы ХС — воронка ВФОТ — 32 —
— ПОР 16 ХС ГОСТ 25336—82.

Условные обозначения тигля типа ТФ с диаметром фильтра 40 мм класса ПОР 40 из химически стойкого стекла группы ХС — тигель ТФ—40—ПОР 40 ХС ГОСТ 25336—82;

газопромывателя типа ГФП с диаметром фильтра 10 мм класса ПОР 160 из термически и химически стойкого стекла группы ТХС — газопромыватель ГФП—10—ПОР 160 ТХС ГОСТ 25336—82;

газопромывателя типа ГФИ с диаметром фильтра 32 мм класса ПОР 100 из химически стойкого стекла группы ХС — газопромыватель ГФИ—32—ПОР 100 ХС ГОСТ 25336—82;

фильтра типа ФГ с диаметром 60 мм класса ПОР 100 из химически стойкого стекла группы ХС — фильтр ФГ—60—ПОР 100 ХС ГОСТ 25336—82.

§ 22. СТАКАНЧИКИ ДЛЯ ВЗВЕШИВАНИЯ (БЮКСЫ)

Стаканчики предназначены для взвешивания и хранения веществ при лабораторных работах. В соответствии с ГОСТ 25336—82 выпускают стаканчики следующих типов (рис. 89, табл. 117): СВ — высокие; СН — низкие.

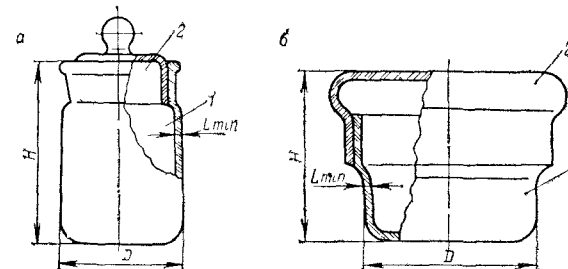


Рис 89 Стаканчики для взвешивания
а — высокий типа СВ; б — низкий типа СН
1 — стаканчик, 2 — крышка

Таблица 117. Основные размеры (в мм) стаканчиков типов СВ и СН

Тип	D (предельное отклонение ± 1)	H , не более	Обозначение конусов по ГОСТ 8682—70 горловин стаканчиков
СВ	20	30	14/8
	25	40	19/9
	30	50	24/10
	40	65	34/12

Продолжение

Тип	D (предельное отклонение ± 1)	H , не более	Обозначение конусов по ГОСТ 8652-70 горловины стаканчиков
СН	32	50	34/12
	43		45/13
	58		60/14
	82		85/15

Условное обозначение стаканчика типа СВ с взаимозаменяемым конусом 14/8: стаканчик СВ—14/8 ГОСТ 25336—82.

§ 23. ЭКСИКАТОРЫ

Эксикаторы применяют при лабораторных работах для высушивания и хранения веществ, легко поглощающих влагу из воздуха. Эксикаторы подразделяют на обычные (без крана) и вакуум-эксикаторы (с краном).

Некоторые зарубежные фирмы выпускают вакуум-эксикаторы с электрическим обогревом. Отечественная промышленность выпускает эксикаторы в соответствии с ГОСТ 25336—82 следующих исполнений (табл. 118): 1 — с краном (рис. 90); 2 — без крана (рис. 91).

Условное обозначение эксикатора исполнения 1 с диаметром корпуса 100 мм: эксикатор 1—100 ГОСТ 25336—82.

Эксикаторы исполнения 1 должны выдерживать в течение суток предельное остаточное давление не более 66,7 гПа (50 мм рт. ст.).

Таблица 118. Основные размеры (в мм) эксикаторов исполнений 1, 2

D (предельное отклонение ± 4)	D_1 (предельное отклонение ± 2)	d (предельное отклонение ± 5)	d_1 , не более	H , не менее		h		h_1	
				Исполнение 1	Исполнение 2	номинальное	предельное отклонение	номинальное	предельное отклонение
136	100	98	78	145	135	60	± 5	40	± 5
180	140	136	105	176	163	78		42	
230	190	185	150	238	215	105	± 10	60	± 10
290	250	244	200	280	253	110		80	

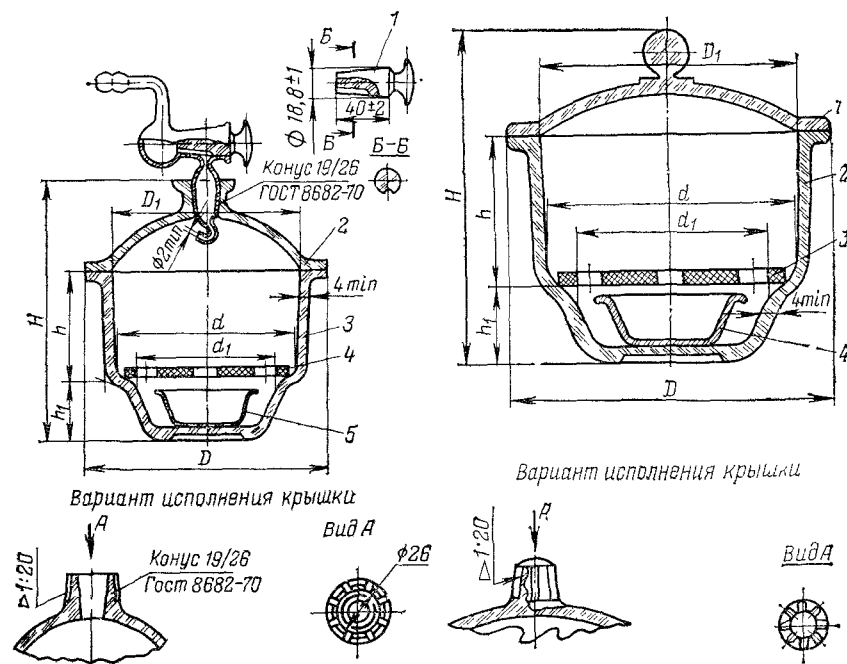


Рис. 90. Эксикатор с краном (исполнение 1):
1 — кран вакуумный; 2 — крышка; 3 — корпус; 4 — вставка по ГОСТ 9147—80; 5 — чашка

Рис. 91. Эксикатор без крана (исполнение 2):
1 — крышка; 2 — корпус; 3 — вставка по ГОСТ 9147—80; 4 — чашка

§ 24. АППАРАТЫ ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ ГАЗА

Аппараты для получения газа (аппараты Киппа) предназначены для получения небольших количеств газа непосредственно в лабораториях. Чаще всего в аппаратах Киппа получают диоксид углерода из мрамора и хлороводородной кислоты и сероводород из сульфита железа и хлороводородной кислоты (1 : 1). Аппарат (рис. 92) состоит из реактора 4, внутри

Таблица 119. Основные размеры (в мм) аппаратов для получения газа

Номинальная вместимость по шару, реактора, мл	H	h	D		S (предельное отклонение ± 1)
			предельное отклонение ± 10		
500	400	245	150	110	4
1000	480	295	180	140	
2000	550	345	220	170	5

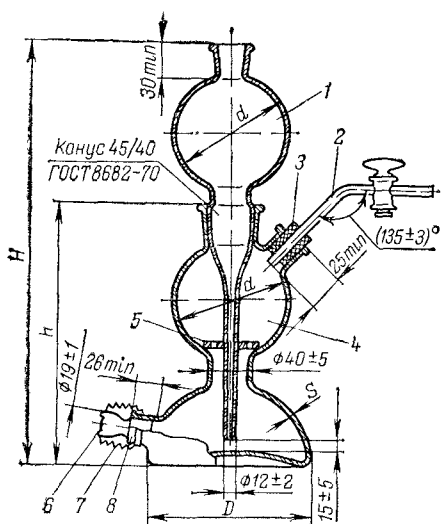


Рис 92 Аппарат для получения газа (аппарат Киппа):

1 — воронка, 2 — трубка отводная с краном, 3 — пробка резиновая; 4 — реактор, 5 — вкладыш; 6 — пробка стеклянная, 7 — пружина; 8 — скоба крепления

которого имеется вкладыш 5 с отверстиями. В верхний тубус реактора вставлена отводная трубка с краном 2, нижний тубус снабжен стеклянной пробкой 6, закрепленной с помощью скобы 8 и пружины 7. В горловину реактора на конусе вставлена воронка 1.

Основные размеры аппаратов Киппа в соответствии с ГОСТ 25336—82 приведены в табл. 119.

Условное обозначение аппарата для получения газа номинальной вместимостью 500 мл: аппарат 500 ГОСТ 25336—82.

Для подготовки аппарата к работе вынимают пробку 3 из тубуса, через него вводят в реактор твердое вещество для получения газа (например, мрамор). После этого пробку с отводной трубкой снова вставляют в тубус. Затем через воронку 1 наливают столько раствора (например, разбавленной хлороводородной кислоты), чтобы реактор был заполнен до половины, при этом кран на отводной трубке должен быть открыт. Образующийся газ пропускают через отводную трубку 7—10 мин для вытеснения воздуха из аппарата. Затем отводную трубку 2 с краном подсоединяют к прибору, в который необходимо пропускать газ.

§ 25. ПРИБОРЫ ДЛЯ ПОГЛОЩЕНИЯ ГАЗОВ И ПАРОВ ВОДЫ

Приборы применяют при определении содержания углерода, водорода и диоксида углерода в бурых и каменных углях, антрацитах, горючих сланцах и в торфе. Приборы в соответствии с ГОСТ 25336—82 выпускают следующих типов (рис. 93): ПС — спиральный, ПГ — грушевидный.

Условные обозначения приборов: прибор ПС ГОСТ 25336—82; прибор ПГ ГОСТ 25336—82.

Зазор между входящей трубкой и дном поглотительного сосуда прибора типа ПГ — не более 3 мм.

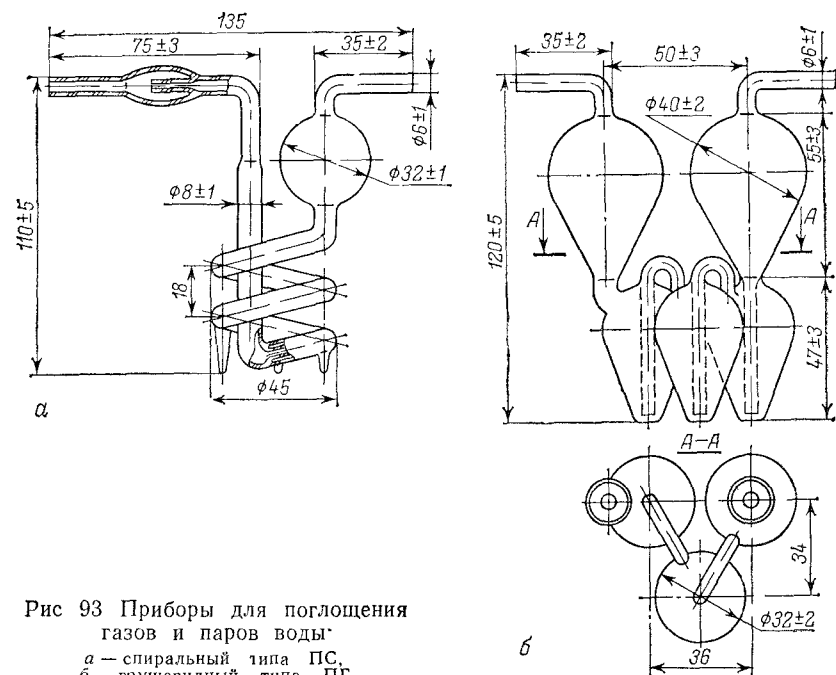


Рис 93 Приборы для поглощения газов и паров воды:

а — спиральный типа ПС, б — грушевидный типа ПГ

§ 26. НАСОСЫ ВОДОСТРУЙНЫЕ

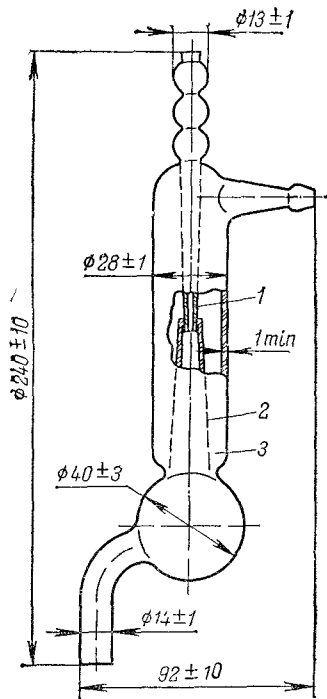
Водоструйные насосы предназначены для создания вакуума при различных лабораторных работах: перегонке, возгонке, высушивании, для ускорения фильтрования, при перекачивании жидкостей и т. д. Насосы изготавливают различной формы и размеров. Они бывают стеклянными, металлическими и пластмассовыми и работают от водопроводной системы. Основным элементом является сопло. Вода, проходя с большой скоростью через сопло, создает разрежение, окружающий воздух увлекается в направлении течения струи и выводится наружу.

Отечественная промышленность выпускает стеклянные водоструйные насосы в соответствии с ГОСТ 25336—82, их формы и размеры показаны на рис. 94.

Зазор между соплом и диффузором не должен превышать 0,3 мм, иначе насос не будет работать. Чтобы проверить, работает ли водоструйный насос, его присоединяют с помощью шланга к водопроводному крану. Медленно пускают воду, а боковое отверстие насоса закрывают влажным пальцем. Если палец присасывается быстро, то насос исправен.

Основные параметры насоса при давлении воды не менее 2942 гПа (3 кгс/см²) и температуре (8 ± 1)°С должны быть:

Рис. 94. Насос водоструйный:
1 — сопло; 2 — диффузор; 3 — корпус



предельное остаточное давление — не более 31,3 гПа (10 мм рт. ст.); время установления предельного остаточного давления в сосуде номинальной вместимостью 1000 мл — не более 6 мин; предельное остаточное давление при температуре воды, отличной от $(8 \pm 1)^\circ\text{C}$, должно соответствовать указанному в табл. 120 плюс 3,33 гПа (2,5 мм рт. ст.).

Из таблицы видно, что чем ниже температура водопроводной воды, тем более высокого вакуума можно достичь с помощью водоструйного насоса.

Условное обозначение насоса водоструйного: насос водоструйный ГОСТ 25336—82.

Таблица 120. Давление паров воды для водоструйного насоса

Температура, °С	Давление, гПа (мм рт. ст.)	Температура, °С	Давление, гПа (мм рт. ст.)
0	6,09 (4,579)	17	19,32 (14,53)
5	8,70 (6,543)	18	20,59 (15,48)
6	9,32 (7,011)	19	21,92 (16,48)
10	12,25 (9,209)	20	23,33 (17,54)
11	13,09 (9,84)	21	24,80 (18,65)
12	13,99 (10,52)	22	26,37 (19,83)
13	14,94 (11,23)	23	28,02 (21,07)
14	15,95 (11,99)	24	29,77 (22,38)
15	17,01 (12,79)	25	31,60 (23,76)
16	18,13 (13,63)		

§ 27. КАПЕЛЬНИЦЫ

Капельницы предназначены для дозировки индикаторов и других растворов. Капельницы в соответствии с ГОСТ 25336—82 изготавливают следующих исполнений: 1 — с баллоном (рис. 95); 2 — с колпачком (рис. 96, табл. 121); 3 — с клювиком и взаимозаменяемым конусом (рис. 97, табл. 122). Номинальная вместимость капельниц исполнений 1 и 3 — 50 мл.

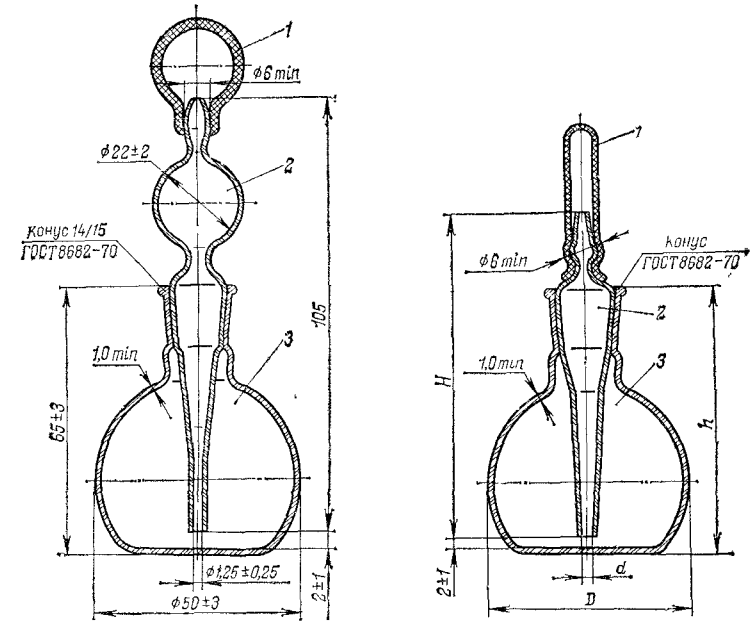


Рис. 95. Капельница с баллоном (исполнение 1):
1 — баллон; 2 — пипетка; 3 — колба

Рис. 96. Капельница с колпачком (исполнение 2)
1 — колпачок; 2 — пипетка; 3 — колба

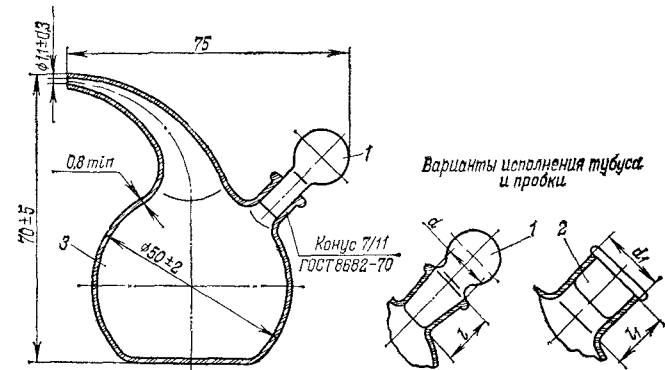


Рис. 97. Капельница с клювиком и взаимозаменяемым конусом:
1 — стеклянная пробка; 2 — полиэтиленовая пробка; 3 — колба

Таблица 121. Основные размеры (в мм) капельницы использования 2

Номинальная вместимость, мл	H (предельное отклонение ±5)	h	D	d		Обозначение конусов по ГОСТ 8682-70
		предельное отклонение ±3)	номинальное	предельное отклонение		
10	60	45	32	0,9	±0,1	10/13
25	70	55	40	1,3	±0,2	14/15
50	80	65	50			

Таблица 122. Основные размеры (в мм) капельницы исполнения 3

d	d ₁	l		l ₁ (предельное отклонение ±2)
предельное отклонение ±1	номинальное	предельное отклонение		
7,5	15,0	11	+3 -1	14
10,0	16,0	13		16
15,0	17,5	14	±2	18

Условные обозначения капельниц:

исполнения 1 из химически стойкого стекла группы ХС — капельница 1 ХС ГОСТ 25336—82;

исполнения 2 номинальной вместимостью 50 мл из химически стойкого стекла группы ХС — капельница 2—50 ХС ГОСТ 25336—82;

исполнения 3 с взаимозаменяемым конусом 7/11 из химически стойкого стекла группы ХС — капельница 3—7/11 ХС ГОСТ 25336—82;

исполнения 3 со стеклянной пробкой, диаметром тубуса 7,5 мм из химически стойкого стекла группы ХС — капельница 3С—7,5 ХС ГОСТ 25336—82;

исполнения 3 с полиэтиленовой пробкой, диаметром тубуса 15,0 мм из химически стойкого стекла группы ХС — капельница 3П—15,0 ХС ГОСТ 25336—82.

§ 28. СПИРТОВКИ

Спиртовки предназначены для подогрева жидкостей и твердых веществ в лабораторных и клинических условиях. Спиртовки в соответствии с ГОСТ 25336—82 изготавливают следующие

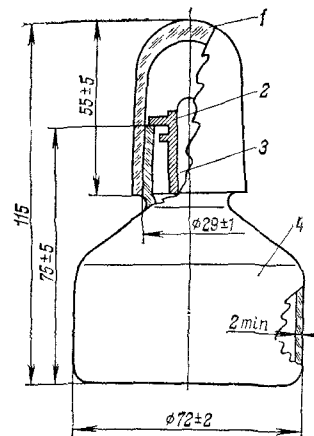


Рис. 98. Спиртовка со стеклянным колпачком типа СЛ-1:

1 — колпачок; 2 — втулка; 3 — фитиль; 4 — корпус

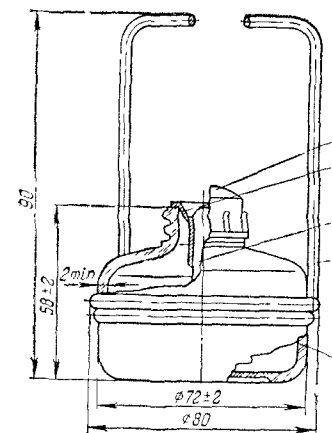


Рис. 99. Спиртовка с фенопластовым колпачком и подставкой типа СЛ-2

1 — колпачок; 2 — втулка; 3 — фитиль; 4 — подставка; 5 — корпус

типов: СЛ-1 — со стеклянным колпачком (рис. 98); СЛ-2 — с фенопластовым колпачком и подставкой (рис. 99).

Номинальная вместимость спиртовок — 100 мл.

Условное обозначение спиртовок: спиртовка СЛ-1 ГОСТ 25336—82; спиртовка СЛ-2 ГОСТ 25336—82.

§ 29. ПОСУДА МЕРНАЯ ЛАБОРАТОРНАЯ

Цилиндры

Мерные цилиндры — это сосуды обычно цилиндрической формы с нанесенными на их наружной стенке делениями, указывающими объем в миллилитрах. Цилиндры изготавливают вместимостью от 5 до 2000 мл.

Для отмеривания необходимого объема жидкости ее наливают в мерный цилиндр до тех пор, пока нижний мениск не достигнет уровня нужного деления. Мерные цилиндры калибруют на наливание или отливание.

Цилиндры изготавливают в соответствии с ГОСТ 1770—74 исполнений 1, 2, 3, 4 (рис. 100, табл. 123, 124).

Условные обозначения цилиндров:

исполнения 2 вместимостью 100 мл — цилиндр 2—100 ГОСТ 1770—74;

исполнения 4 вместимостью 100 мл — цилиндр 4—100 ГОСТ 1770—74.

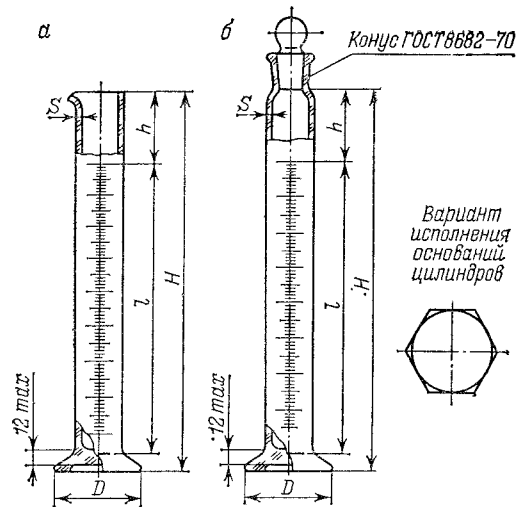


Рис. 100. Цилиндры:
 а — с носиком (исполнение 1); б — с шлифованной пробкой (исполнение 2); в — с носиком и пластмассовым основанием (исполнение 3); г — с шлифованной пробкой и пластмассовым основанием (исполнение 4)
 1 — цилиндр; 2 — основание

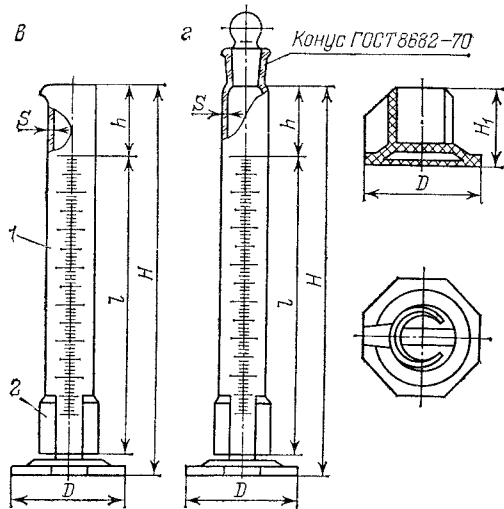


Таблица 123. Основные размеры (в мм) цилиндров исполнений 1, 2

Вместимость цилиндров, мл	Цена наименьшего деления, мл	Объем, соответствующий нижней отметке, мл	D, не менее	H, не более	h, не менее	L, не менее	S		Обозначение конуса по ГОСТ 8682-70
							номинальное	предельное отклонение	
5	0,1	0,5	30	115	20	55	1,3	±0,3	7/16 10/19 14/23
10	0,2	1,0	40	140	20	65			
25	0,5	3,0	45	170	25	85			
50	1,0	5,0	50	200	30	110	1,5	±0,5	14/23 19/26 19/26
100	1,0	10,0	60	260	35	145			
250	2,0	20,0	70	335	40	200			
500	5,0	50,0	90	390	45	250	Не менее 1,1 Не менее 1,5	—	29/32 29/32 34/35
1000	10,0	100,0	115	470	50	310			
2000	20,0	200,0	140	570	50	380			

Таблица 124. Основные размеры (в мм) цилиндров исполнений 3, 4

Вместимость цилиндров, мл	Цена наименьшего деления, мл	Объем, соответствующий нижней отметке, мл	D, не менее	H, не более	h, не менее	H ₁ , не менее	L, не менее	S		Обозначение конуса по ГОСТ 8682-70
								номинальное	предельное отклонение	
25	0,5	3,0	45	170	25	25	85	1,3	±0,3	14/23
50	1,0	5,0	50	200	30	28	110			
100	1,0	10,0	60	260	35	32	145	1,5	±0,5	14/23 19/26 19/26
250	2,0	20,0	70	335	40	40	200			

Мензурки

Мензурки — это сосуды конической формы, на наружной поверхности которых, как и у мерных цилиндров, нанесены деления в миллилитрах. Мензурки применяют в основном для отстаивания мутных жидкостей, осадок собирается в нижней суженной части. Обычно мензурки изготавливают вместимостью от 50 до 1000 мл. Мензурки калибруют на отливание.

Мензурки изготавливают в соответствии с ГОСТ 1770—74 (рис. 101, табл. 125).

Условное обозначение мензурки вместимостью 100 мл; мензурка 100 ГОСТ 1770—74.

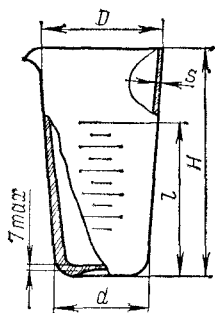


Рис. 101. Мензурка

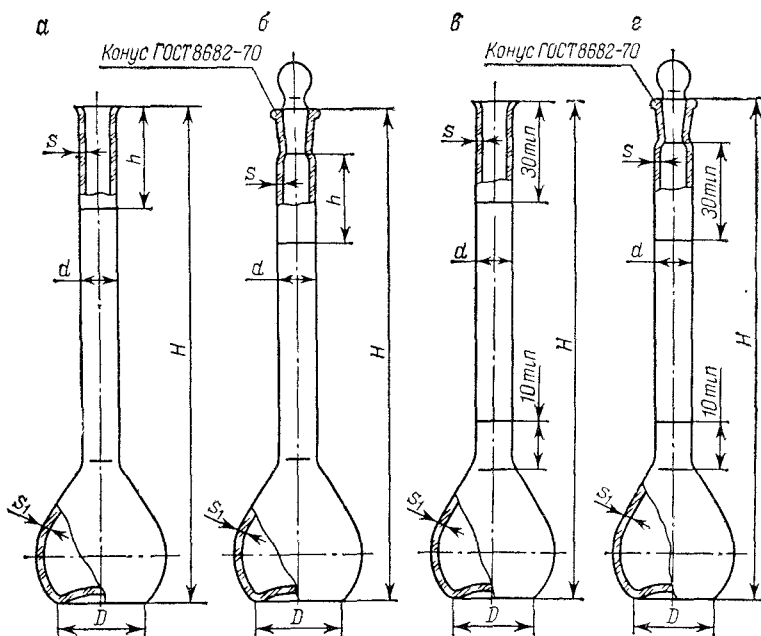


Рис. 102. Колбы мерные:

а — с одной отметкой (исполнение 1), б — с одной отметкой и шлифованной пробкой (исполнение 2), в — с двумя отметками (исполнение 3); г — с двумя отметками и шлифованной пробкой (исполнение 4)

Таблица 125. Основные размеры (в мм мензурок)

Вместимость мензурок, мл	Цена наименьшего деления, мл	Объем, соответствующий нижней отметке (в мл), не более	H		D		d		l, не менее	s	
			номинальное	предельное отклонение	номинальное	предельное отклонение	номинальное	предельное отклонение		номинальное	предельное отклонение
50	5	5	80		45		32		50		-0,5
100	10	10	100	±5	56	±2	38	±2	65	1,5	+0,8
250	25	25	120		75		55		80	1,7	
500	25	50	150	±10	95	±3	70	±3	100		±0,6
1000	50	100	170		122		90		130	2,0	

Колбы

Мерные колбы служат для проведения различных аналитических работ: разбавления растворов, растворения веществ в определенном объеме соответствующего растворителя и т. п. Мерные колбы калибруют на наливание или на отливание. Колбы, предназначенные для паливания и отмеривания жидкости, имеют одну кольцевую отметку на цилиндрической части горловины (рис. 102, а, б). Колбы, на которых отбирают определенный объем жидкости, имеют две кольцевые отметки, так как объем вылитой жидкости меньше отмеренного, поскольку часть ее остается на стенках (рис. 102, в, г).

В соответствии с ГОСТ 1770—74 мерные колбы изготавливают исполнений 1, 2, 3, 4 (табл. 126, 127).

Условные обозначения колб:

исполнения 2 вместимостью 100 мл 2-го класса точности — колба 2 — 100 — 2 ГОСТ 1770—74;

исполнения 4 вместимостью 100 мл 2-го класса точности — колба 4 — 100 — 2 ГОСТ 1770—74.

Предельные отклонения от номинальной вместимости посуды при 20 °С не должны превышать указанных в табл. 128.

Пробирки

В соответствии с ГОСТ 1770—74 пробирки изготавливают исполнений 1, 2 (рис. 103, табл. 129).

Условные обозначения пробирок:

исполнения 1 вместимостью 10 мл с ценой деления 0,1 мл

Таблица 126. Основные размеры (в мм) колб исполнений 1, 2

Вместимость, мл	H		h, не менее	d		S		S ₁		Обозначение конуса по ГОСТ 8682-70
	номинальное	предельное отклонение		номинальное	предельное отклонение	номинальное	предельное отклонение	номинальное	предельное отклонение	
5	70	±3	20	10		1,3		1,0		7/16
10	90									
25	110	±5	30	13	+1	+0,3		±0,2		10/19
50	140									
100	170									
200	210	±8	40	17		1,5		1,2		14/23
250	220									
500	260									
1000	300	±10	60	23	±1,5	1,8	±0,5	1,5	±0,3	19/26
2000	370									

Примечание. D=70-80% наружного диаметра колб.

Таблица 127. Основные размеры (в мм) колб исполнений 3, 4

Вместимость, мл	H (предельное отклонение ±10)	d (предельное отклонение ±1)	S (предельное отклонение ±0,3)	S ₁ (предельное отклонение ±0,2)	Обозначение конуса по ГОСТ 8682-70
50; 55 100; 110	185 235	13	1,3	1,0	10/19
200; 220	265	19	1,5	1,2	14/23

Примечание. D=70-80% наружного диаметра колб.

из химически стойкого стекла — П-1-10-0,1 ХС ГОСТ 1770-74;

исполнения 2 вместимостью 15 мл с взаимозаменяемым конусом 14/23 из химически стойкого стекла — П-2-15-14/23 ХС ГОСТ 1770-74,

Таблица 128. Предельные отклонения от номинальной вместимости (в мл) посуды при 20 °С

Номинальная вместимость	Цилиндры		Мензурки	Колбы			
	наливные	отливные		1-го класса		2-го класса	
			наливные	отливные	наливные	отливные	
5	0,10	0,20	—	0,025	0,05	0,05	—
10	0,10	0,20	—	0,025	0,05	0,05	—
25	0,25	0,50	—	0,03	0,06	0,06	0,12
50	0,25	0,50	2,50	0,05	0,10	0,10	0,20
100	0,50	1,00	5,00	0,10	0,20	0,20	0,40
200	—	—	—	0,15	0,30	0,30	0,60
250	1,25	2,50	5,00	0,15	0,30	0,30	0,60
500	2,50	5,00	12,50	0,20	0,40	0,40	0,80
1000	5,00	10,00	25,00	0,30	0,60	0,60	1,20
2000	10,00	20,00	—	0,50	1,00	1,00	2,00

Таблица 129. Основные размеры (в мм) пробирок исполнений 1, 2

Номинальная вместимость, мл	H (предельное отклонение ±5)	Цена деления, мл	Обозначение конуса по ГОСТ 8682-70
5	90	0,2	14/23
	110	0,1	10/19
10	150	0,2	14/23
15	180		
20	190		
25	210		

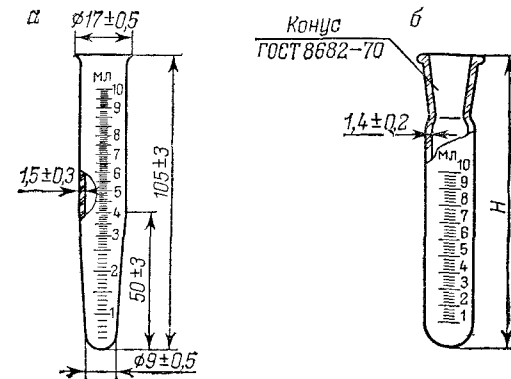


Рис. 103. Пробирки:

a — исполнение 1;
б — исполнение 2

Бюретки

Бюретки применяют для измерения точных объемов, при титровании и при других операциях. Различают объемные, весовые, газовые, поршневые бюретки и микробюретки. В соответствии с ГОСТ 20292—74 бюретки изготавливают 1-го и 2-го классов точности следующих исполнений: 1 — с одноходовым краном (рис. 104, а, табл. 130); 2 — с боковым краном (рис. 104, б, табл. 130); 3 — без крана, 2-го класса точности (рис. 104, в, табл. 130); 4 — с двухходовым краном (рис. 105, а, табл. 131); 5 — с двухходовым краном и с автоматическим нулем (рис. 105, б, табл. 132); 6 — с запасным резервуаром (рис. 106, табл. 133); 7 — с автоматическим нулем и склянкой (рис. 107, табл. 134).

Условные обозначения бюреток:

исполнения 1, 2-го класса точности вместимостью 25 мл и ценой деления 0,10 мл — бюретка 1—2—25—0,1 ГОСТ 20292—74;

исполнения 4, 1-го класса точности вместимостью 50 мл — бюретка 4—1—50 ГОСТ 20292—74;

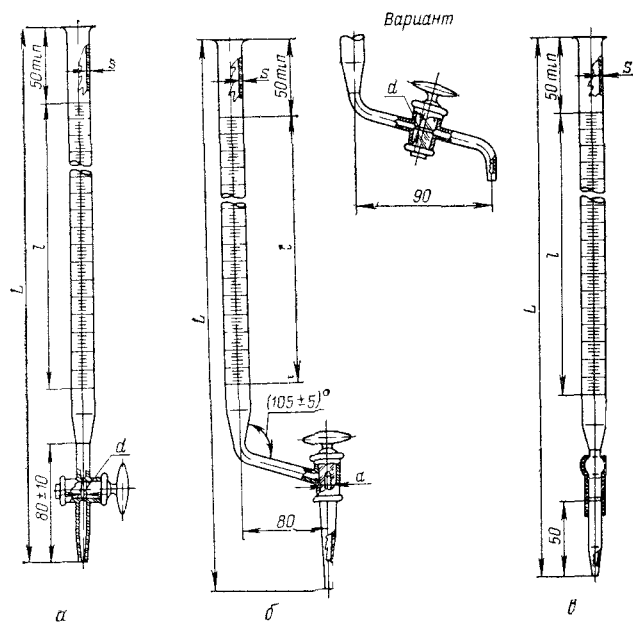


Рис. 104. Бюретки с одноходовым, боковым кранами и без крана:

а — с одноходовым краном (исполнение 1); б — с боковым краном (исполнение 2); в — без крана (исполнение 3)

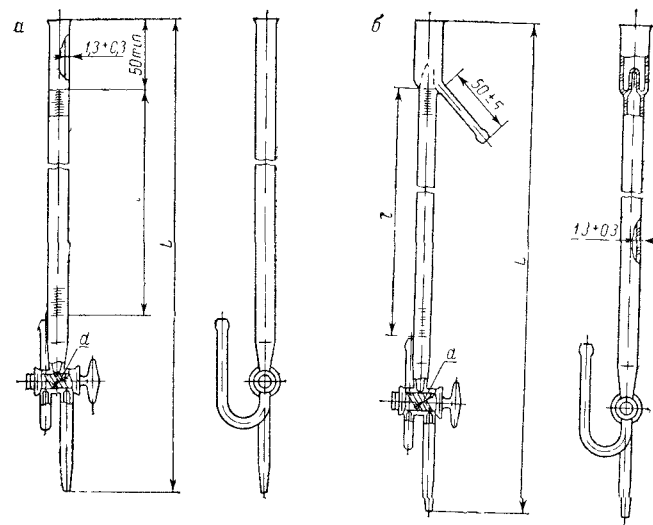


Рис. 105. Бюретки с двухходовым краном:

а — с двухходовым краном (исполнение 4), б — с двухходовым краном и с автоматическим нулем (исполнение 5)

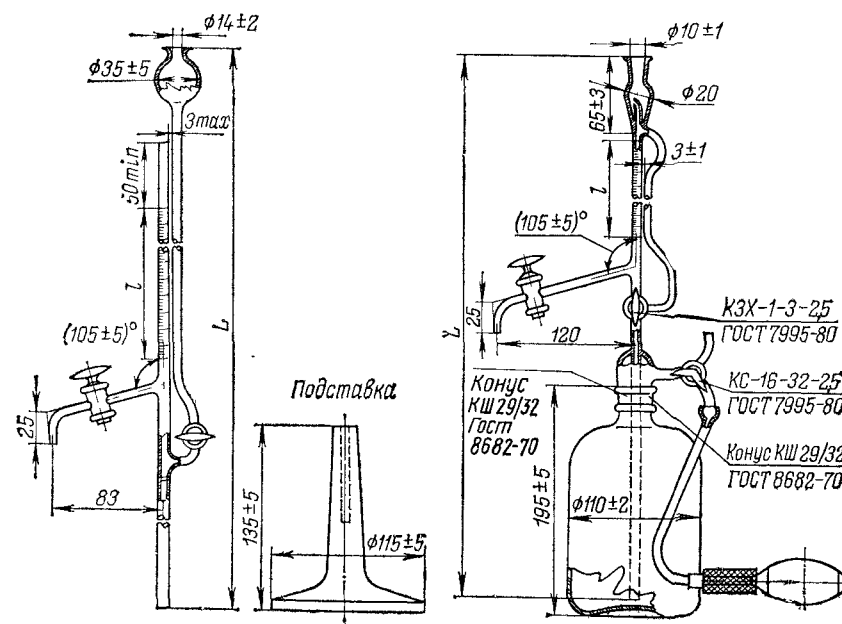


Рис. 106. Бюретка с запасным резервуаром (исполнение 6)

Рис. 107. Бюретка с автоматическим нулем и склянкой (исполнение 7)

Таблица 130. Основные размеры (в мм) бюреток исполнений 1, 2, 3

Номинальная вместимость, мл	Цена деления, мл	L, не более	l, не более	S		d	
				номинальное	предельное отклонение	номинальное	предельное отклонение
1	0,01	575	200	1,5	±0,5	1,5	±0,3
2	0,01	650	250				
5	0,02	800	600				
10	0,05	620	350	1,3	±0,3	2,5	±0,5
25	0,05	820	600				
	0,10	620	400				
50	0,10	820	600				
100	0,20	870	650				

Таблица 131. Основные размеры (в мм) бюреток исполнения 4

Номинальная вместимость бюреток, мл	Цена деления, мл	L, не более	l, не более	d (предельное отклонение ±0,5)
25	0,1	620	400	2,5
50		820	600	
100	0,2	870	650	

Таблица 132. Основные размеры (в мм) бюреток исполнения 5

Номинальная вместимость бюреток, мл	Цена деления, мл	L, не более	l, не более	d (предельное отклонение ±0,5)
25	0,1	620	400	2,5
50		820	600	
100	0,2	870	650	

Таблица 133. Основные размеры (в мм) бюретки исполнения 6

Номинальная вместимость бюреток, мл	Цена деления, мл	L, не более	l, не более
1	0,01	575	200
2		650	250
5	0,02	800	600

Таблица 134. Основные размеры (в мм) бюретки исполнения 7

Номинальная вместимость бюреток, мл	Цена деления, мл	L, не более	l, не более
3	0,01	740	360
10	0,02	820	600

исполнения 5, 1-го класса точности вместимостью 50 мл — бюретка 5—1—50 ГОСТ 20292—74;

исполнения 6, 2-го класса точности вместимостью 2 мл — бюретка 6—2—2 ГОСТ 20292—74;

исполнения 7, 2-го класса точности вместимостью 10 мл — бюретка 7—2—10 ГОСТ 20292—74.

Пипетки

Пипетки в основном предназначены для точного отмеривания определенного объема жидкости. В соответствии с ГОСТ 20292—74 пипетки изготавливают 1-го и 2-го классов точности следующих исполнений: 1—без делений прямые

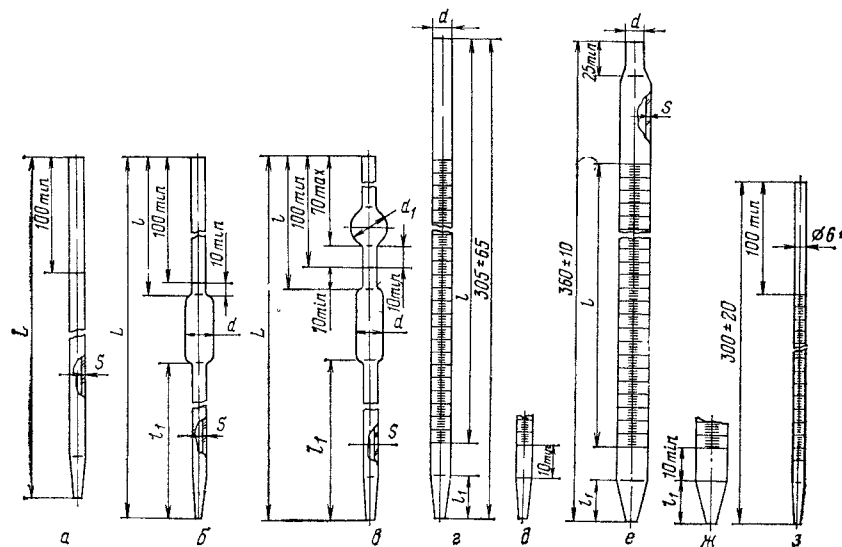


Рис. 108. Пипетки:

a — без делений прямые (исполнение 1); б — без делений прямые с расширением в виде баллончика или шара (исполнение 2); в — без делений с расширением и запасным резервуаром (исполнение 3); г — с делениями прямые на полный слив (исполнение 4); д — с делениями прямые на частичный слив (исполнение 5); е — с делениями с расширением на полный слив (исполнение 6); ж — с делениями с расширением на частичный слив (исполнение 7); з — капиллярные (исполнение 8)

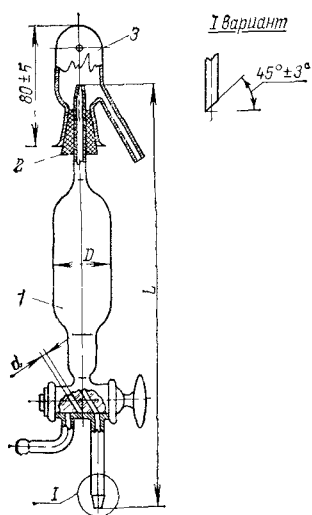


Рис 109. Пипетка для отмеривания жидкости при определении процентного содержания сахара в свекле (исполнение 9):
1 — пипетка, 2 — пробка резиновая № 19 по ГОСТ 7852-76, 3 — колпачок

(рис. 108, а, табл. 135; 2 — то же, с расширением в виде баллончика или шара (рис. 108, б, табл. 135); 3 — без делений с расширением и запасным резервуаром. (рис. 108, в, табл. 135); 4 — с делениями прямые на полный слив (рис. 108, г, табл. 136); 5 — то же, на частичный слив (рис. 108, д, табл. 136); 6 — то же, с расширением на полный слив (рис. 108, е, табл. 136); 7 — то же, на частичный слив (рис. 108, ж, табл. 136); 8 — то же, капиллярные 2-го класса точности (рис. 108, з) с номинальной вместимостью 0,1 и 0,2 мл и ценой наименьшего деления 0,001 и 0,002 мл соответственно; 9 — пипетки для отмеривания жидко-

сти при определении процентного содержания сахара в свекле 2-го класса точности (рис. 109, табл. 137).

Условные обозначения пипеток:

- исполнения 3, 1-го класса точности вместимостью 50 мл — пипетка 3—1—50 ГОСТ 20292—74;
- исполнения 7, 1-го класса точности вместимостью 5 мл — пипетка 7—1—5 ГОСТ 20292—74;
- исполнения 8, 2-го класса точности вместимостью 0,1 мл — пипетка 8—2—0,1 ГОСТ 20292—74;
- исполнения 9, 2-го класса точности вместимостью 178,2 мл — пипетка 9—2—178,2 ГОСТ 20292—74.

Пределные отклонения от номинальной вместимости для бюреток и пипеток при 20 °С не должны превышать значения, указанные в табл. 138.

Таблица 135. Основные размеры (в мм) пипеток исполнений 1, 2, 3

Номинальная вместимость, мл	Исполнение	L		l, не менее	l ₁ , не менее	S, не менее	d, не более	d ₁ (пределное отклонение ±1)	
		номинальное	пределное отклонение						
0,50 1,00 2,00	1	260	±20	—	—	1,0	—	—	
1,00	2; 3	310	±15	150	110	0,7	9	13	
2,00		330			125		12		
5,00		390			145		16		
10,00 10,77		430			160		160		16
20,00 25,00 50,00		500 510 530			170		210 220 230		22 24 30
100,00 200,00	580 620	240	38 49	20					

Таблица 136. Основные размеры (в мм) пипеток исполнений 4, 5, 6, 7

Номинальная вместимость, мл	Исполнение	Цена наименьшего деления, мл	l				l ₁ (пределное отклонение ±5)	d (пределное отклонение ±1)	S, не менее
			для полного слива		для частичного слива				
			номинальное	пределное отклонение	номинальное	пределное отклонение			
1	4; 5	0,01	170	±30	190	±30	20	7	2,0
2			0,02	1,5					
5	6; 7	0,05	180	±20	200	±20	25	6	1,0
10		0,1							
25		0,2							

Таблица 137. Основные размеры (в мм) пипетки исполнения 9

Номинальная вместимость, мл	Допускаемые отклонения, мл	L (пределное отклонение ±20)	D (пределное отклонение ±2)	d (пределное отклонение ±0,5)	Время слива воды из пипеток (с), не более
44,55	±0,16	260	32	2,5; 4,0	8
89,10	±0,18	280	38		10
178,20	0,20	360			50

Таблица 138. Предельные отклонения (в мл) от номинальной вместимости для бюреток и пипеток при 20 °С

Номинальная вместимость, мл	Бюретки				Пипетки без делений				Пипетки с делениями						
	исполнений 1, 2, 4, 5		исполнения 3		исполнений 6, 7		исполнения 1		исполнений 2, 3		исполнений 4, 5		исполнений 6, 7		исполнения 8
	1-го класса	2-го класса	1-го класса	2-го класса	1-го класса	2-го класса	1-го класса	2-го класса	1-го класса	2-го класса	1-го класса	2-го класса	1-го класса	2-го класса	2-го класса
0,1	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	±0,001
0,2	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	±0,002
0,5	—	—	—	—	—	—	±0,005	±0,01	—	—	—	—	—	—	—
1,0	±0,006	±0,01	±0,02	±0,01	±0,005	±0,01	±0,005	±0,01	±0,007	±0,015	±0,006	±0,01	—	—	—
2,0	±0,01	±0,02	±0,02	±0,01	±0,005	±0,01	±0,005	±0,01	±0,01	±0,02	±0,01	±0,02	—	—	—
3,0	—	—	—	—	±0,005	±0,01	±0,005	±0,01	—	—	—	—	—	—	—
5,0	±0,01	±0,02	±0,02	±0,01	±0,005	±0,01	±0,005	±0,01	±0,01	±0,02	±0,01	±0,02	±0,03	±0,05	—
10,0	±0,02	±0,05	±0,05	±0,01	±0,01	±0,02	±0,01	±0,02	±0,02	±0,04	±0,02	±0,04	±0,05	±0,1	—
10,77	—	—	—	—	—	—	—	—	±0,02	±0,04	±0,02	±0,04	—	—	—
20,0	—	—	—	—	—	—	—	—	±0,03	±0,06	±0,03	±0,06	±0,1	±0,2	—
25,0	±0,03*	±0,05*	±0,05*	±0,05*	±0,05*	±0,05*	±0,05*	±0,05*	±0,03	±0,06	±0,03	±0,06	±0,1	±0,2	—
50,0	±0,05**	±0,1**	±0,1**	±0,1**	±0,1**	±0,1**	±0,1**	±0,1**	±0,05	±0,1	±0,05	±0,1	—	—	—
100,0	±0,1	±0,2	±0,2	±0,2	±0,1	±0,2	±0,1	±0,2	±0,08	±0,16	±0,08	±0,16	—	—	—
200,0	—	—	—	—	—	—	—	—	±0,1	±0,2	±0,1	±0,2	—	—	—

* ±0,03 и ±0,05 для бюреток с ценой наименьшего деления 0,05 мл;
 ** ±0,05 и ±0,1 для бюреток с ценой наименьшего деления 0,1 мл.

§ 30. ПРИБОРЫ ИЗМЕРИТЕЛЬНЫЕ

Манометры абсолютного давления и мановакуумметры двухтрубные

Манометры предназначены для измерения давления, отсчитываемого от абсолютного нуля (абсолютного остаточного давления). Они бывают различных конструкций, как стеклянные, так и металлические. В соответствии с ГОСТ 9933—75 стеклянные лабораторные манометры изготавливают типа АМ (рис. 110, табл. 139).

Условное обозначение манометра абсолютного давления с верхним пределом измерения 133 гПа (100 мм рт. ст.): манометр АМ 133(100) ГОСТ 9933—75.

Мановакуумметры предназначены для измерения избыточного и предельного остаточного давления. В соответствии с ГОСТ 9933—75 мановакуумметры изготавливают типа МВ исполнения 1 (рис. 111, а, табл. 140) и исполнения 2 (рис. 111, б, табл. 141).

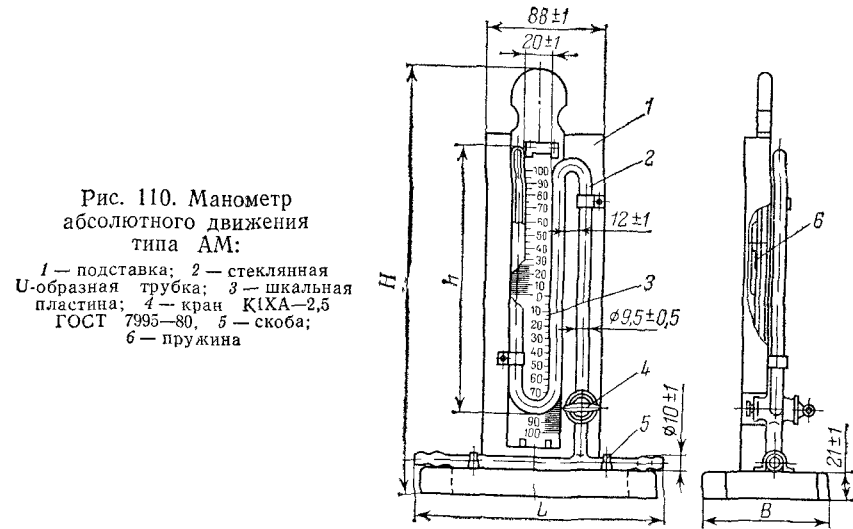


Рис. 110. Манометр абсолютного движения типа АМ:
 1 — подставка; 2 — стеклянная U-образная трубка; 3 — шкальная пластина; 4 — кран КХА—2,5 ГОСТ 7995—80; 5 — скоба; 6 — пружина

Таблица 139. Основные размеры (в мм) манометров типа АМ

Предел измерения, гПа (мм рт. ст.)	H (предельное отклонение ±5)	h	L	B
		предельное отклонение ±2		
0—133 (0—100)	310	202	185	95
0—212,8 (0—160)	430	322	232	130

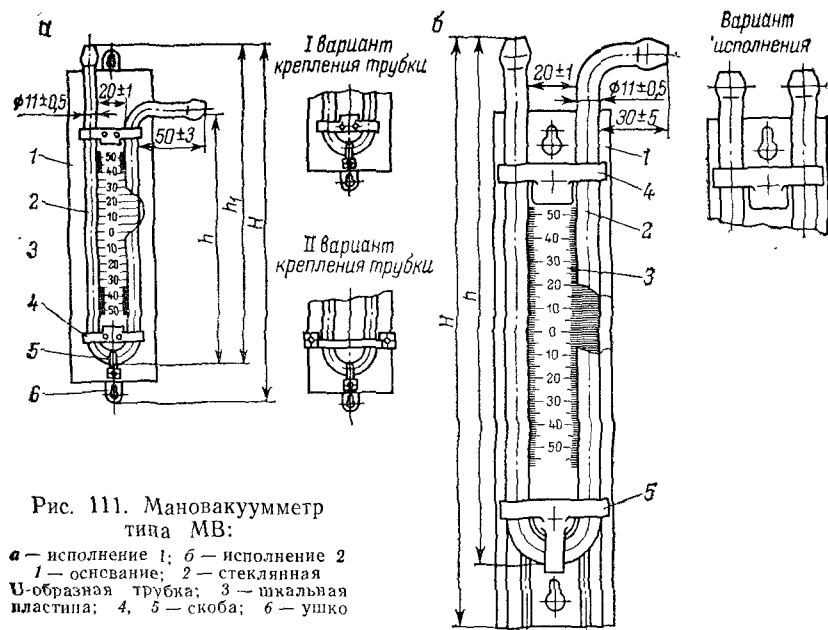


Рис. 111. Мановакуумметр типа МВ:

а — исполнение 1; б — исполнение 2
 1 — основание; 2 — стеклянная U-образная трубка; 3 — шкальная пластина; 4, 5 — скоба; 6 — ушко

Таблица 140. Основные размеры (в мм) мановакуумметров типа МВ исполнения 1

Предел измерения, гПа (мм вод. ст.)	H	h	h ₁
	предельное отклонение ±5		
0—9,80 (0—100)	265	180	230
0—15,68 (0—160)	325	240	290
0—24,50 (0—250)	425	340	390
0—39,20 (0—400)	585	500	550
0—58,80 (0—600)	795	710	760
0—98,00 (0—1000)	1215	1130	1180

Таблица 141. Основные размеры (в мм) мановакуумметров типа МВ исполнения 2

Предел измерения, гПа (мм вод. ст.)	H	h
	предельное отклонение ±5	
0—9,80 (0—100)	255	230
0—24,50 (0—250)	415	390
0—58,80 (0—600)	785	760

Условные обозначения мановакуумметра:
 исполнения 1 с верхним пределом измерения 24,50 гПа (250 мм вод. ст.) — мановакуумметр МВ—1—24,50 (250) ГОСТ 9933—75;
 исполнения 2 с верхним пределом измерения 24,50 гПа (250 мм вод. ст.) — мановакуумметр МВ—2—24,50 (250) ГОСТ 9933—75.

Реометры

Реометры предназначены для точного дозирования газа, пропускаемого в реакционный сосуд или поглотительную систему. В соответствии с ГОСТ 9932—75 реометры стеклянные лабораторные изготавливают следующих типов: РДС — с диафрагмой (рис. 112, а, табл. 142); РКС — капиллярные исполнения 1 с постоянным капилляром (рис. 112, б, табл. 143) и исполнения 2 со сменным капилляром (рис. 112, в).

Условные обозначения реометров:

типа РДС с диапазоном измерения от 0 до 4 л/мин — реометр РДС—4 ГОСТ 9932—75;

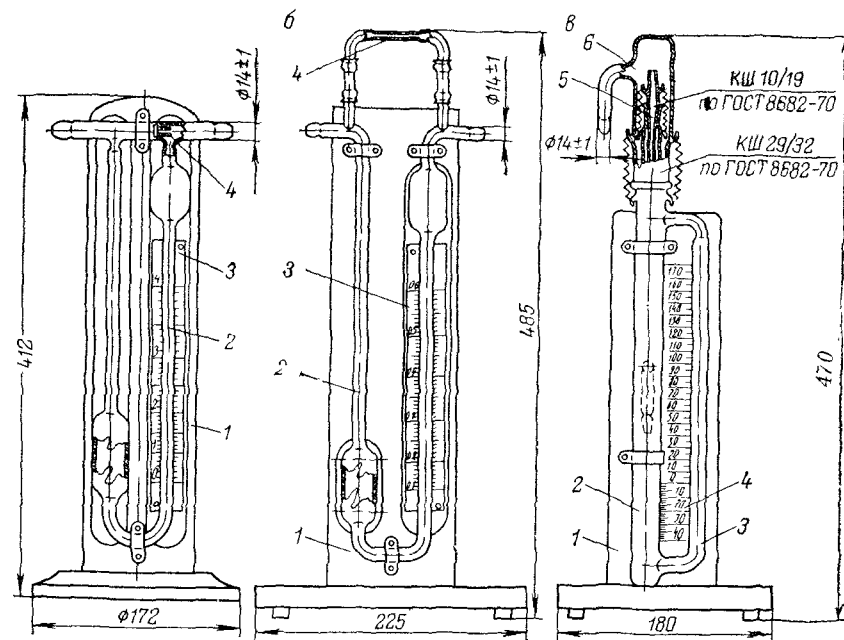


Рис. 112. Реометры:

а — с диафрагмой типа РДС; б — с капиллярный с постоянным капилляром типа РКС (исполнение 1); в — капиллярный со сменным капилляром типа РКС (исполнение 2)
 1 — подставка; 2 — дифференциальный манометр; 3 — шкала; 4 — диафрагма;
 5 — капилляр; 6 — реометр; 7 — колпачок

Таблица 142. Реометр типа РДС

Диапазоны измерений, л/мин ($\text{м}^3/\text{с}$)	Цена делений, мм	Диапазоны измерений, л/мин ($\text{м}^3/\text{с}$)	Цена делений, мм
0—4 ($0-6,6 \cdot 10^{-5}$)	0,1 ($1,6 \cdot 10^{-6}$)	0—25 ($0-41,6 \cdot 10^{-5}$)	0,5 ($8,3 \cdot 10^{-6}$)
0—6 ($0-10 \cdot 10^{-5}$)		0—40 ($0-66,6 \cdot 10^{-5}$)	
0—10 ($0-16,6 \cdot 10^{-5}$)	0,2 ($3,3 \cdot 10^{-6}$)	0—60 ($0-100 \cdot 10^{-5}$)	1,0 ($16,6 \cdot 10^{-6}$)
0—16 ($0-26,6 \cdot 10^{-5}$)		0—100 ($0-166,6 \cdot 10^{-5}$)	2,0 ($33,3 \cdot 10^{-6}$)
		0—160 ($0-266,6 \cdot 10^{-5}$)	

Таблица 143. Реометр типа РКС исполнения 1

Диапазоны измерений, л/мин ($\text{м}^3/\text{с}$)	Цена делений, мм	Диапазоны измерений, л/мин ($\text{м}^3/\text{с}$)	Цена делений, мм
0—0,06 ($0-1,0 \cdot 10^{-6}$) *	0,001 ($0,16 \cdot 10^{-7}$)	0—0,40 ($0-6,6 \cdot 10^{-6}$) *	0,005 ($0,83 \cdot 10^{-7}$)
0—0,10 ($0-1,6 \cdot 10^{-6}$)	0,002 ($0,33 \cdot 10^{-7}$)	0—0,60 ($0-10 \cdot 10^{-6}$) *	0,010 ($1,6 \cdot 10^{-7}$)
0—0,25 ($0-4,1 \cdot 10^{-6}$) *	0,005 ($0,83 \cdot 10^{-7}$)	0—1,00 ($0-16,6 \cdot 10^{-6}$) *	0,020 ($3,3 \cdot 10^{-7}$)

Примечание. Реометр типа РКС исполнения 2 имеет диапазоны измерения, отмеченные *, и цену деления 1 мм.

типа РКС исполнения 1 с диапазоном измерения от 0 до 0,06 л/мин — реометр РКС—1—0,06 ГОСТ 9932—75;

типа РКС исполнения 2 с диапазоном измерения от 0 до 0,06 л/мин — реометр РКС—2—0,06 ГОСТ 9932—75.

Вискозиметры

Вискозиметры предназначены для определения кинематической вязкости различных жидкостей. В соответствии с ГОСТ 10028—81 вискозиметры изготавливают следующих типов:

для определения вязкости прозрачных жидкостей — ВПЖ-1, ВПЖТ-1 (рис. 113, а, табл. 144), ВПЖ-2, ВПЖТ-2 (рис. 113, б, табл. 145), ВПЖ-3, ВПЖТ-3 (рис. 113, в, табл. 146), ВПЖ-4, ВПЖТ-4 (рис. 113, г, табл. 147);

для определения вязкости малого количества прозрачной жидкости — ВПЖМ, ВПЖМТ (рис. 113, д, табл. 148);

для определения вязкости непрозрачных жидкостей — ВНЖ, ВНЖТ (рис. 113, е, табл. 149).

Условное обозначение вискозиметра типа ВПЖ-1 с постоянной $0,003 \text{ мм}^2/\text{с}^2$ из стекла группы ХСЗ: ВПЖ-1—0,003—ХСЗ ГОСТ 10028—81.

Вискозиметры должны быть термически стойкими и выдерживать перепад температур, °С: от 70 ± 2 до 20 ± 1 — из стекла группы ХСЗ; от 120 ± 2 до 20 ± 1 — из стекла группы ТС,

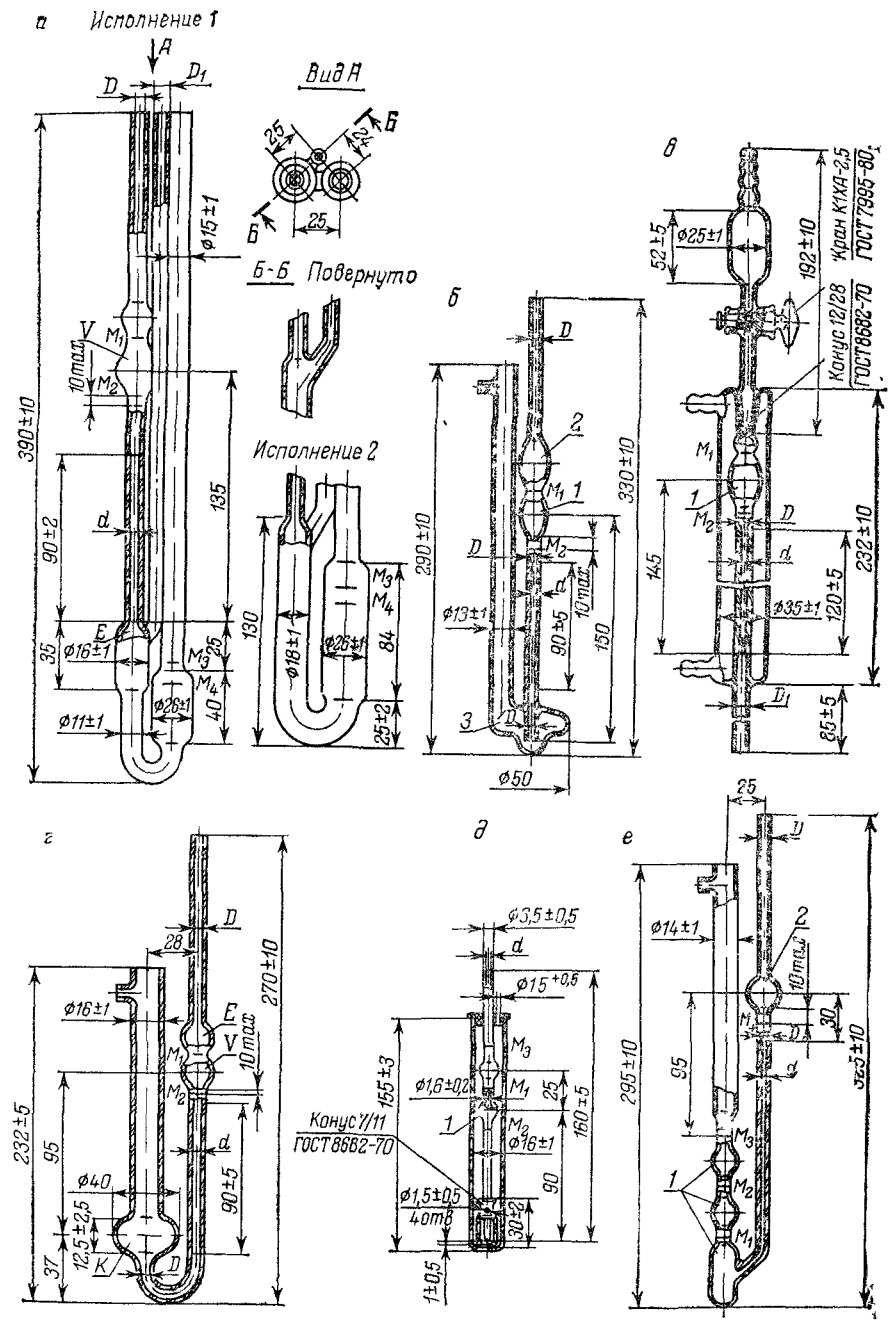


Рис 113 Вискозиметры:

а — ВПЖ 1 и ВПЖТ 1, б — ВПЖ 2 и ВПЖТ 2, в — ВПЖ 3 и ВПЖТ 3, г — ВПЖ-4 и ВПЖТ 4, д — ВПЖМ и ВПЖМТ, е — ВНЖ и ВНЖТ
 1 — измерительный резервуар, 2, 3 — резервуары

Таблица 144. Вискозиметры типов ВПЖ-1 и ВПЖТ-1

Номинальное значение постоянной K , мм ² /с ²	Диапазон измерения вязкости, мм ² /с	d , мм				D , мм (предельное отклонение $\pm 0,2$)	D , мм (предельное отклонение $\pm 1,0$)	Объем измерительного резервуара V , см ³	
		ВПЖ-1		ВПЖГ-1				ВПЖ-1	ВПЖТ-1
		номинальное	предельное отклонение	номинальное	предельное отклонение				
0,003	0,6—3	0,34	$\pm 0,02$	0,34	$\pm 0,007$	2,50	7,0	1,5 \pm 0,2	1,5 \pm 0,08
0,01	2—10	0,54		0,54	$\pm 0,01$			3 \pm 0,3	3,0 \pm 0,15
0,03	6—30	0,86	$\pm 0,03$	0,86	$\pm 0,02$	4,00	7,0	6,2 \pm 0,30	
0,1	20—100	1,16		1,16					
0,3	60—300	1,52	$\pm 0,04$	1,52	$\pm 0,03$	4,00	7,0	6,2 \pm 0,3	
1	200—1000	2,10		—					
3	600—3000	2,75		—					
10	2000—10000	3,75	$\pm 0,05$	—	—	5,00	8,0		—
30	6000—30000	5,10		—					
100	20000—100000	6,85	$\pm 0,06$	—	—	6,85			

Таблица 145. Вискозиметры типов ВПЖ-2 и ВПЖТ-2

Номинальное значение постоянной K , мм ² /с ²	Диапазон измерения вязкости, мм ² /с	d , мм				D , мм (предельное отклонение $\pm 0,2$)	Объем измерительного резервуара V , см ³	
		ВПЖ-2		ВПЖГ-2			ВПЖ-2	ВПЖТ-2
		номинальное	предельное отклонение	номинальное	предельное отклонение			
0,003	0,6—3	0,34	$\pm 0,02$	0,34	$\pm 0,007$	3,0	1,5 \pm 0,2	1,5 \pm 0,08
0,005	1—5	0,39		0,39	$\pm 0,008$			
0,01	2—10	0,56		0,56	$\pm 0,01$	3,0	1,5 \pm 0,2	1,5 \pm 0,08
0,03	6—30	0,73	0,73					
0,1	20—100	0,99	$\pm 0,03$	0,99	$\pm 0,02$	3,0	3,8 \pm 0,2	
0,3	60—300	1,31	$\pm 0,04$	1,31	$\pm 0,03$			
1	200—1000	1,77		1,77				
3	600—3000	2,37		—				
10	2000—10000	3,35	$\pm 0,05$	—	—	4,0		—
30	6000—30000	4,66		—				

Таблица 146. Вискозиметры типов ВПЖ-3 и ВПЖТ-3

Номинальное значение постоянной K , мм ² /с ²	Диапазон измерения вязкости, мм ² /с	d , мм				D , мм	D , мм (предельное отклонение $\pm 0,5$)	Объем измерительного резервуара V , см ³	
		ВПЖ-3		ВПЖГ-3				ВПЖ-3 (предельное отклонение $\pm 0,2$)	ВПЖТ-3
		номинальное	предельное отклонение	номинальное	предельное отклонение				
0,01	0,7—3,5	0,38	$\pm 0,02$	0,38	$\pm 0,008$	1,5 \pm 0,1	7,5	1,0	1 \pm 0,05
0,017	1,2—6	0,43		0,43	$\pm 0,009$				
0,03	2—10	0,49	$\pm 0,02$	0,49	$\pm 0,010$	2 \pm 0,1	7,5	2,1	—
0,05	3,5—17,5	0,56		0,56					
0,1	7—35	0,80		—					
0,17	12—60	0,92		—		2 \pm 0,1	7,5	2,1	—
0,3	21—105	1,06	—						
0,5	35—175	1,20		—		2 \pm 0,1	7,5	2,1	—
1	70—350	1,43	$\pm 0,03$	—	—				
1,7	120—600	1,63		—	—	2 \pm 0,1	7,5	2,1	—
3	210—1050	2,14		—	—				
5	350—1750	2,44	$\pm 0,05$	—	—	4 \pm 0,2	9,5	3,5	—
10	700—3500	2,91		—					
17	1200—6000	3,34		—					
30	2100—10500	3,88		—	—				

Таблица 147. Вискозиметры типов ВПЖ-4 и ВПЖТ-4

Номинальное значение постоянной K , мм ² /с ²	Диапазон измерения вязкости, мм ² /с	d , мм				D , мм (предельное отклонение $\pm 0,2$)	Объем измерительного резервуара V , см ³	
		ВПЖ-4		ВПЖТ-4			ВПЖ-4	ВПЖТ-4
		номинальное	предельное отклонение	номинальное	предельное отклонение			
0,003	0,6—3	0,37	$\pm 0,02$	0,37	$\pm 0,008$	2,5	$1,5 \pm 0,2$	$1,5 \pm 0,08$
0,005	1—5	0,42		0,42				
0,01	2—10	0,62		0,62	$\pm 0,01$			
0,03	6—30	0,82	$\pm 0,03$	0,82	$\pm 0,02$	4,0	$3,8 \pm 0,3$	$3,8 \pm 0,20$
0,1	20—100	1,12		1,12				
0,3	60—300	1,47		1,47	$\pm 0,03$			
1	200—1000	2,00	$\pm 0,04$	—	—	5,0	$3,8 \pm 0,3$	—
3	600—3000	2,62		—	—			
10	2000—10 000	3,55		$\pm 0,05$	—			

Таблица 148. Вискозиметры типов ВПЖМ и ВПЖМТ

Номинальное значение K , мм ² /с ²	Диапазон измерения вязкости, мм ² /с	d , мм				Объем измерительного резервуара V , см ³
		ВПЖМ		ВПЖМТ		
		номинальное	предельное отклонение	номинальное	предельное отклонение	
0,01	2—10	0,39	$\pm 0,02$	0,39	$\pm 0,008$	$(0,5—0,6) \pm 0,03$
0,03	6—30	0,51		0,51	$\pm 0,01$	
0,1	20—100	0,69		0,69		
0,3	60—300	0,91	$\pm 0,03$	0,91	$\pm 0,02$	
1	200—1000	1,23		1,23		
3	600—3000	1,62		$\pm 0,04$	1,62	

Таблица 149. Вискозиметры типов ВНЖ и ВНЖТ

Номинальное значение постоянной K , мм ² /с ²	Диапазон измерения вязкости, мм ² /с	d , мм				D , мм (предельное отклонение $\pm 0,2$)	Объем измерительного резервуара V , см ³	
		ВНЖ		ВНЖТ			ВНЖ	ВНЖТ
		номинальное	предельное отклонение	номинальное	предельное отклонение			
0,003	От 0,6 до 3 включ.	0,45	$\pm 0,02$	0,45	$\pm 0,009$	3,0	$3 \pm 0,2$	
0,01	От 2 до 10 включ.	0,61		0,61	$\pm 0,01$			
0,03	От 6 до 30 включ.	0,80		0,80	$\pm 0,01$			
0,1	От 20 до 100 включ.	1,08	$\pm 0,03$	1,08	$\pm 0,02$	$3 \pm 0,3$		
0,3	От 60 до 300 включ.	1,41		1,41	$\pm 0,03$			
1	От 200 до 1000 включ.	1,91	$\pm 0,04$	—	—	4,0	—	
3	От 600 до 3000 включ.	2,52		—	—			
10	От 2000 до 10 000 включ.	3,42	$\pm 0,05$	—	—	5,0	—	
30	От 6000 до 30 000 включ.	4,50		—	—			

Значение постоянной K устанавливает предприятие-изготовитель и указывает в паспорте вискозиметра. Допустимая погрешность определения постоянных у вискозиметров типа ВПЖ-3, ВПЖТ-3, ВПЖ-4, ВПЖТ-4, ВНЖ и ВНЖТ должна быть $\pm 0,3$ %.

Для вискозиметров остальных типов погрешность определения постоянных не должна превышать, %: $\pm 0,2$ — при номинальных значениях постоянных 0,03; 0,1; 0,3 и 1,0 мм²/с²; $\pm 0,3$ — при номинальных значениях постоянных 0,003; 0,01; 3,0; 10,0; 30,0 и 100,0 мм²/с².

Ареометры

Ареометры предназначены для измерения плотности, относительной плотности и концентрации веществ в двухкомпонентных растворах. Ареометр представляет собой стеклянную трубку, расширенная (нижняя) часть которой заполнена балластом. Балластом служит чистая и сухая металлическая дробь, залитая слоем смолы, сургуча или другого связывающего вещества с температурой плавления не ниже 80 °С. На верхней (узкой) части ареометра нанесена шкала, градуированная в кг/м³ или в процентах, в зависимости от назначения ареометра.

Таблица 150. Основные данные ареометров

Ареометр	Марка	Диапазон измерения	Диапазон показаний	Цена деления шкалы	Погрешность	Общая длина L , мм, не более	Диаметр корпуса D , мм, не более	Диаметр стержня d , мм, не менее	Длина шкалы l , мм, не менее
Общего назначения	АОН-1	700—1840	60	1	1	170	20	4	44
	АОН-2	1000—2000	80	1	1	305	22	4	110
	АОН-3	1000—1800	90	10	10	360	27	4	110
			400	20	20	300	18	8	113
	АОН-4	700—1800	500	5	5	320	7	8	110
			500	10	10				
			800	20	20				
Для нефти	АНТ-1	650—1070	60	0,5	0,5	500	22	5	96
	АНТ-2	670—1070	80	1,0	1,0	300	22	6	65
	АН	650—1070	30	0,5	0,5	300	26	5	60
Для молока и молочных продуктов	АМ	1020—1040	20	0,5	0,5	350	30	4	60
	АМТ	1015—1040	25	1,0	1,0	330	30,5	6	45
Для урины	АУ	1000—1050	50	1	1	160	15	3	55
Для электролитов	АЭ-1	1100—1400	200	10	10	115	11	4	20
	АЭ-2	1050—1400	120	5	5	125	13	4	24
	АЭ-3	1000—1280	200	5	5	185	20	4	60
			120	5	5				
			80	2	2				
Для кислот	АК	1560—1620	20	0,2	0,2	265	35	4	85
		1530—1630*	100	1,0	1,0	290	19	4	100
Для спирта	АСП-1	0—105	10	0,1	0,1	350	31	3,5	100
	АСП-2	11—101	5	0,1	0,1	260	36	3,0	50
	АСП-3	0—100	30	1,0	0,5	220	20	5,0	50
	АСП-Т	0—100	40	1,0	0,5	380	20	6,0	90
			60						
			40						
Сахарометры	АСТ-1	0—24	8	0,05	0,05	455	32	4	192
	АСТ-2	0—70	10	0,1	0,1	400	22	4	120
	АС-1	0—25	5	0,1	0,1	220	32	3	72
	АС-2	0—20	10	0,2	0,2	220	24	4	60
	АС-3	0—75	10	0,5	0,5	165	20	4	30
			25			300	20	5	75

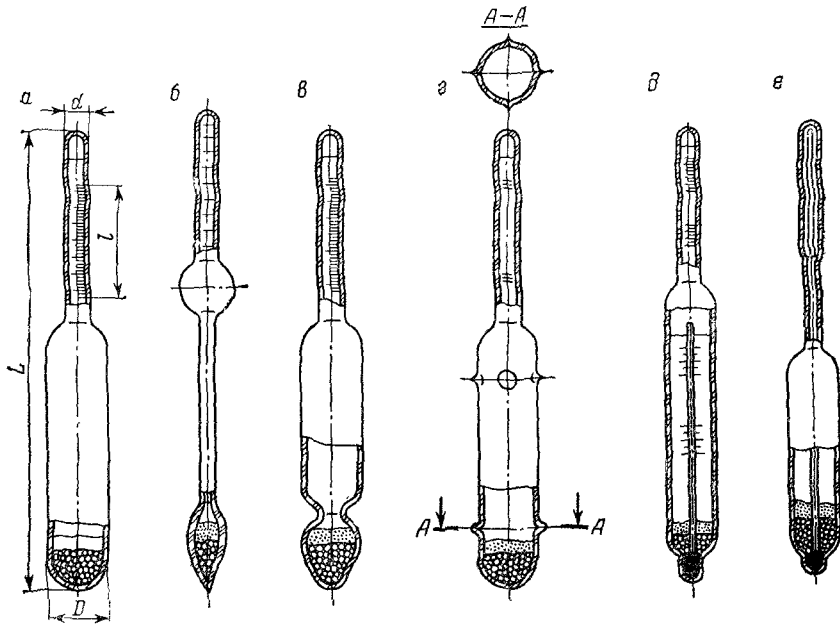


Рис. 114. Ареометры:

а, б — общего назначения; в — для морской воды; г — для электролита; д — для нефти, спирта, ареометры-сахарометры; е — для молока

Чем меньше плотность жидкости, тем глубже погружается в нее ареометр, поэтому верхние деления шкалы соответствуют наименьшей, а нижние — наибольшей плотности. Показания отсчитывают по нижнему мениску.

Заводы Минприбора в соответствии с ГОСТ 18481—81 выпускают ареометры, предназначенные для измерения плотности жидкостей в интервале от 700 до 2000 кг/м³. Ареометры могут быть с термометрами и без них (рис. 114). Основные характеристики ареометров приведены в табл. 150.

Условное обозначение ареометра общего назначения с пределами измерения 700—760 кг/м³: ареометр АОН—700—760 ГОСТ 18481—81.

Для удобства использования ареометров применяют цилиндры трех исполнений (рис. 115, табл. 151): 1 — со стеклянным основанием; 2 — со стеклянным основанием и колпачком; 3 — с полиэтиленовым основанием.

Диапазоны измерения плотности (в кг/м³) ареометрами:

АОН-1 (набор) — от 700 до 1840; АОН-1 — от 700 до 760, 760—820, 820—880, 880—940, 940—1000, 1000—1060, 1060—1120, 1120—1180, 1180—1240, 1240—1300, 1300—1360, 1360—1420, 1420—1480, 1480—1540, 1540—1600, 1600—1660, 1660—1720, 1720—1780, 1780—1840;

Продолжение табл. 150

Ареометр	Марка	Диапазон измерения	Диапазон показаний	Цена деления шкалы	Погрешность	Общая длина L , мм, не более	Диаметр корпуса D , мм, не более	Диаметр стержня d , мм, не более	Длина шкалы l , мм, не менее
Для морской воды	AMB	1,000—1,036	0,006	0,0001	0,0001	350	33	3	60
	AMB	1,000—1,040 *	0,040	0,001	0,001	270	27	4	40

* Параметры для ареометра-искателя.

Примечания. 1. Для ареометров общего назначения, для нефти, молока, урины, электролитов, кислот дан диапазон измерения плотности в $\text{кг}/\text{см}^3$, диапазон показаний ареометра, цена деления шкалы и погрешность — в $\text{кг}/\text{м}^3$; для ареометров для спирта диапазон измерения концентраций и три последующие величины — в % (объемн.);

для ареометров-сахарометров диапазон измерения концентраций и три последующие величины — в % (масс.);

для ареометра для морской воды диапазон измерения концентрации и три последующие величины — в ед. отн. пл.

2. Для ареометров марок АНГ-1 температурный диапазон равен $(-20) - (+45)^\circ\text{C}$, АНГ-2 — $(-20) - (+35)^\circ\text{C}$, АМТ-0 — $(+35)^\circ\text{C}$, АСП-Т — $(-25) - (+3)^\circ\text{C}$, АСТ-1 и АСТ-2 — $0 - (+40)^\circ\text{C}$. Цена деления шкалы термометров составляет 1°C , погрешность — $0,5^\circ\text{C}$.

3. Цена деления и погрешность ареометров для спирта с диапазоном измерения свыше 100% (объемн.) должны быть 0,2% (объемн.). Погрешность ареометров для спирта с пределами измерения 0—10% (объемн.) должна быть 0,2% (объемн.). Шкала в диапазоне от 100 до 105 градуирована в % (условн.).

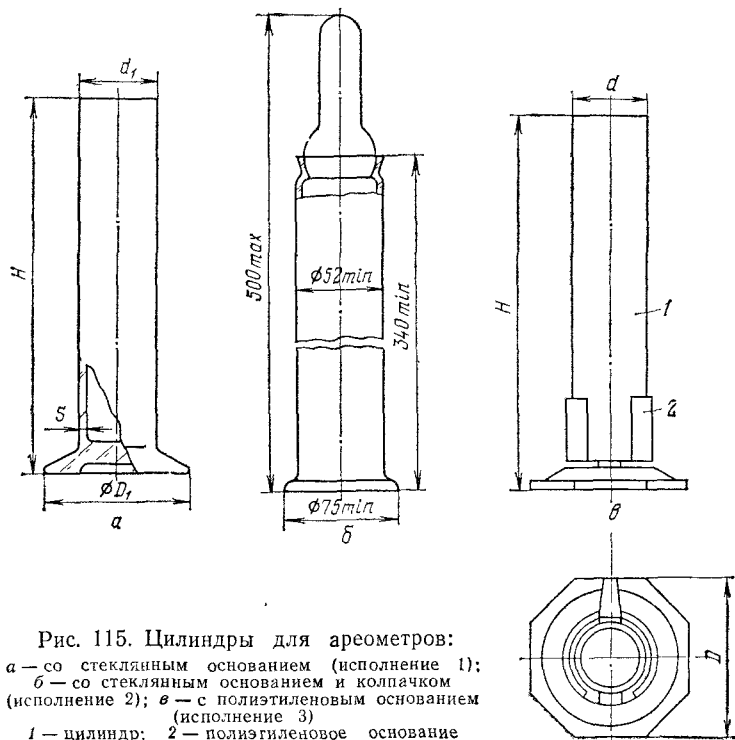


Рис. 115. Цилиндры для ареометров:
 а — со стеклянным основанием (исполнение 1);
 б — со стеклянным основанием и колпачком (исполнение 2); в — с полиэтиленовым основанием (исполнение 3)
 1 — цилиндр; 2 — полиэтиленовое основание

Таблица 151. Основные размеры (в мм) цилиндров для ареометров исполнений 1, 3

d		D , не менее	H (предельное отклонение ± 5)	S	
номинальное	предельное отклонение			номинальное	предельное отклонение
Исполнение 1					
25	± 1	50	125	1,5	$\pm 0,5$
31			60		
		215			
39		70	265	1,8	$\pm 0,6$
			415		
45		80	265	1,8	$\pm 0,6$
			335		
50		90	520	1,8	$\pm 0,6$
			200		
67		± 3	115	335	2,3
	415				
83	140	415	2,3	$\pm 0,8$	
120		170			520
	39		± 1	70	415
520					
Исполнение 3					
25	± 1	50	125	1,5	$\pm 0,5$
31			60		
		39		70	215
265					
31		60	265	1,5	$\pm 0,5$
			415		
39		70	520	1,8	$\pm 0,6$
			335		

Примечание. Цилиндры диаметром 120 мм допускается изготавливать без основания.

АОН-2 — от 1000 до 1080, 1080—1160, 1160—1240, 1240—1320, 1320—1400, 1400—1480, 1480—1570, 1570—1660, 1660—1750, 1750—1840, 1840—1920, 1920—2000;

АОН-3 — от 1000 до 1400, 1300—1800;

АОН-4 — от 700 до 1000, 1000—1500, 1500—1800;

АНТ-1 — от 650 до 710, 710—770, 770—830, 830—890, 890—950, 950—1010, 1010—1070;

АНТ-2 — от 670 до 750, 750—830, 830—910, 910—990, 990—1070;

АН — от 650 до 680, 680—710, 710—740, 740—770, 770—800, 800—830, 830—860, 860—890, 890—920, 920—950, 950—980, 980—1010, 1010—1040, 1040—1070;

АК — от 1560 до 1580, 1580—1600, 1600—1620, 1530—1630;

АМ — от 1020 до 1040;

АМТ — от 1015 до 1040;

АУ — от 1000 до 1050;

АЭ-1 — от 1100 до 1300, 1200—1400;

АЭ-2 — от 1050 до 1170, 1160—1280, 1280—1400;

АЭ-3 — от 1080 до 1280, 1000—1120, 1200—1280.

Диапазоны измерения концентраций [в % (объемн.)] ареометрами:

АСП-1 — от 0 до 10, 10—20, 20—30, 30—40, 40—50, 50—60, 60—70, 70—80, 80—90, 90—100, 95—105;

АСП-2 — от 11 до 16, 16—21, 21—26, 26—31, 31—36, 36—41, 41—46, 46—51, 51—56, 56—61, 61—66, 66—71, 71—76, 76—81, 81—86, 86—91, 91—96, 96—101;

АСП-3 — от 0 до 40, 40—70, 70—100;

АСП-Т — от 0 до 60, 60—100.

Диапазоны измерения концентрации [в % (масс.)] ареометрами:

АСТ-1 — от 0 до 8, 8—16, 16—24;

АСТ-2 — от 0 до 10, 5—15, 10—20, 15—25, 20—30, 30—40, 40—50, 50—60, 60—70;

АС-1 — от 0 до 5, 5—10, 10—15, 15—20, 20—25;

АС-2 — от 0 до 10, 10—20;

АС-3 — от 0 до 10, 10—20, 0—25, 25—50, 50—75.

Диапазон измерения плотности (в ед. отн. пл.) ареометрами АМВ: от 1,000 до 1,006, 1,005—1,011, 1,010—1,016, 1,015—1,021, 1,020—1,026, 1,025—1,031, 1,030—1,036, 1,000—1,040.

Условное обозначение цилиндра со стеклянным основанием исполнения 1 диаметром 39 мм и высотой 350 мм: цилиндр 1 39/350 ГОСТ 18481—81.

Ареометры должны быть изготовлены из стекла марки 360 по ГОСТ 1224—71, цилиндры для них из химико-лабораторного стекла по ГОСТ 21400—75. Цилиндры должны быть термически стойкими и выдерживать перепады температур: от $(89 \pm 1)^\circ\text{C}$ до $(19 \pm 1)^\circ\text{C}$ — для цилиндров диаметром 25 мм; от $(70 \pm 1)^\circ\text{C}$

до $(19 \pm 1)^\circ\text{C}$ — для цилиндров диаметром 31 мм; от $(60 \pm 1)^\circ\text{C}$ до $(19 \pm 1)^\circ\text{C}$ — для цилиндров диаметром 39,45.

Отсчет показаний ареометров типа АН и АНТ, АК, АМ и АМТ, АС и АСТ выполняют по верхнему краю, типов АОН, АЭ, АСП и АСПТ, АМВ, АУ — по нижнему краю мениска.

Пикнометры

Пикнометры применяют для определения плотности жидкостей, газов, твердых и сыпучих материалов. В соответствии с ГОСТ 22524—77 пикнометры изготавливают следующих типов: ПЖ1, ПЖ2, ПЖ3, ПЖ4 — для жидкостей (рис. 116, табл. 152—154); ПТ — для твердых и сыпучих материалов (рис. 117, а); ПГ — для газов (рис. 117, б).

Условные обозначения пикнометров:

типа ПЖ1 номинальной вместимостью 25 мл и с конусами КШ и КН соответственно — пикнометр ПЖ1—25—КШ 10/13 ГОСТ 22524—77 и пикнометр ПЖ1—25 КН 10/13 ГОСТ 22524—77;

типа ПЖ2 номинальной вместимостью 25 мл с горловиной диаметром 6 мм и конусами КШ 7/16 и КН 7/16 соответственно — пикнометр ПЖ2—25—КШ 7/16 ГОСТ 22524—77 и пикнометр ПЖ2—25—КН 7/16 ГОСТ 22524—77;

типа ПЖ3 исполнения 1 номинальной вместимостью 50 мл с капилляром диаметром 0,7 мм и конусами КШ и КН соответственно — пикнометр ПЖ3—1—50—0,7—КШ ГОСТ 22524—77 и пикнометр ПЖ3—1—50—0,7—КН ГОСТ 22524—77;

типа ПЖ4 номинальной вместимостью 1 мл — пикнометр ПЖ4—1 ГОСТ 22524—77;

типа ПТ номинальной вместимостью 25 мл с конусами КШ и КН соответственно — пикнометр ПТ—25—КШ ГОСТ 22524—77 и пикнометр ПТ—25—КН ГОСТ 22524—77;

типа ПГ номинальной вместимостью 100 мл — пикнометр ПГ—100 ГОСТ 22524—77.

Термометры

Жидкостные стеклянные термометры сочетают точность измерений с простотой отсчета температуры. Их используют исключительно для непосредственного измерения температуры.

В СССР жидкостные стеклянные термометры изготавливает в основном Клинский завод ПО «Термоприбор» (г. Клин, Московская обл.). По конструктивным признакам жидкостные стеклянные термометры делятся на три группы: 1) со шкалой, вставленной внутрь стеклянной оболочки; 2) с прикладной шкалой; 3) палочные.

В термометрах первой группы шкала, выполненная из стекла молочного цвета («молочное стекло»), металла или бумаги,

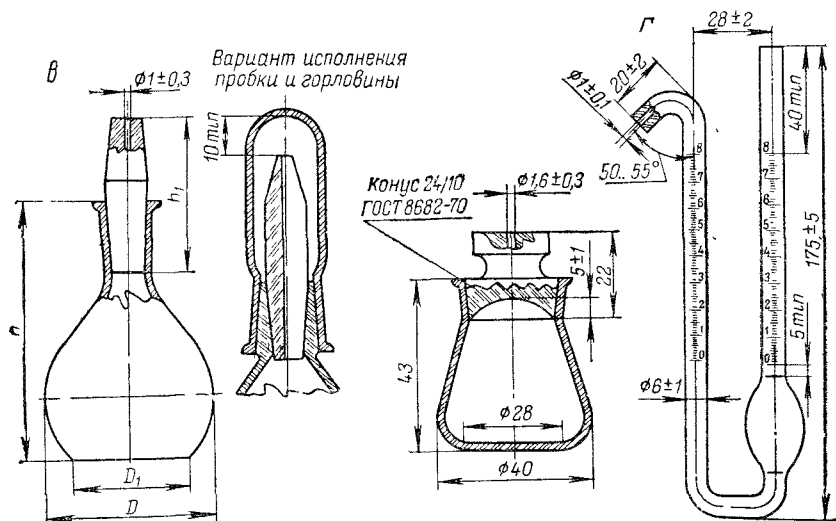
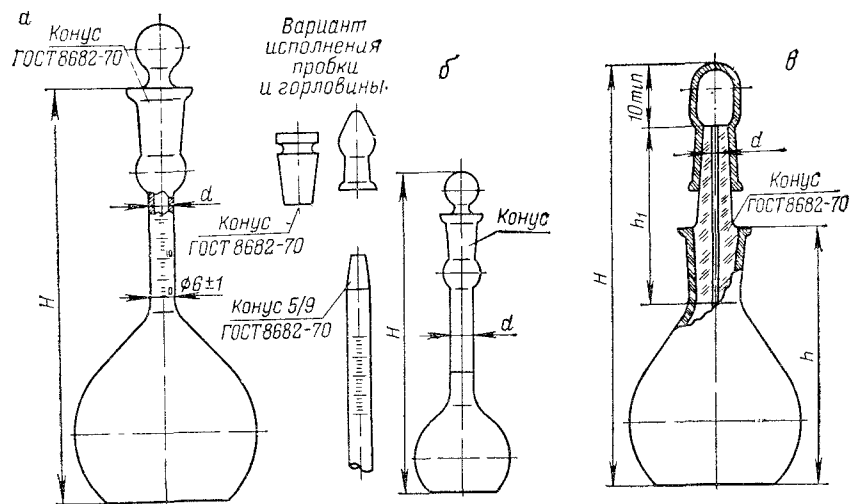


Рис. 116. Пикнометры для жидкостей:

а — ПЖ1; б — ПЖ2; в — ПЖ3 (исполнение 3 — номинальная вместимость — $25 \pm 2,0$ мл, масса — 40 г); г — ПЖ4 (номинальная вместимость $1 \pm 0,2$; $2 \pm 0,3$; $5 \pm 0,5$; масса ≤ 30 г)

вставлена и закреплена в оболочке термометра. В таких термометрах шкала защищена от воздействия внешней среды, отсчет удобно проводить по мениску. В СССР термометры этой группы наиболее распространены.

В термометрах с прикладной шкалой используют капилляры различной конфигурации и прикладную шкалу (чаще всего

Таблица 152. Основные размеры пикнометров типа ПЖ1

Вместимость, мл		H, мм, не менее	d, мм (предельное отклонение $\pm 0,8$)	Масса, г, не более	Конус по ГОСТ 8682-70
номинальное	предельное отклонение				
5	$\pm 0,5$	70	3	20	7/16
25	$\pm 2,0$	95		25	10/13; 10/19
50	$\pm 3,0$	105		40	
100	$\pm 5,0$	110		50	

Таблица 153. Основные размеры пикнометров типа ПЖ2

Вместимость, мл		H, мм, не менее	d, мм (предельное отклонение ± 1)	Масса, г, не более	Конус по ГОСТ 8682-70
номинальное	предельное отклонение				
1	$\pm 0,2$	60	5	20	5/13
2	$\pm 0,3$	60		20	
3	$\pm 0,4$	70		20	
5	$\pm 0,5$	80	6	20	7/16
10	$\pm 1,0$	90		25	
25	$\pm 2,0$	105	6; 9	40	7/16
		110			10/19
		120			
50	$\pm 3,0$	125		45	7/16
100	$\pm 5,0$	140	9	50	10/19

Таблица 154. Основные размеры пикнометров типа ПЖЗ исполнений 1, 2

Вместимость, мл		H, мм не менее	h, мм не менее	h ₁ , мм не менее	D, мм не менее	D ₁ , мм не менее	d, мм (предельное отклонение ±0,2)	Масса, г не более	Конус по ГОСТ 8682-70
номинальное	предельное отклонение								
Исполнение 1									
1	—	45	20	25	—	—	—	—	5/13
2	—	50	25	25	—	—	—	—	
3	—	50	25	25	—	—	—	—	
5	—	65	35	35	—	—	0,7	—	7/16
10	±1,0	75	40	35	—	—	—	25	
25	±2,0	80	50	40	—	—	—	30	10/19
50	±3,0	95	60	40	—	—	0,7; 1,0	35	
100	—	100	65	40	—	—	0,7	—	
Исполнение 2									
10	±1,0	—	40	25	27	18	—	25	—
25	±2,0	—	55	33	40	27	—	30	—
50	±3,0	—	65		50	35	—	35	—

в оправе), нанесенную на стекло молочного цвета, фотостекло или на металлическую пластинку. Столбик термометрической жидкости в таких термометрах хорошо виден, они обладают высокой вибро- и ударопрочностью.

Термометры палочного типа изготавливают из толстостенных массивных капилляров диаметром 5 ÷ 8 мм. Деления шкалы нанесены непосредственно на наружную поверхность капиллярной трубки. Термометры этой группы обладают большой точностью отсчета температуры, механической прочностью и виброустойчивостью.

В СССР выпускают жидкостные стеклянные термометры для измерения температур в интервале от -200 до +1050 °С, их ассортимент достигает 220 наименований и более 4000 типо-

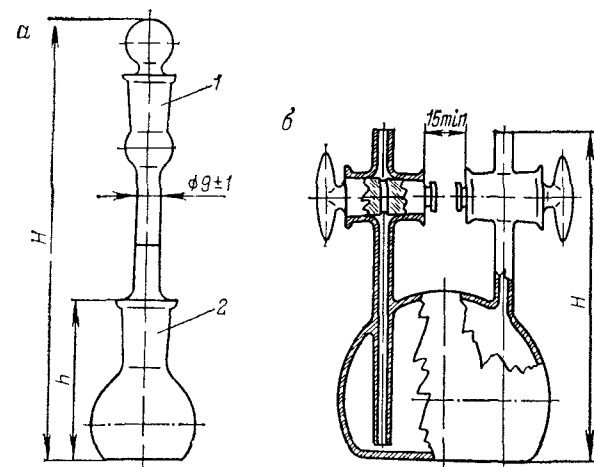


Рис. 117. Пикнометры для твердых и сыпучих материалов и для газов:

а — ПТ (при номинальной вместимости 25 и 50 мл соответственно $H = 155 \pm 5$ мм и 170 ± 5 мм, $h = 56 \pm 3$ и 68 ± 3 мм); б — ПГ (при номинальной вместимости 100 и 200 мл соответственно $H = 100 \pm 5$ и 115 ± 5 , масса ≤ 75 и 80 г)
1 — конус 12/21 по ГОСТ 8682-70; 2 — конус 14/23 по ГОСТ 8682-70

размеров. Серийно выпускают термометры для измерения температур от -100 до +650 °С.

Термометры изготавливают из различных марок стекла и заполняют различными термометрическими жидкостями (табл. 155). Из всех жидкостей лучшей является ртуть, так как

Таблица 155. Физические свойства некоторых термометрических жидкостей

Термометрическая жидкость	Пределы шкалы термометра, °С		Температура (при нормальном давлении), °С		Коэффициент расширения средний объемный *, °С·10 ⁻⁶
	нижний	верхний	затвердевания	кипения	
Ртуть	-35	+800 **	-38,87	+356,7	182,5 (2 ÷ 100)
Ртутно-галлиевая амальгама (91,5 % Hg + 8,5 % Tl)	-59	—	-60 ± 0,2	—	179,0 (0—20)
Толуол	-80	+100	-90	+110	107,0 (0—30)
Спирт этиловый, 96%-ный	-110	+70	-117	+78	103,0 (0—30)
Керосин	-20	+250	-25	153 ÷ 300	90,0 (0—100)
Петролейный эфир	-120	+25	-140	+36	152,0 (0—25)

* В скобках приведен температурный интервал, в котором определяли коэффициент расширения.

** В термометрах с верхним пределом шкалы свыше 350 °С пространство в капилляре над ртутью заполняют инертным газом под повышенным давлением.

она не смачивает стекло и ее сравнительно легко получить химически чистой. Пространство в капилляре термометра над термометрической жидкостью заполняют инертным газом под давлением до нескольких атмосфер. Например, в термометрах, предназначенных для измерения температур до 600 °С, пространство заполняют газом под давлением ≈ 200 гПа (до 20 атм).

Комбинируя различные термометрические жидкости и типы стекла, можно создать новые оригинальные конструкции термометров.

Расчет конструкции термометра. Измерение температуры жидкостными стеклянными термометрами основано на визуальном наблюдении за изменением объема термометрической жидкости. Расстояние между делениями на шкале прямо пропорционально вместимости резервуара термометра и коэффициенту K и обратно пропорционально квадрату диаметра канала капилляра. Для технологических расчетов и при конструировании термометров пользуются приближенной формулой:

$$E = 0,08 \bar{L} d^2 / K \quad (a)$$

где E — вместимость резервуара термометра, мм³; \bar{L} — средняя длина деления, соответствующая одному градусу, мм; d — диаметр канала капилляра, мм $\times 250$; K — коэффициент, равный отношению среднего коэффициента видимого расширения термометрической жидкости в стекле данного термометра $I_{ж}$ к коэффициенту видимого расширения ртути в стекле по ГОСТ 1224—71 $I_{рт}$ для интервала 0 ÷ 100 °С ($K = I_{ж}/I_{рт}$).

Для термометров, изготовленных из стекол марок 360, 500 и 650, заполненных ртутью, значения K равны соответственно 1,00; 1,035 и 1,095. Для термометров, изготовленных из стекла марки 360, K равно: при заполнении толуолом — 7,5 и 6,8 (0—30 °С), этиловым спиртом — 6,5 (0—30 °С), керосином — 5,6, петролевым эфиром — 9,3 (0—20 °С).

Глубина погружения термометра. Термометры градуируют либо при погружении их до отсчитываемой температурной отметки (полное погружение), либо при частичном погружении их в среду с измеряемой температурой. В последнем случае отметку о глубине погружения наносят на обратную сторону шкальной пластины или на капилляр.

Термометры отечественного производства обычно градуированы в градусах международной шкалы температур (шкала Цельсия, обозначаемая °С). Термометры, изготавливаемые в США и Англии, часто градуируют по шкале Фаренгейта (F). Некоторые термометры градуированы по шкале Реомюра (R). В том случае, когда условия применения термометров не совпадают с условиями градуировки (различная глубина погружения или температура окружающего воздуха отличается от +20 °С), вводят поправку на «выступающий столбик». Если термометр градуирован при полном погружении, а при измерении температуры его погружают в среду частично, то поправку на вы-

ступающий столбик Δt подсчитывают по формуле

$$\Delta t = 0,00016 K n (t - \theta) \quad (б)$$

где n — длина выступающего столбика, выраженная в градусах шкалы термометра; t — температура, отсчитанная по термометру; θ — средняя температура выступающего столбика.

Значение θ определяют с помощью вспомогательного термометра, резервуар которого размещен у середины выступающего столбика. Для практических же расчетов можно пользоваться следующими приближенными данными:

Предел измерения, °С	до +30	до +100	до +200	до +300	до +400
Δt , °С	+20	+25	+30	+35	+40

Если термометр был градуирован при температуре окружающего воздуха +20 °С, а при эксплуатации температура отличается от +20 °С, то Δt можно определить по формуле (б), где $t = +20$ °С, а θ — температура окружающего воздуха в момент измерения температуры. В условиях промышленного производства ошибки при градуировании термометров неизбежны. Действующими ГОСТами установлены допустимые отклонения показаний термометров от истинного значения температур. Значения Δt не должны превышать значений, приведенных в табл. 156, 157.

Для термометров, которые снабжаются паспортом, поправки к их показаниям, полученные при проверке, указывают в паспорте с точностью до одной десятой доли наименьшего деления шкалы для ртутных термометров и одной пятой деления — для термометров, заполняемых смачивающими стекло термометрическими жидкостями.

При эксплуатации термометров допускаются кратковременные перегревы до температур, превышающих температуру верхнего предела измерения не более чем на 20 °С. Переохлаждение термометров ниже температуры затвердевания термометрической жидкости недопустимо.

По назначению жидкостные стеклянные термометры делятся на девять групп: 1) метеорологические; 2) лабораторные; 3) для нефтепродуктов; 4) для сельского хозяйства; 5) промышленные; 6) технические; 7) бытовые; 8) специальные; 9) термоконтактные. Основные характеристики термометров различного назначения приведены в табл. 158—163.

§ 31. ОБЩИЕ ТЕХНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ К ЛАБОРАТОРНОЙ ПОСУДЕ И ОБОРУДОВАНИЮ

В соответствии с ГОСТ 23932—79 должны выполняться следующие основные технические требования к лабораторной посуде и оборудованию.

1. Изделия должны изготавливаться из химико-лабораторного стекла по ГОСТ 21400—75, из медицинского стекла по

Таблица 156. Значения Δt для ртутных термометров

Температурный интервал, °С	Значения Δt при цене деления шкалы, °С					
	0,05	0,1 ÷ 0,2	0,5	1,0	2,0	5 ÷ 10
-30 ÷ -1	—	±0,3	±1,0	±1,0	±2,0	±5,0
0 ÷ 100	±0,1	±0,2	±1,0	±1,0	±2,0	±5,0
101 ÷ 200	—	±0,4	±1,0	±2,0	±2,0	±5,0
201 ÷ 300	—	±1,0	±2,0	±3,0	±4,0	±5,0
301 ÷ 400	—	—	±3,0	±4,0	±4,0	±10,0
401 ÷ 500	—	—	—	±5,0	±5,0	±10,0

Таблица 157. Значения Δt для нертутных термометров

Температурный интервал, °С	Значения Δt при цене деления шкалы, °С				
	0,2	0,5	1	2	5
-190 ÷ -81	—	—	±3,0	±4,0	±5,0
-80 ÷ -41	±1,0	±2,0	±3,0	±4,0	±5,0
-40 ÷ -21	±0,8	±1,0	±2,0	±4,0	±5,0
-20 ÷ +100	±0,4	±1,0	±1,0	±4,0	±5,0

Таблица 158. Метеорологические термометры, заполненные ртутью (ГОСТ 112—78)

Термометр	Тип	Пределы измерения температуры, °С	Цена деления шкалы, °С	Общая длина, мм	Диаметр оболочки, мм
Максимальный	ТМ-1	-35—+50 -20—+70	0,5	340±20	18±1
Минимальный *	ТМ-2	-70—+20 -60—+30 -50—+40	0,5	340±20	18±1
Для измерения температуры поверхности почвы	ТМ-3	-35—+60 -25—+70 -10—+85	0,5	360±10	16±1
Психрометрический к станционному психрометру	ТМ-4	-35—+40 -25—+50	0,2	410 ⁺²⁰ ₋₁₀	16±1
Коленчатые	ТМ-5	-10—+50	0,5	215±15	11±2
Психрометрический к аспирационному психрометру	ТМ-6	-30—+50 -25—+50	0,2	270±0,5	11,7
Пращевой	ТМ-8	-30—+50 -35—+40	0,5	180±10	8—3
Низкоградусный *	ТМ-9	-70—+20 -60—+20	0,5	410±20	16±1

Продолжение табл. 158

Термометр	Тип	Пределы измерения температуры, °С	Цена деления шкалы, °С	Общая длина, мм	Диаметр оболочки, мм
Почвенно-глубинный	ТМ-10	-20—+30 -10—+40 -5—+40	0,2	360±10	16±1
К ртутному барометру	ТМ-7	-5—+45	1	165±5	9,5 _{-1,5}
Гидрологический **	ТМ-14	-3—+65	0,5	210 ⁺¹⁰ ₋₅	13 ₋₃
Микротермометр равноделенный гидрологический ***	ТМ-15	0,8—+1,2	0,01	320±20	См. примечание
Глубоководные ***	ТГ	-2—+10±2 -2—+18±3 -2—+30 ⁺² ₋₄	0,05 0,1	320±5	20
Глубомеры **	ТГМ	-2—+10±2 -2—+20±2 -2—+30±2	0,05 0,1	320±5	20

Примечание. Верхней части 7±1, нижней—9,5±1, резервуара—12±1 мм.

* Термометрическая жидкость — неокрашенный этиловый спирт.
** ГОСТ 2045—71.
*** ТУ.

Таблица 159. Ртутные лабораторные термометры

Термометр	Тип	ГОСТ, ТУ	Пределы измерения температуры, °С	Цена деления шкалы, °С	Общая длина, мм	Диаметр оболочки, мм
Метастатический	ТЛ-1	ТУ 25—11.902—74	-20—+150	0,01; 5	560±10	16 ₋₁
Бекмана лабораторный:						
химический	ТЛ-2	ГОСТ 215—73	-30—+360	1	250—360	8±1
палочный высокоградусный	ТЛ-3	То же	0—+600	2	400—520	6±1
нормальный	ТЛ-4	»	-30—+360	0,1; 0,2	530 ₋₃₀	11±1
Комплекты:						
из четырех термометров	ТЛ-5	»	-30—+300	0,5	320 ₋₂₀	8±1
из восьми термометров	ТЛ-6	»	-30—+360	0,5	160 ₋₁₀	6±0,5
Для бактериологических термостатов	ТЛ-7	ТУ25—11.1388—77	0—+105	0,5	645 ₋₄₀	17 ₋₁
Для испытания нитроклетчатки	ТЛ-10	ГОСТ 2045—71: ТУ	+100—+115	0,5	85±5	7 ⁺¹
Лабораторный низкоградусный	ТЛ-15	ГОСТ 9177—74: ТУ	-100—+20	1	400 ₋₄₀	11 ₋₂
Лабораторный	ТЛ-19	ГОСТ 2045—71: ТУ	+10—+35	0,1	235 ₋₁₅	10 ₋₁

Термометр	Тип	ГОСТ, ТУ	Пределы измерения температуры, °С	Цена деления шкалы, мм	Общая длина, мм	Диаметр оболочки, мм
Для толуола,ксилола и изопропилбензола	ТЛ-22	ГОСТ 2045-71; ТУ	+90-	0,1	290±10	6±1
	ТЛ-23		+160	0,2		
Палочный высокоградусный	ТЛ-28	ГОСТ 215-73	0-+600	2	520±40	7±1
	ТЛ-36					
Для производства ацетицеллюлозы	ТЛ-43	ГОСТ 2045-71; ТУ	0-+100	0,5	400±10	8,5±1
Для анализа чистоты стирола	ТР-5	ГОСТ 2157-73; ТУ	-33- -19,8	0,5	400-60	7-1,5
Точный равноделенный	ТР-1	ГОСТ 13646-68	0-+60	0,01	500±20	11±1
	ТР-2		То же	+55- +155	0,02	540±20
	ТР-3	»	+140- +300	0,05	500±20	8±1
	ТР-4	»	+300- +500	0,1	500±20	7±1

Таблица 160. Ртутные термометры для нефтепродуктов (ГОСТ 400-80)

Термометр	Тип	Пределы измерения температуры, °С	Цена деления шкалы, °С	Поправки к показаниям (в °С) в интервале				Общая длина, мм	Диаметр оболочки, мм
				0-100	101-200	201-300	301-360		
Для определения температуры вспышки в тигле: закрытом	ТН-1: № 1	0-170	1	±1	±2	±3	—	250±10	9±1
				±1	±2	±3	—	250±10	9±1
открытом	ТН-2	0-360	1	±1	±2	±3	±4	330±10	7,5±0,5
				±1	±2	±3	±4	330±10	7,5±0,5
Для определения вязкости	ТН-3: № 1	0-60	0,5	±1	±1	±1	±1	250±10	8±1
				±1	±1	±1	±1	250±10	8±1
температуры каплепадения	ТН-4: № 1	0-150	1	±1	±2	±3	—	250±10	8,5±0,5
				±1	±2	±3	—	250±10	8,5±0,5
температуры застывания	ТН-6	-30-60	1	±1	±2	±3	±4	300±20	10±1
				±1	±2	±3	±4	300±20	10±1
температуры плавления парафинов	ТН-5	30-100	0,2	±1	±2	±3	±4	300±10	7,5±0,5
				±1	±2	±3	±4	300±10	7,5±0,5
температуры разгонки нефтепродуктов	ТН-7	0-360	1	±1	±2	±3	±4	350±10	7,5±0,5
				±1	±2	±3	±4	350±10	7,5±0,5
Для нефтепродуктов Низкоградусный	ТН-8	-80-60	1	±1	±2	±3	±4	350±10	Верхней части 11±1; Нижней части 6,5±0,5
				±1	±2	±3	±4	350±10	Верхней части 11±1; Нижней части 6,5±0,5

Таблица 161. Промышленные и технические термометры

Термометр	Тип	ГОСТ, ТУ	Пределы измерения температуры, °С	Цена деления шкалы, °С	Погрешность показаний в интервале температур, °С	Длина оболочки, мм		Диаметр оболочки, мм		Угол изгиба, град	Термометрическая жидкость
						верхней	нижней	верхней	нижней		
Для хлебопечения	ТП-1	ТУ25-11	100-350;	5	100-300±5	175±10	975-50	20-3	9-1	90±2	Ртуть
Вулканизаторный	ТП-3	ТУ25-11	100-200	1	100±1	185±10	600-30	15-2	7-1	—	»
Аккумуляторный	ТП-4	ТУ25-11	-5-75	0,5	±1	280-5	85-10	15-2	7-1	—	»
Авиационный	ТП-6	ТУ25-11	-55-55	1	-20-55±1	255-15	—	16±1	—	—	Толуол
Дезкамерный максимальный	ТП-7	ТУ25-11	20-150	1	20-100±1	215-10	—	13-2	—	—	Ртуть
Для кипячения «Титан»	ТП-9	ТУ25-1102	0-100	2	±2	115±5	65-5	12-2	—	90±2	Толуол
Для маслосепараторов	ТП-10	ТУ25-11	0-100	5	±5	115-10	—	11-2	—	—	Толуол
Для рефрижераторов	ТП-11	ТУ25-1102	-35-50	1	-35-(-21)±2	185±5	—	6±1	—	—	»
Технический прямой низкоградусный	П	ГОСТ 2823-73	-90-600	0,5; 1; 2; 5; 10	±1-±10	240	50-1003	20±1	8,5±0,5	—	Ртуть
Угловой	У	То же	-90-600	0,5; 1; 2; 5; 10	±1	—	85-1041	20±1	»	90±2	»

Таблица 162. Специальные термометры

Тип	ГОСТ, ТУ	Пределы измерения, °С	Цена деления шкалы, °С	Погрешность показаний в интервале температур, °С	Длина оболочки, мм		Диаметр оболочки, мм	
					верхней	нижней	верхней	нижней
СП-4 *	ТУ 25-11.653-76	0-50	1	±1	108 ₋₁	-	Ширина 20 ₋₁	-
С-5 *	То же	-30-10	1	-20-10±1	108 ₋₁	-	20 ₋₁	-
СП-6 *	ТУ 25-11.637-76	-20-40	1	-20-3)±1	106±1	-	46±1	-
СП-7 *	ТУ 25-11.102-045-83	-30-30	1	-30-(-21)±2	290	-	8 ₋₁	6,5 ₋₁
СП-8	ТУ 25-11.1178-75	-5-45	0,5	-20-30±0,5	175±15	-	8 ₊₁	-
СП-10	ТУ 25-11.1169-75	100-360	5	100-300±5	245 ₋₁₀	-	18 ₋₂	9 ₋₂
СП-14	ТУ 25-11.1224-76	(-20)-45	0,2	-20-0±0,3	75	217 ₋₅	6,5 ₋₁	-
СП-17	ТУ 25-11.897-73	(-5)-25	1	±1	80 ₋₁₀	-	6,5 ₋₁	-
СП-18	То же	20-45	1	±1	80 ₋₁₀	-	6,5 ₋₁	-
СП-19	ТУ 25-11.921-74	0-250	5	±5	130±5	115 ₋₁₅	20 ₋₃	9 ₋₁
СП-21	ТУ 25-11.1199-75	-33-51	0,5	-10±0,5 -20-50±0,6 -30±0,8	190 ₋₂₀	-	6 ₋₁	-
СП-23	ТУ 25-11.1193-75	15-50	0,2; 0,1	1-45±0,2 15-50±0,2	125 ⁺⁵ ₉₀	185±10	5 ± 7	-
СП-24	ТУ 25-11.922-74	20-50	0,5	±1	155 ₋₁₀	-	-	6 ₋₂
СП-25	ТУ 25-11.1008-75	10-40	0,2	±0,2	180 ⁺¹⁰ ₋₅	-	-	9 ₋₁
СП-26	ТУ 25-11.962-74	10-40	0,5	±1	110±5	-	5 ₋₁	-
СП-27	То же	-15-51	1	±1	135 ₋₁₀	-	7 ₋₁	-
СП-28	ТУ 25-11.1192-75	130-170	0,5	±1	185±5	-	6 ₋₁	-
СП-29	То же	0-50	0,5	±1	185±1	-	6 ₋₁	-
СП-30	»	150-200	1	±1	192±5	-	6 ₋₁	-
СП-31	»	50-150	1	50-100±1	360±5	-	6 ₋₁	-
СП-32	»	80-120	0,5	101-120±2	185±5	-	6 ₋₁	-
СП-33	25-11.1192-75	40-80	0,5	±1	185±5	-	6 ₋₁	-
СП-34	То же	30-70	0,5	±1	200±5	-	6 ₋₁	-
СП-36	ТУ 25-11.835-81	0-150	2	±2	200±100	145 ₋₁₅	19 ₋₂	7±1
СП-40	ТУ 25-11.635-76	-30-45	0,5	±1	60	198 ₋₁₀	5,5+1	-
СП-41 *	ТУ 25-11.558-76	0-33	1	±1	120±5	7±1	7±1	-

* Термометрическая жидкость—толуол, в остальных термометрах—ртуть.

ГОСТ 19808—80 или из другого стекла, по физико-химическим свойствам соответствующего стеклу по ГОСТ 21400—75. Допускается слабый цветной оттенок стекла. Биологические чашки (Петри) с крышками низкие исполнения 2 могут изготавливаться из светотехнического стекла по стандартам или техническим условиям.

2. Изделия должны быть отожжены. Удельная разность хода лучей не должна превышать 10 млн⁻¹,

Таблица 163. Ртутные термоконтакты

Тип	ГОСТ, ТУ	Пределы измерения температуры, °С	Цена деления шкалы, °С	Точки контактирования для различных позиций, °С	Погрешность показаний, °С	Допустимая мощность тока, Вт	Сила тока, А, не более
ТК-1П-1У	19855—74	-20—300	—	-20; 70 0; 100 100; 150	±2 ±3 ±5	1	0,04
ТК-2П-2У	То же	0—300	—	0; 100 101; 200 202; 300	±2 ±3	1	0,04
ТК-10А	ТУ 25—11.1181—79	0—35	0,5	28,5; 32	±5	1	0,04
ТК-12	ТУ 25—11.1064—75	—	—	37,5; 37,9	±0,15; ±0,2	1	0,04
ТК-15-16	ТУ 25—11.1183—75	—	—	60; 50	±2	1	0,04
ТК-52А	ТУ 25—11.1053—75	—	—	8; 10; 16—20; 20; 1—30	±5	2	0,04
ТК-53	ТУ 25—11.1190—75	-35—100	—	70; 80; 100	±2	—	0,5 (мкА)
ТПК-П	ГОСТ 9871—75	-30—300	1; 2; 5	—	Цена одного деления То же	—	0,5 (мкА)
ТПК-У	То же	-30—300	1; 2; 5	—	То же	—	0,5 (мкА)
ТЗК-П	»	-30—300	1; 2	0—50; 51—100 101—200	±1 ±2 ±3	—	0,5 (мкА)
ТЗК-У	»	-30—300	1; 2	201—300 0—100 101—200	±3 ±1 ±2	—	0,5 (мкА)

3. Изделия должны быть термостойкими и выдерживать перепад температур, указанный в табл. 164.

4. В местах сгибов и спаев изделий не должно быть наплывов стекла более 1 мм для тонкостенных и более 3 мм для толстостенных изделий.

5. Края изделий (оливки, тубусы, горловины, отводные трубки и т. д.) должны быть ровно обрезаны, оплавлены или зашлифованы.

6. Края шлифованных поверхностей не должны иметь сколов более 1 мм для тонкостенных и более 2 мм для толстостенных изделий.

7. Взаимозаменяемые конусы изделий должны соответствовать ГОСТ 8682—70.

8. Сферические взаимозаменяемые шлифы должны соответствовать ГОСТ 9737—70.

9. Дно изделий должно быть плоским или незначительно вогнутым и обеспечивать устойчивое положение изделий на горизонтальной поверхности. При наклоне поверхности на 15°

Таблица 164. Термостойкость изделий из стекла по ГОСТ 21400—75

Наименование изделий	Перепад температур, °С		
	ХС1, ХС2, ХС3	ТХС1, ТХС2	ТС
Стаканчики для взвешивания, пробирки *	80	—	200
Колбы Фаворского	—	—	160
Фильтры стеклянные и изделия с фильтрами	60	—	140
Спиртовки	60	60	—
Трубки соединительные, каплеуловители, воронки, дефлегматоры, соединительные элементы **	50	—	180
Насадки для экстрагирования	50	—	100
Эксикаторы, аппараты для получения газа	30	—	—
Стаканы и колбы с толщиной стенки, мм			
до 1	—	200	200
1—2	—	145	145
2—3	—	120	120
3—4	—	100	100
4—5	—	90	90
Чашки			
типов ЧКЦ, ЧВП, ЧВК вместимостью до 500 мл	—	—	160
типов ЧКЦ, ЧВП, ЧВК вместимостью 500 мл	—	—	130
типов ЧБВ, ЧБН (исполнение 1) *	80	80	—
типов ЧБН (исполнение 2) **	50	50	—

* Изделия из стекла по ГОСТ 19808—80 должны выдерживать перепад температур 80 °С.

** Изделия из стекла по ГОСТ 19808—80 должны выдерживать перепад температур 50 °С, чашки типов ЧБН (исполнение 2) из светотехнического стекла — 50 °С.

изделие не должно опрокидываться. Вогнутость поверхностей чашек и крышек типов ЧБВ и ЧБН не должна превышать 0,01 диаметра изделия.

10. Носик изделий должен быть симметричной формы и обеспечивать слив жидкости без подтекания.

11. На поверхности фильтров не допускается окрашивание и загрязнение (приплавленные посторонние частицы).

12. Фильтры должны иметь ровную поверхность функциональной (рабочей) стороны.

13. Поры фильтров должны быть распределены равномерно не менее чем на $\frac{2}{3}$ его поверхности.

14. Конусы стаканчиков для взвешивания и крышек должны обеспечивать их герметичность и соответствовать ГОСТ 8682—70.

15. Баллоны и колпачки к капельницам исполнений 1 и 2 должны изготавливаться из резины, химически стойкой к воздействию щелочей и кислот, или из заменяющих резину материалов, не уступающих по свойствам резине.

16 Масса приборов для поглощения газов и паров воды типа 1 должна быть не более 40 г, приборов типа 2 — не более 60 г. Для определения класса фильтра применяют специальную установку (рис. 118).

На фильтр или в изделие с фильтром, закрепленное в приборе, наливают воду или тетрахлорид углерода слоем 20 мм. Затем повышают давление в приборе с максимальной скоростью 6,65 гПа (0,7 кН/м²) в 1 с. По показанию манометра определяют давление воздуха в момент отрыва первого пузырька от поверхности фильтра, затем определяют класс фильтра в соответствии с данными табл. 165. Равномерность распределения пор по поверхности фильтра определяют на том же приборе сразу после определения класса путем постепенного повышения давления воздуха в пределах данного класса. При этом пузырьки должны проходить равномерно не менее чем на $\frac{2}{3}$ поверхности фильтра.

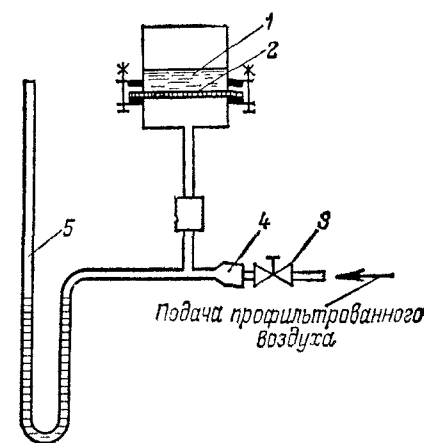


Рис. 118. Схема установки для определения класса фильтра: 1 — жидкость, применяемая для испытаний; 2 — испытуемый фильтр; 3 — край регулирования; 4 — тормозной капилляр; 5 — манометр

Таблица 165. Данные для определения класса фильтров

Класс фильтров	Давление [в гПа (мм рт. ст.)] в момент отрыва первого пузырька при испытании	
	водой	тетрахлоридом углерода
ПОР 500	5—12 (4—9)	—
ПОР 250	12—19 (9—14)	—
ПОР 160	19—29 (14—22)	—
ПОР 100	29—73 (22—55)	—
ПОР 40	73—183 (55—137)	—
ПОР 16	183—293 (137—220)	73—108 (55—81)
ПОР 10	293—975 (220—730)	108—307 (81—270)
ПОР 3,0	—	307—733 (270—505)
ПОР 1,6	—	733—1080 (505—810)
ПОР 1,0	—	1080 (810)

§ 32. ПОСУДА И ОБОРУДОВАНИЕ ЛАБОРАТОРНЫЕ ФАРФОРОВЫЕ

Фарфоровые изделия изготавливают из тонких смесей каолина, кварца, полевого шпата и других алюмосиликатов. В зависимости от состава, массы и температуры обжига различают

Таблица 166. Химический состав фарфора и массы

Материал	Содержание								Потери при прокаливании, %	Состав массы, %
	SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	K ₂ O	Na ₂ O		
Каолин алексеевский (обогащенный)	47,50	0,57	37,41	0,35	0,48	0,30	1,08	0,08	12,23	42
Полевой шпат талькурганский	67,23	—	18,42	0,19	0,45	0,21	10,2	3,11	0,21	18
Кварцевые отходы Алексеевского месторождения	97,50	0,11	0,83	0,15	0,26	0,33	0,17	0,11	1,55	28
Бентонит огланлинский	73,37	0,19	13,87	1,14	2,62	2,81	0,33	1,36	4,24	4
Бой уфельный полигой	69,83 71,08	0,67 0,42	24,30 22,62	0,43 0,47	0,79 0,90	0,44 0,54	2,10 2,68	0,89 0,85	0,59 0,44	3 5
Фарфор	71,04	0,34	23,7	0,33	0,57	0,43	2,90	0,85	—	100

твердый фарфор, обжигаемый при 1380—1420 °С и выше, и мягкий, температура обжига которого ниже 1350 °С. Мягкий фарфор — белый, просвечивается лучше, чем твердый фарфор, но менее термостойкий и прочный. По сравнению с мягким твердый фарфор содержит больше каолина и меньше полевого шпата. Фарфоровые изделия покрывают тонким слоем глазури специального состава, которая обеспечивает высокую абразивную прочность и стойкость к воздействию кислот и щелочей. В зависимости от типа изделий и их назначения используют глазури разного состава: прозрачные, непрозрачные (глухие), цветные, матовые и др.

В табл. 166 приведены состав фарфора и массы, в табл. 167 указаны свойства фарфоров разных типов.

В зависимости от формы изделий используют три основных метода их изготовления: формование из пластической массы в гипсовых, пластмассовых и стальных формах; отливка из жидкой массы (шликера); прессование из порошкообразной массы.

В нашей стране лабораторную фарфоровую посуду и оборудование выпускает Речицкий завод по производству фарфоровой аппаратуры (пос. Речица, Московская обл.). Посуда и оборудование лабораторные фарфоровые — стаканы, выпарительные чашки, кастрюли, низкие и высокие тигли, крышки к тиглям, тигли Гуча и Розе, кружки, воронки Бюхнера, ступки и пестики, ложки, шпатели, вставки для эксикаторов, барабаны, лодочки — выпускают в соответствии с ГОСТ 9147—80.

Фарфоровая посуда предназначена для проведения различных анализов: прямоугольные лодочки — для определения зольности твердого топлива, лодочки для сжигания для прокаливания

Таблица 167. Свойства фарфора разных типов

Свойства	Твердый		Талько-полево-шпатовый	Кордиеритовый	Циркониевый
	неглазурованный	глазурованный			
Средняя плотность	2,62—2,42		2,6	2,1—2,5	3,4—3,8
Объем закрытых пор, %	4,1—7,9		до 1	до 7	до 10
Прочность обожженного фарфора, Н × 10 ⁻⁵					
при изломе пластично-формованного	400—780	520—1190	950—1450	460—1000	1300—1650
при изломе прессованного	260—590	420—900	—	330—600	—
при растяжении пластично-формованного	200—400	250—530	530—900	200—330	800—850
при растяжении прессованного	100—200	130—260	—	—	—
при сжатии пластично-формованного	2600—4300	3700—6600	5300—9000	2600—4600	6000
при сжатии прессованного	2000—3300	2600—4000	—	—	—
Модуль упругости, Н · 10 ⁻⁷	528—8000		8500—10 500	4600—10 000	14 000—16 000
Прочность при ударе, Н см/см ²	90—200		300—350	200—230	400—700
Коэффициент термического расширения в интервале 20—700 (1/°С) · 10 ⁶	4—6,5		6—8	2—4	4,8—4,9
Теплопроводность, Вт/(м К)	2,9—4,65		5,8—6,4	4,5—6	12,9—13,9
Диэлектрическая проницаемость	5,2—6		6,1—7	4,1—5	8,5—9,5
Пробивное напряжение при 50 Гц, кВ/м	25—35		35—40	5—20	20—25
Удельная объемная электропроводность при 50 Гц, Ом · см					
при 20 °С	10 ¹² —10 ¹³		10 ¹⁴ —10 ¹⁵	10 ¹¹ —10 ¹⁴	—
при 300 °С	10 ⁶ —10 ⁷		10 ⁸ —10 ⁹	10 ⁷ —10 ⁹	—

веществ при анализах, барабаны с крышками для шаровых мельниц — для мокрого и сухого размола материалов минерального происхождения твердостью не выше 7 по шкале Мооса.

Стаканы

Стаканы (рис. 119) изготавливают размеров, указанных в табл. 168.

Условное обозначение стакана № 3 номинальной вместимостью 150 мл: стакан 3 ГОСТ 9147—80.

Кастрюли

Кастрюли (рис. 120) изготавливают размеров, указанных в табл. 169.

Условное обозначение кастрюли № 2 номинальной вместимостью 250 мл: кастрюля 2 ГОСТ 9147—80.

Выпарительные чашки

Выпарительные чашки (рис. 121) изготавливают размеров, указанных в табл. 170.

Условное обозначение выпарительной чашки № 3 номинальной вместимостью 100 мл: чашка выпарительная 3 ГОСТ 9147—80.

Тигли

Тигли низкие (рис. 122, а) изготавливают размеров, указанных в табл. 171.

Условное обозначение низкого тигля № 3 с наибольшим наружным диаметром 35 мм: тигель низкий 3 ГОСТ 9147—80.

Тигли высокие (рис. 122, б) изготавливают размеров, указанных в табл. 171.

Условное обозначение тигля высокого № 3 с наибольшим наружным диаметром 35 мм: тигель высокий 3 ГОСТ 9147—80.

Тигли Гуча (рис. 122, в) изготавливают размеров, указанных в табл. 172.

Условное обозначение тигля Гуча № 2 с наибольшим наружным диаметром 35 мм: тигель Гуча 2 ГОСТ 9147—80.

Тигли Розе (рис. 122, г) изготавливают размеров, указанных в табл. 173.

Условное обозначение тигля Розе № 1 с крышкой и трубкой с наибольшим наружным диаметром 30 мм: тигель Розе 1 ГОСТ 9147—80.

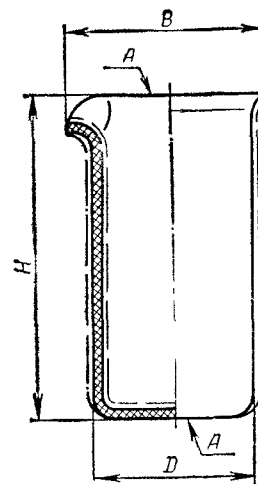


Рис. 119. Стакан

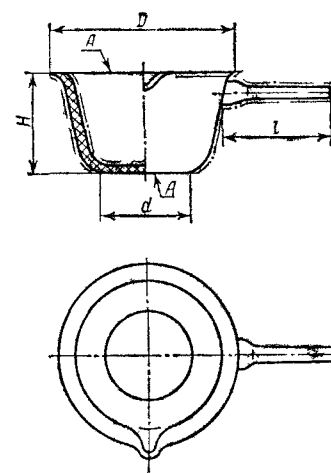


Рис. 120. Кастрюля

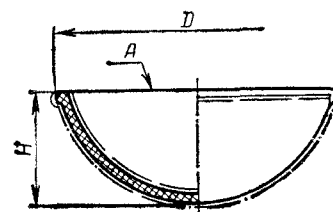


Рис. 121. Выпарительная чашка

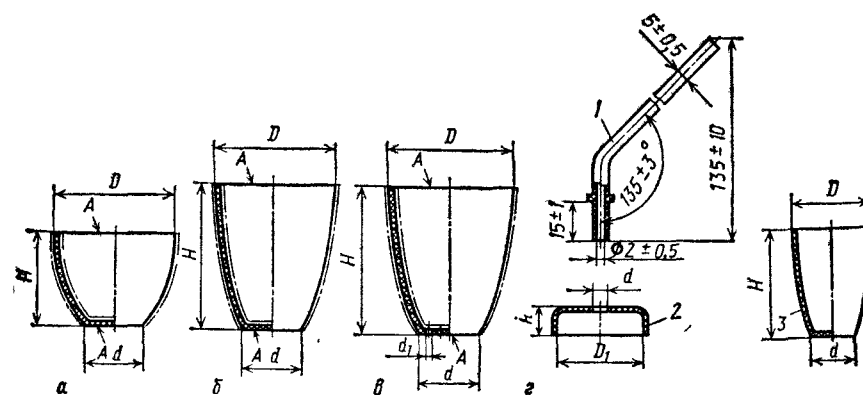


Рис. 122. Тигли:

а — низкий; б — высокий; в — Гуча; г — Розе
1 — трубка; 2 — крышка; 3 — тигель

Таблица 168. Основные размеры (в мм) стаканов

Номер стакана	Номинальная вместимость, мл	D		H		B		
		номинальное	предельное отклонение	номинальное	предельное отклонение	номинальное	предельное отклонение	
1	25	35	±1	40	±2	40	±1	
2	50	35		70	±3	45		
3	150	50	±2	90	±5	65	±2	
4	250	60		110		75		
5	400	75	±3	120	±6	90	±3	
6	600	85		135		100		
7	1000	100	±5	170	±10	120	±5	
8	2000	125	±6	205		145		±6
9	4000	175	±7	220		200		±7

Таблица 169. Основные размеры (в мм) кастрюли

Номер кастрюли	Номинальная вместимость, мл	D		d		H		l, не менее
		номинальное	предельное отклонение	номинальное	предельное отклонение	номинальное	предельное отклонение	
1	100	75	±2	40	±2	40	±2	40
2	250	100	±3	50		55		55
3	500	120		65		70		65
4	1000	150	±4	85	±3	85	±3	90
5	2000	190		100		100		125

Крышки к тиглям

Крышки к тиглям (рис. 123) изготавливают исполнений 1 и 2 (табл. 174).

Условное обозначение крышки № 2 к тиглю с внутренним диаметром 27 мм исполнения 1: крышка к тиглю 2—1 ГОСТ 9147—80.

Таблица 170. Основные размеры (в мм) выпарительных чашек

Номер чашки	Номинальная вместимость, мл	D		H	
		номинальное	предельное отклонение	номинальное	предельное отклонение
1	25	62	±2	25	±1
2	50	77		30	
3	100	97	±3	35	
4	150	108		40	
5	250	123	±5	50	±2
6	460	163		55	
7	850	205	60		
8	1500	265	±7	75	±3
9	4000	335	±10	100	

Таблица 171. Основные размеры (в мм) тиглей

Номер тигля	D		d		H	
	номинальное	предельное отклонение	номинальное	предельное отклонение	номинальное	предельное отклонение
Низкий						
1	20	±1	11	±1	15	±1
2	25	±2	14		19	
3	35		18		26	
4	45	±2	22	±2	35	±2
5	55	±3	28		42	
6	75		38	57	±3	
Высокий						
1	20	±1	11	±1	25	±2
2	25		14		32	
3	35	18	43			
4	45	±2	22	±2	55	±3
5	55	±3	28		70	

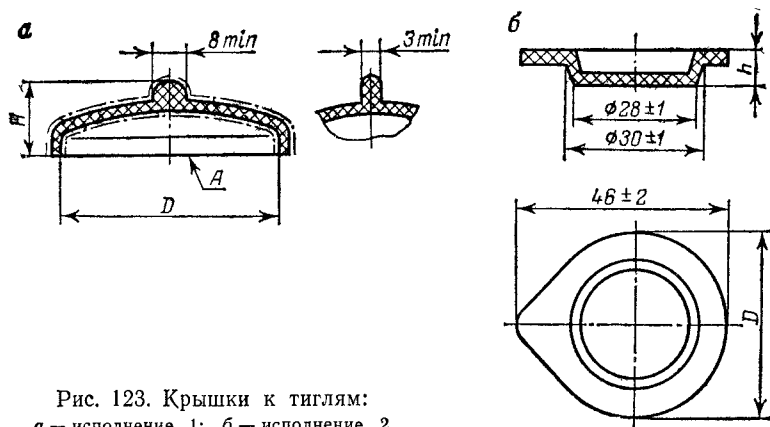


Рис. 123. Крышки к тиглям:
а — исполнение 1; б — исполнение 2

Таблица 172. Основные размеры (в мм) тигля Гуча

Номер тигля	D		d (предельное отклонение ±1)	d ₁ (предельное отклонение ±0,20)	H		Число отверстий
	номинальное	предельное отклонение			номинальное	предельное отклонение	
1	25	±1	14	0,85	32	±2	26
2	35	±2	18	1,00	43		37
3	45		22		55	±3	49

Таблица 173. Основные размеры (в мм) тигля Розе

Номер тигля и крышки	D (предельное отклонение ±1)	d (предельное отклонение ±1)	H (предельное отклонение ±1)	D ₁ , не менее	d ₁ (предельное отклонение ±0,5)	h (предельное отклонение ±1,5)
1	30	18	40	32	6,0	10,0
2	35	20	45	37		

Кружки

Кружки (рис. 124) изготавливают размеров, указанных в табл. 175.

Условное обозначение кружки № 2 номинальной вместимостью 500 мл: кружка 2 ГОСТ 9147—80.

Таблица 174. Основные размеры (в мм) крышек к тиглям

Номер крышки	D		H	Номер крышки	D		H
	не менее				не менее		
1	22	13	18	5	59	21	—
2	27			6	70		
3	38	18	18	7*	40		
4	48						

*h=7 мм.

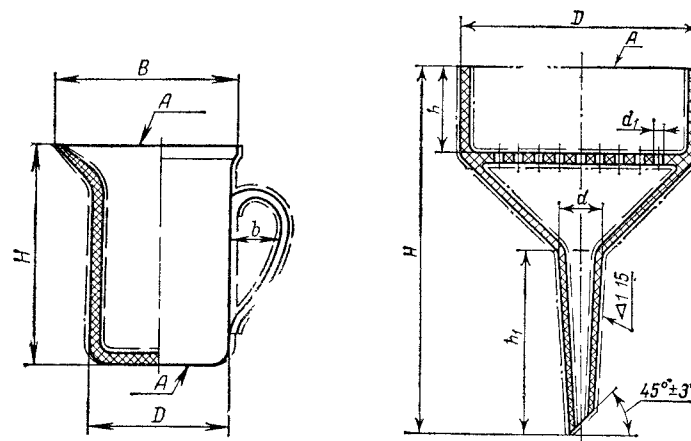


Рис. 124. Кружка

Рис. 125. Воронка Бюхнера

Таблица 175. Основные размеры (в мм) кружки

Номер кружки	Номинальная вместимость, мл	D		H		B		b, не менее
		номинальное	предельное отклонение	номинальное	предельное отклонение	номинальное	предельное отклонение	
1	250	65	±3	115	±5	90	±4	25
2	500	85		135	±7	115		35

Номер кружки	Номинальная вместимость, мл	D		H		B		β, не менее
		номинальное	предельное отклонение	номинальное	предельное отклонение	номинальное	предельное отклонение	
3	1000	105	±3	170	±8	135	±5	45
4	1500	120	±5	195	±10	160		50
5	2000	135		205		175	50	

Воронки Бюхнера

Воронки Бюхнера (рис. 125) изготавливают размеров, указанных в табл. 176.

Условное обозначение воронки Бюхнера № 3 с наружным диаметром 100 мм: воронка Бюхнера 3 ГОСТ 9147—80.

Таблица 176. Основные размеры (в мм) воронки Бюхнера

Номер воронки	D		d		d ₁ , не менее	H		h		h ₁		Число отверстий, не менее
	номинальное	предельное отклонение	номинальное	предельное отклонение		номинальное	предельное отклонение	номинальное	предельное отклонение	номинальное	предельное отклонение	
1	65	±3	15	±2	1,25	100	±5	25	±2	50	±3	60
2	80		18		1,5	130	±7	30	±3	60	±5	61
3	100	±5	20	2,0	160	40		80		91		
4	130	±8	30	±3	3,0	200	±10	50	±5	100	±7	169
5	175		35			270		65		130		
6	215	±10	40	350	90	170	±7	169				

Ступки

Ступки (рис. 126, а) изготавливают размеров, указанных в табл. 177.

Условное обозначение ступки № 2 с наибольшим наружным диаметром 70 мм: ступка 2 ГОСТ 9147—80.

Рис. 126 Ступка (а) и пестик (б)

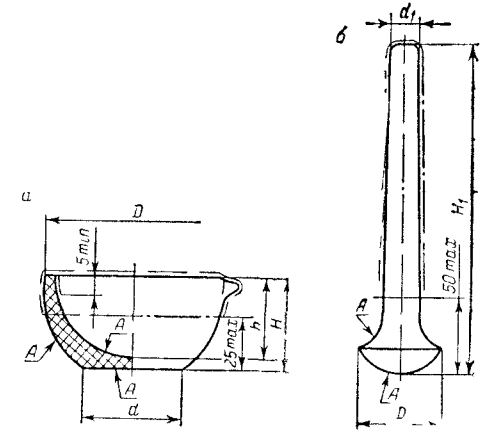


Таблица 177. Основные размеры (в мм) ступки

Номер ступки	D		d		H		h	
	номинальное	предельное отклонение	номинальное	предельное отклонение	номинальное	предельное отклонение	номинальное	предельное отклонение
1	50	±2	30	±2	35	±2	30	±2
2	70	±3	40		40		35	
3	90		50		45		40	
4	100	±4	60	±3	50	±3	45	±3
5	140		70		70		60	
6	180	±5	90	±4	90	±4	80	±3
7	240	±7	120		110		95	

Пестики

Пестики (рис. 126, б) изготавливают размеров, указанных в табл. 178.

Условное обозначение пестика № 1 высотой 90 мм: пестик 1 ГОСТ 9147—80.

Таблица 178 Основные размеры (в мм) пестика

Номер пестика	H_1		D_1		d_1 (предельное отклонение ± 2)
	номинальное	предельное отклонение	номинальное	предельное отклонение	
1	90	± 3	22	± 2	10
2	120	± 4	34		14
3	170	± 5	43	± 3	18
4	210		57		20

Ложки

Ложки (рис. 127) изготавливают размеров, указанных в табл. 179.

Условное обозначение ложки № 2 длиной 150 мм: ложки 2 ГОСТ 9147—80.

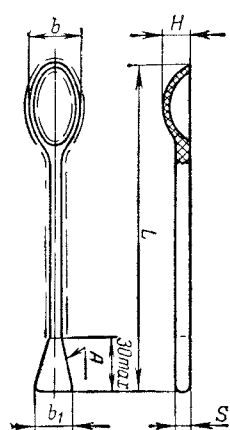


Рис. 127. Ложка

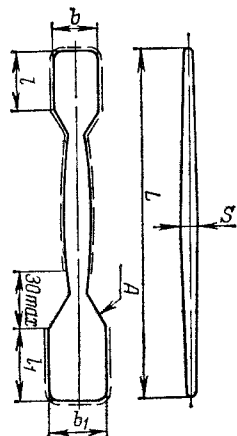


Рис. 128. Шпатель

Таблица 179. Основные размеры (в мм) ложки

Номер ложки	L		b (предельное отклонение ± 1)	b_1 (предельное отклонение ± 1)	H (предельное отклонение ± 1)	S (предельное отклонение ± 1)
	номинальное	предельное отклонение				
1	120	± 5	15	14	10	5
2	150		30	15	12	6
3	200	± 10	40	20	16	8
4	250		50	25	20	8

Шпатели

Шпатели (рис. 128) изготавливают размеров, указанных в табл. 180.

Условное обозначение шпателя № 3 длиной 200 мм: шпатель 3 ГОСТ 9147—80.

Таблица 180. Основные размеры (в мм) шпателя

Номер шпателя	L		l (предельное отклонение ± 1)	l_1 (предельное отклонение ± 1)	b (предельное отклонение ± 1)	b_1 (предельное отклонение ± 1)	S (предельное отклонение ± 2)
	номинальное	предельное отклонение					
1	120	± 5	20	25	15	20	5
2	150		30	35	25	30	6
3	200	± 10	40	45	35	40	8
4	250		9				

Вставки для эксикаторов

Вставки для эксикаторов изготавливают исполнений 1 и 2 (рис. 129, б) размеров, указанных в табл. 181.

Условное обозначение вставки для эксикатора исполнения 1 диаметром 88 мм: вставка для эксикатора 1—88 ГОСТ 9147—80.

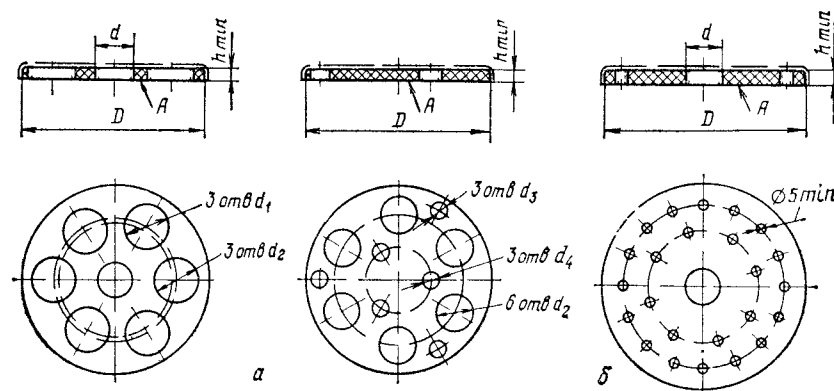


Рис. 129. Вставки для эксикаторов:
а — исполнение 1; б — исполнение 2

Таблица 181. Основные размеры (в мм) вставок для эксикаторов

D		d	d ₁	d ₂	d ₃	d ₄	h	Число отверстий
номинальное	предельное отклонение	не менее						
Исполнение 1								
88	-3	17	17	22	—	—	7	—
128		25	30	33	—	—	8	—
175	-6			41	—	—	9	—
230		—	—	48	17	25	10	—
Исполнение 2								
88	-3	17	—	—	—	—	7	28
128		25	—	—	—	—	8	40
175	-6						9	85
230		30					10	

Барабаны

Барабаны (рис. 130) изготавливают размеров, указанных в табл. 182.

Условное обозначение барабана вместимостью 4 л: барабан 4 ГОСТ 9147—80.

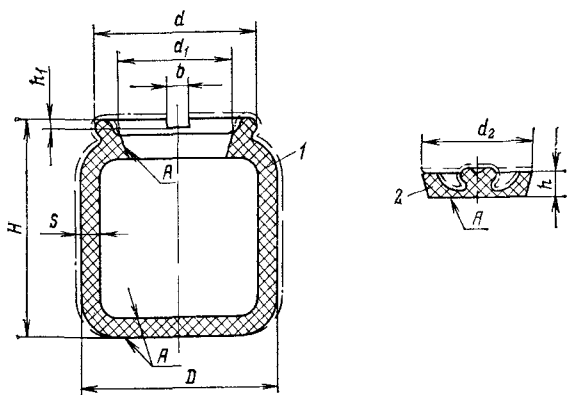


Рис. 130 Барабан:
1 — барабан, 2 — крышка

Таблица 182. Основные размеры (в мм) барабана

Номинальная вместимость, л	D		d		d ₁		d ₂		H		k (предельное отклонение ±2)	h ₁ (предельное отклонение ±1)	b (предельное отклонение ±2)	S, не менее
	номинальное	предельное отклонение	номинальное	предельное отклонение	номинальное	предельное отклонение	номинальное	предельное отклонение	номинальное	предельное отклонение				
2	170	±8	140	±7	90	±3	84	±3	190	±8	17	10	20	15
4	220	±11	180	±9	125		119	±4	240	±12	25		30	20
8	275	±17	240	11	170	±5	164	±5	300	15	30		25	
12	325		280	15	195	6	187	±6	335	17	35	20	40	30

Лодочки

Лодочки для определения зольности типа ЛЗ (рис. 131, а) изготавливают размеров, указанных в табл. 183.

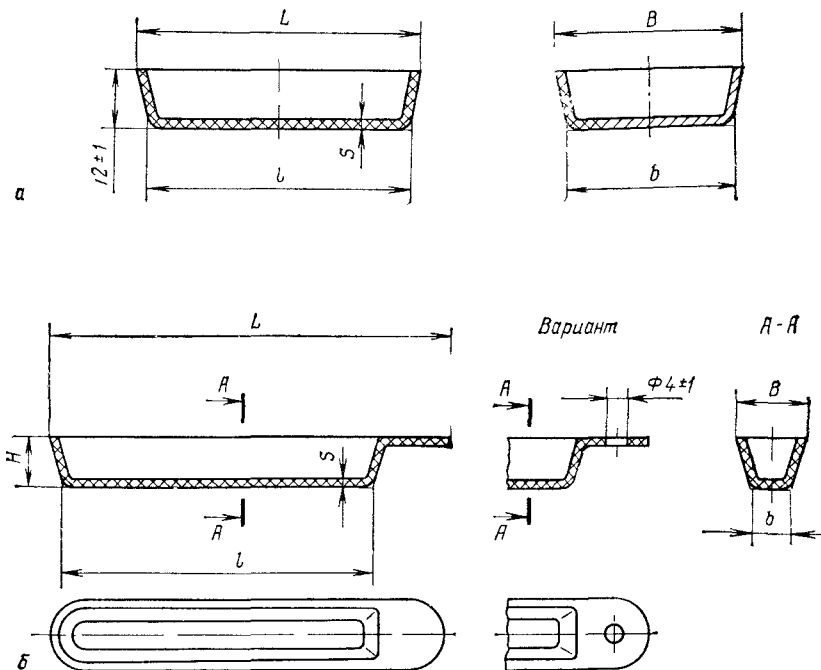


Рис. 131. Лодочки:
а — прямоугольная для определения зольности типа ЛЗ, б — для сжигания типа ЛС

Таблица 183. Основные размеры (в мм) лодочек

Номер лодочки	L		l		B		b		S (пред. откл. ±0,3)	H	
	номинальное	предельное отклонение	номинальное	предельное отклонение	номинальное	предельное отклонение	номинальное	предельное отклонение		номинальное	предельное отклонение
Типа ЛЗ											
1	45	±2	40	±2	25	±1	20	±1	1,8	—	—
2	50		45		36		32			—	—
3	60	±3	56	±3	40	±2	36	±2	2,0	—	—
4	80	±4	71	±4	56	±3	50	±3	2,5	—	—
Типа ЛС											
1	65		55		10		6		1,3	7	±1
2	85	±2	70	±3	14	±1	8	±1	1,8	10	
3	105	±3	90	±5	18	±2	10	±2	2,0	14	±2
4	125	±5	105		20		12			16	

Условное обозначение лодочки № 2 длиной 50 мм для определения зольности: лодочка ЛЗ 2 ГОСТ 9147—80.

Лодочки для сжигания типа ЛС (рис. 131, б) изготавливают размеров, указанных в табл. 183.

Условное обозначение лодочки № 2 длиной 85 мм для сжигания: лодочка ЛС 2 ГОСТ 9147—80.

В соответствии с ГОСТ 9147—80 лабораторная фарфоровая посуда и оборудование должны удовлетворять следующим основным техническим требованиям.

1. Поверхность всех изделий (за исключением крышек к тиглю исполнения 2, тиглей Розе с крышками и трубками), лодочек и наружной поверхности выпарительных чашек № 6—9 должна быть равномерно покрыта глазурью, кроме поверхностей А. Допускается изготавливать лодочки типа ЛЗ глазурованными, кроме наружной поверхности дна и верхнего края изделия.

2. Посуда, барабаны и лодочки типа ЛЗ должны быть химически стойкими к воздействию кислот и щелочей. Потеря массы образцов должна быть не более:

а) при испытании хлороводородной кислотой — 0,01 мг на 1 см² общей внутренней поверхности для посуды, 0,04 мг на

1 см² общей поверхности для барабанов; 0,03 мг на 1 см² общей поверхности для лодочек типа ЛЗ;

б) при испытании карбонатом натрия — 0,1 мг на 1 см² покрытой жидкостью поверхности для посуды; 0,4 мг на 1 см² покрытой жидкостью поверхности для барабанов; 0,22 мг на 1 см² общей поверхности для лодочек типа ЛЗ;

в) при испытании гидроксидом натрия — 0,6 мг на 1 см² покрытой жидкостью поверхности для посуды.

3. Масса посуды и лодочек при прокаливании не должна изменяться более чем на 0,1 мг на 10 г испытуемых изделий.

4. Глазурь должна быть стойкой к воздействию температуры не менее 900 °С. После нагревания глазурованные поверхности посуды не должны слипаться.

5. Посуда должна выдерживать внезапные изменения температуры. Образец, нагретый в печи при температуре на 230 °С выше температуры окружающей среды и быстро опущенный в воду комнатной температуры, не должен иметь трещин, отколов или цека глазури.

6. Лодочки должны быть термически стойкими: лодочки типа ЛС должны выдерживать нагревание до температуры не менее 1300 °С, типа ЛЗ — не менее 1200 °С. После нагревания не должно быть трещин и отколов.

7. Барабаны должны быть прочными к истиранию: потеря массы после 24 ч работы не должна превышать 1 % общей массы.

8. Изделия, поставленные на горизонтальную поверхность, должны сохранять устойчивость и при наклоне поверхности на 15° не опрокидываться.

Глава 4

ТОКОПРОВОДЯЩИЕ ПОКРЫТИЯ НА СТЕКЛЕ И ИЗДЕЛИЯ ИЗ СТЕКЛА С ТОКОПРОВОДЯЩИМИ ПОКРЫТИЯМИ

Химико-лабораторную посуду (колбы, стаканы и др.) обычно нагревают при помощи газовых горелок или электронагревателей (электроплитки, бани и др.). При использовании металлических электронагревателей расход электроэнергии довольно велик, а скорость нагрева очень мала. Кроме того, нагревать таким способом изделия сложной конфигурации особенно неудобно и сложно.

В нашей стране и за рубежом для нагревания изделий из стекла широко используют прозрачные электропроводящие пленки. В качестве токопроводящих покрытий используют в

основном оксиды, сульфиды, селениды и фосфиды металлов, различающиеся электрическими, химическими и оптическими характеристиками. Эти пленки получают преимущественно гидролизом растворов или пиролизом соответствующих соединений при 500—600 °С, а также окислением тонких слоев металла. В последние годы получил распространение метод нанесения оксидных пленок катодным распылением. Этим методом получают пленки оксидов олова, индия, кадмия, титана, молибдена, вольфрама, ванадия, монооксида кремния с примесью золота или серебра и др. Особый интерес представляет нанесение электропроводящего слоя на стекло методом тлеющего разряда в атмосфере, в которой проводят обработки поверхности.

Токопроводящим слоем, обладающим высокой электропроводностью и стойким во влажной и восстановительной средах, может служить покрытие из нитрида титана. Пленки из нитрида титана можно наносить на поверхность деталей из термостойких (до 1100 °С) материалов, устойчивых к действию водорода и аммиака (кварц, фарфор, керамика, стекло и др.) путем обработки аммиаком слоя металлического титана или диоксида титана, нанесенного на стекло. Токопроводящие покрытия из нитрида титана устойчивы при нагревании на воздухе до 250 °С, в вакууме — до 800—900 °С, в восстановительной среде — до 900—1000 °С, не разрушаются в воде. В нашей стране выпускаются стеклоизделия с токопроводящими покрытиями из диоксида олова.

Для нанесения пленки диоксида олова чаще всего используют раствор хлората олова, который наносят на предварительно нагретую поверхность стекла. Такие пленки хорошо закрепляются на поверхности стекла, характеризуются высокой механической прочностью и химической устойчивостью, обладают высокой удельной электропроводностью. Удельное поверхностное сопротивление пленки линейно зависит от ее толщины. Варьируя толщину пленки, можно получать покрытия с различной электропроводностью. Токопроводящая пленка диоксида олова термически достаточно устойчива: в интервале температур от 0 до 270 °С на воздухе электропроводность пленки практически не изменяется во времени. При нагревании на воздухе до более высоких температур электропроводность пленки постепенно снижается. Пленки устойчивы к воздействию электрического тока: выдерживают напряжение до 5000 В/см, плотность тока до 50 А/мм², удельную мощность до 15 Вт/см², однако при такой мощности пленка нагревается почти до 1000 °С, что приводит к растрескиванию стекла. При нагревании изделий до 200—400 °С достаточной является мощность 1 Вт/см². Толщина токопроводящей пленки составляет от 0,5 до 2 мкм. При наибольшей толщине пленки прозрачность стекла снижается всего на 5—10 %, что практически не сказывает-

ся на работе с изделиями, имеющими токопроводящие покрытия.

Клинское СКТБ СП разработало технологию и оборудование для нанесения токопроводящих покрытий на различные изделия из стекла и внедрило их в промышленное производство на заводах Минприбора.

Стеклоизделия промывают теплой водой и протирают чистым хлопчатобумажным лоскутом. Места, не подлежащие покрытию токопроводящей пленкой, защищают слоем пасты, состоящей из 60 % каолина и 40 % воды. Порошок каолина тщательно перемешивают с водой до состояния однородной сметанообразной массы, наносят ее на поверхность изделия и высушивают. Для обезжиривания открытую поверхность стеклоизделия протирают ватным тампоном, смоченным спиртом. При этом необходимо следить, чтобы не стереть защитные полосы из пасты. Затем изделия закрывают во вращающемся патроне. Токопроводящее покрытие наносят в печи камерного типа при 580 °С (для стекла типа пирекс). На вращающееся изделие из вмонтированного в печь пульверизатора наносят спиртовой раствор хлората олова. После остывания на изделие при помощи беличьей кисти № 3 или № 6 наносят силикатно-серебряные шинки, служащие для подвода тока к токопроводящему покрытию. Состав пасты для шинок (в частях): дисперсного серебра — 10, канифоли — 0,25, флюса и скипидара — 1. Шинки высушивают при комнатной температуре 2—3 ч или в сушильном шкафу при температуре не выше 100 °С в течение 45 мин, после чего отжигают в печи 1 ч 45 мин при 580—590 °С. Изделие рассчитано на сопротивление 10—50 Ом, сопротивление проверяют с помощью омметра.

Стеклоизделия с электропроводящим слоем на поверхности представляют собой открытые проводники. Для устранения опасности поражения током поверхность изделия должна быть изолирована. Хорошим изоляционным материалом является лак КО-921, который наносят из пульверизатора или окунают в него изделие. Пленку лака высушивают 4 ч при комнатной температуре и затем 2 ч в сушильном шкафу при 100 °С. Выдерживание при комнатной температуре необходимо, так как присутствие влаги воздуха ускоряет процесс полимеризации.

Основными электрическими параметрами изделий с токопроводящими покрытиями являются потребляемая мощность и напряжение питания. Было установлено, что для изделий с токопроводящими покрытиями, применяемых для нагревания жидкости, наиболее оптимальной является удельная мощность не более 5 Вт/см².

Изделия с токопроводящими покрытиями предназначены для нагревания в них различных жидкостей. Заводы Минприбора выпускают стаканы, колбы различной конфигурации и вместимости, царги и кубы для ректификационных установок,

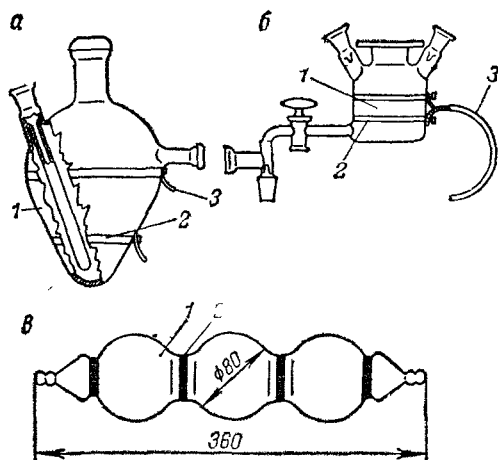


Рис. 132. Изделия с токопроводящими покрытиями:

a — колба-куб ректификационных установок; *b* — сосуд прибора ПФР; *в* — теплообменник прибора НВ-150

1 — токопроводящая пленка;
2 — силикатно-серебряные шинки;
3 — провода

теплообменники и другие изделия с токопроводящими покрытиями.

Ток к токопроводящему покрытию на изделиях подводится при помощи силикатно-серебряных шинков, на которых закрепляются съемные металлические контакты, подключаемые к источнику электрического тока. Наиболее удобно присоединять электропровода непосредственно к шинкам. Для регулирования степени нагрева изделия с токопроводящими покрытиями включают в сеть через лабораторный трансформатор. На рис. 132 показаны изделия из стекла с токопроводящими покрытиями: колба-куб вместимостью 2 л для ректификационных установок РУТ, УФП, УЧВ; сосуд прибора для определения фазового равновесия «Жидкость — пар» ПФР и теплообменник из кварцевого стекла. Теплообменник предназначен для нагрева деионизованной воды в потоке, его применяют для комплектации установок НВ-150. Теплообменник имеет силикатно-серебряные шинки, на которых закрепляют съемные металлические контакты для присоединения к источнику электрического тока. Производительность теплообменника при температуре воды $+70^{\circ}\text{C}$ составляет 50 л/ч, потребляемая мощность 3 кВт, коэффициент полезного действия 97 %.

Изделия с токопроводящими покрытиями имеют следующие преимущества: быстрота нагрева; значительная экономия электроэнергии за счет повышения коэффициента полезного действия; возможность регулировать в широком интервале температуру нагрева; безопасность работы с легковоспламеняющимися жидкостями; возможность визуального наблюдения за ходом происходящих в приборе процессов; возможность обогревать приборы сложной конфигурации.

Следует, однако, помнить, что в посуде с токопроводящими покрытиями нельзя нагревать жидкости и растворы, которые под действием тока могут подвергаться химическим превращениям,

В последнее время широкое распространение получили макро-, полумикро- и микролаборатории, а также комплекты лабораторий. Эти лаборатории укомплектованы в основном стандартными стеклянными узлами и деталями и универсальными штативами. Комплекты лабораторий, в зависимости от их назначения, снабжены также необходимыми приборами, приспособлениями и даже целыми блоками. Благодаря применению в лабораториях стандартных и взаимозаменяемых деталей удается быстро собрать необходимый прибор, а в случае поломки какой-то детали легко заменить ее. Заводами Минприбора выпускается целый ряд таких лабораторий.

§ 33. ПРЕПАРАТИВНАЯ ЛАБОРАТОРИЯ ПЛ-1

Лаборатория ПЛ-1 предназначена для получения чистых растворителей и проведения различных препаративных работ. Она укомплектована более чем 220 стеклянными деталями из термостойкого стекла типа пирекс, выполненными на взаимозаменяемых конусах КШ 14/23, КШ 19/26, КШ 29/32. В ее состав входят прямые и обратные холодильники, насадки,

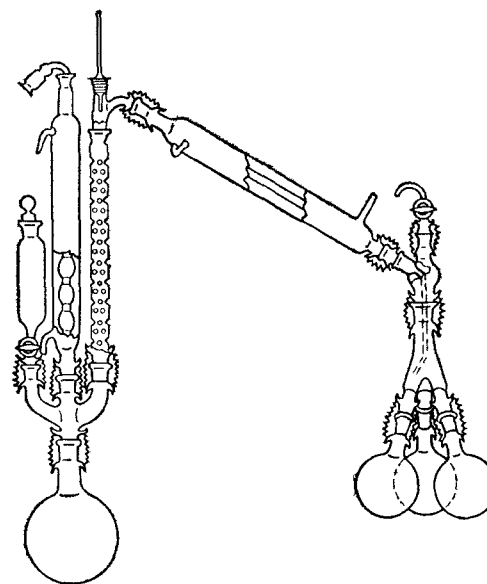


Рис. 133. Установка для абсолютирования растворителей

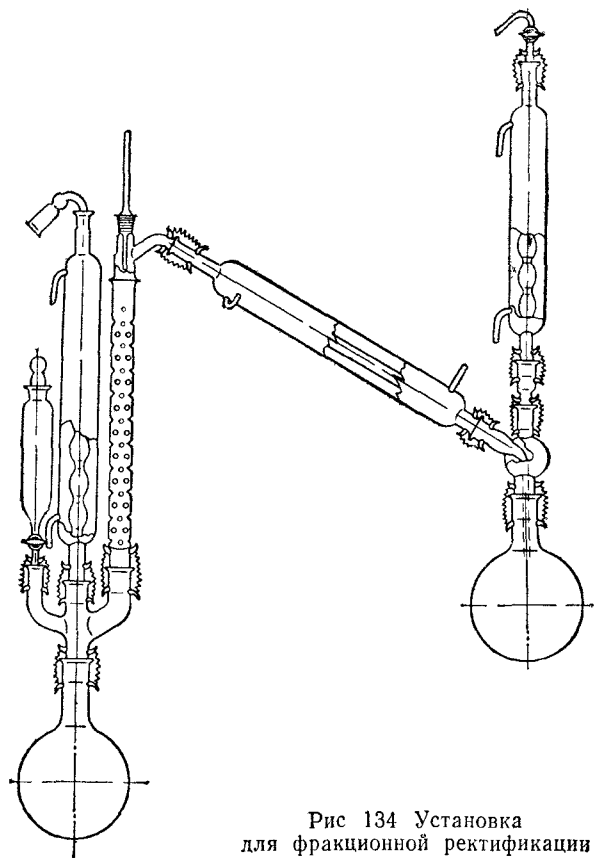


Рис 134 Установка для фракционной ректификации

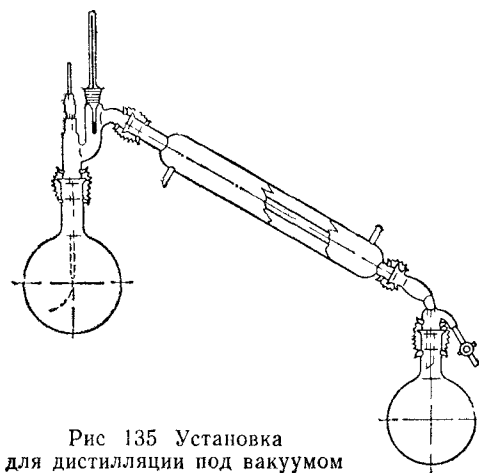


Рис 135 Установка для дистилляции под вакуумом

переходы, форштосы, алонжи, дефлегматоры, воронки делительные, пробирки, капилляры, набор термометров с КШ 14/23 от 0 до +250 °С, колбы различной формы вместимостью от 250 до 2000 мл и др. Лаборатория снабжена универсальным штативом, на котором можно одновременно собирать три или четыре типа приборов, что позволяет рационально использовать рабочее место и упрощает процесс сборки.

Лаборатория укомплектована стеклянными деталями с таким расчетом, чтобы из них можно было собирать приборы для разных способов перегонки, а также проводить другие препаративные работы. На рис. 133—135 показаны варианты сборки установок для абсолютирования растворителей, фракционной ректификации и дистилляции под вакуумом.

§ 34. ПРЕПАРАТИВНАЯ ЛАБОРАТОРИЯ ПЛ-2

Лаборатория представляет собой набор стеклянных деталей из термически устойчивого стекла типа пирекс с взаимозаменяемыми конусами от КШ 14/23 до КШ 34/35. Вместимость колб от 50 до 2000 мл. Большое число деталей (225) позволяет легко собирать удобные в работе приборы и системы различного назначения.

Прибор для высушивания замораживанием в вакууме (рис. 136) укомплектован стандартными круглодонными колбами 1 и грушевидными сосудами 2, в которые помещают жидкость, предназначенную для высушивания. Жидкость предварительно замораживают в холодильных ваннах так, чтобы тонкий слой замерзшего раствора распределился по стенкам колбы. Пары воды конденсируются в охлаждаемом конден-

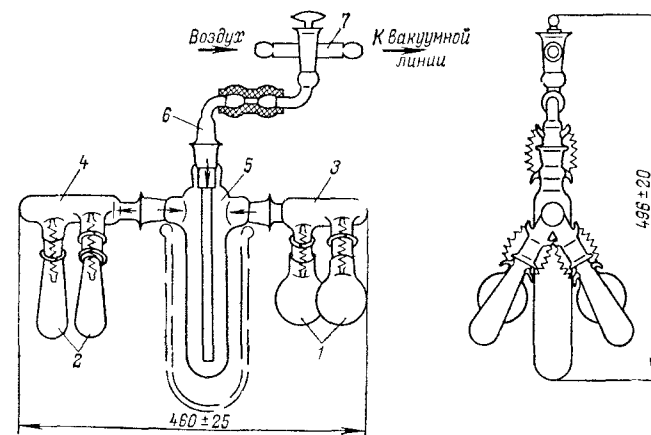


Рис 136 Прибор для высушивания замораживанием в вакууме:
1 — колбы круглодонные, 2 — сосуды грушевидные, 3, 4 — гребенки, 5 — конденсатор;
6 — вставка, 7 — кран

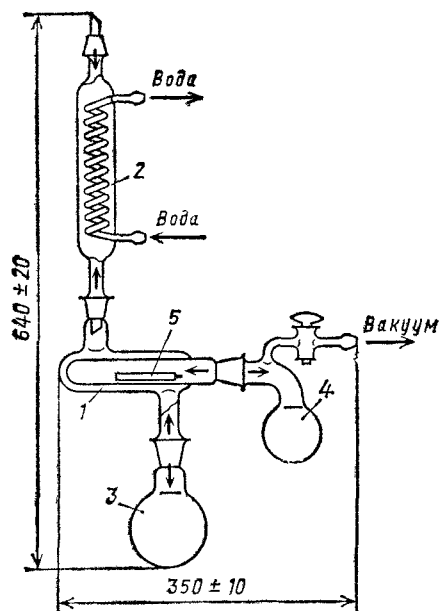


Рис. 137. Прибор для высушивания нагреванием в вакууме:

- 1 — цилиндр с рубашкой;
2 — холодильник; 3 — колба;
4 — реторта; 5 — лодочка

саторе 5. Соединение с вакуумной линией осуществляется через Г-образную вставку 6 и вакуумный кран 7. При необходимости колбы с высушиваемой жидкостью могут быть помещены в термобаню.

Прибор для высушивания нагреванием в вакууме (рис. 137) предназначен для высушивания в мягких условиях низкоплавких и неустойчивых к действию высоких температур веществ. Колба 3 вместимостью 250 мл служит резервуаром для обогревающей жидкости. Реторта 4 предназначена для осушителя (адсорбента). В лодочку 5 помещают навеску высушиваемого вещества. Жидкость в колбе 3 нагревается до кипения с помощью водяной или масляной бани, образующиеся горячие пары омывают цилиндр 1, в котором находится лодочка 5, конденсируются в холодильнике 2 и стекают обратно в колбу. Пары воды поглощаются осушителем в реторте 4. В качестве осушителей рекомендуется силикагель SiO_2 , хлорид кальция CaCl_2 , оксид фосфора P_2O_5 , перхлорат бария $\text{Ba}(\text{ClO}_4)_2$, гидроксид натрия NaOH или калия KOH , оксид кальция CaO .

Прибор для вакуумной сублимации веществ предназначен для интенсивной сублимации. В специальную пробирку 1 (рис. 138) или колбу 2, охлаждаемую воздухом, текущей водой или холодильной смесью, помещают очищаемое вещество. Сублимат осаждается на стенках холодильного пальца 4 или на конце специальной пробки 3. Соединение с водоструйным насосом осуществляется через отросток пробирки или отросток переходника.

Прибор для фракционирования органических растворителей в вакууме (рис. 139) предназначен для более полного разделения смесей и в первую очередь смесей веществ с близкими температурами кипения. Растворитель, подлежащий очистке, помещают в двугорлую колбу 1 вместимостью 2000 мл и нагревают. Образующиеся пары проходят дефлегматор 2 с кольцами Рашига 3, холодильный палец

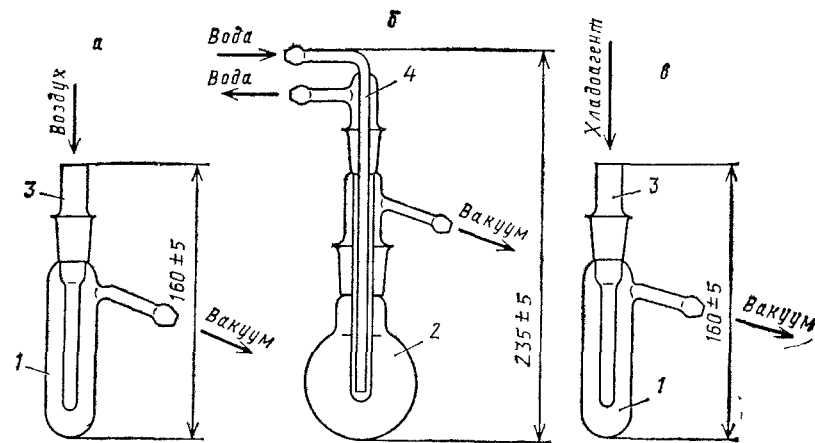


Рис. 138. Прибор для вакуумной сублимации веществ:

- а — охлаждение воздухом; б — охлаждение водой; в — охлаждение холодильной смесью
1 — пробирка; 2 — колба; 3 — пробка; 4 — палец холодильный

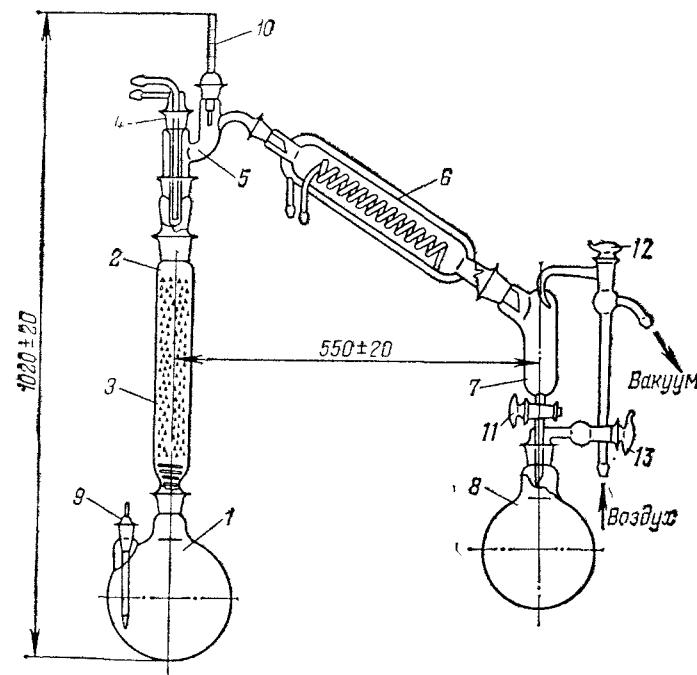


Рис. 139. Прибор для фракционирования органических растворителей в вакууме:

- 1 — колба двугорлая; 2 — дефлегматор; 3 — насадка (кольца Рашига); 4 — палец холодильный; 5 — насадка Кляйзена; 6 — холодильник; 7 — приемник вакуумный; 8 — приемная колба; 9 — капилляр; 10 — термометр; 11, 12, 13 — краны

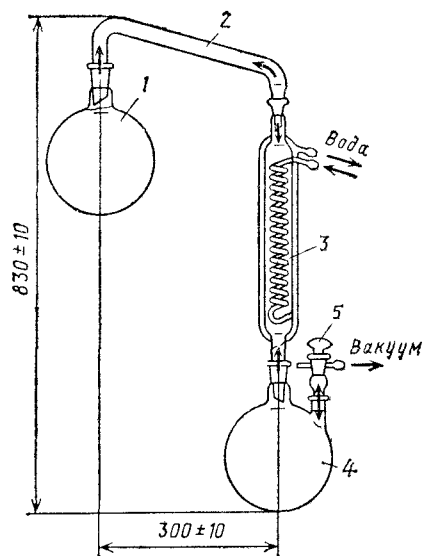


Рис. 140 Прибор для дистилляции под вакуумом:

1, 4 — колбы; 2 — насадка;
3 — холодильник; 5 — кран

лец 4, через насадку Клайзена 5 поступают в холодильник 6 и конденсируются. Конденсат стекает в вакуумный приемник 7, если открыт кран 12, или поступает непосредственно в приемную колбу 8, если открыт кран 11, а кран 13 переключен на вакуумную линию. Температура конденсирующихся паров контролируется термометром 10. Изменяя скорость течения воды в холодильнике пальце 4, можно регулировать количество сконденсированных паров и тем самым произвольно изменять

флегмовое число. Прибор позволяет быстро получать большие количества фракций органических растворителей с определенным интервалом температуры кипения (хлороформ, дихлорэтан, гексан, этилацетат, ацетон и др.).

Прибор для дистилляции под вакуумом (рис. 140) предназначен для перегонки веществ, разлагающихся при температуре кипения при нормальном давлении. Перегонять такие вещества можно при условии, если давление в перегонной колбе будет понижено настолько, что температура кипения вещества станет ниже температуры разложения.

Прибор для очистки реактивов от примесей и проведения простого синтеза (рис. 141) состоит из круглодонной трехгорлой колбы 1, в которую вставлены обратный холодильник 2, мешалка с ртутным затвором 3 и капельная воронка 4. Реакцию можно проводить в атмосфере инертного газа (для этого служит трубка 5) с одновременным перемешиванием и постепенным добавлением реагента из капельной воронки. Эффективность перемешивания в значительной степени зависит от конструкции мешалки. Скорость вращения мешалки устанавливают в зависимости от вязкости получаемого раствора. В комплект прибора входят три вида мешалок: лопастная, винтовая и кольцевая.

Прибор для получения сухих остатков из элюатов в условиях непрерывного потока (рис. 142). Элюат помещают в двугорлую остродонную колбу 1 вместимостью 250 мл и нагревают. Пары растворителя проходят при незначительном разрежении по насадке 2, конденсиру-

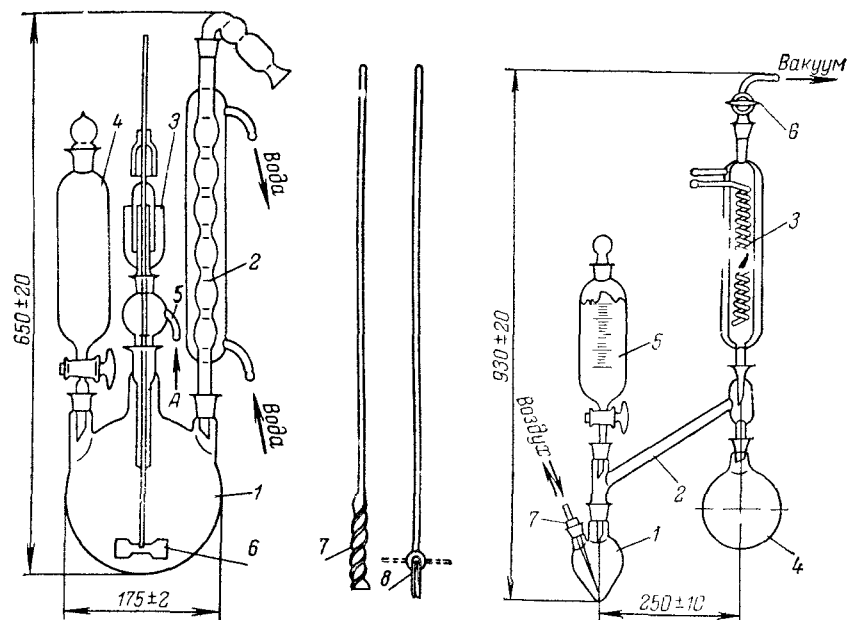


Рис. 141. Прибор для очистки реактивов от примесей и проведения простого синтеза:

1 — колба; 2 — холодильник; 3 — мешалка ртутным затвором; 4 — воронка капельная; 5 — трубка газоотводная; 6 — лопасть мешалки; 7 — винтовая мешалка; 8 — кольцевая мешалка

Рис. 142. Прибор для получения сухих остатков из элюатов в условиях непрерывного потока:

1, 4 — колбы; 2 — насадка;
3 — холодильник; 5 — воронка;
6 — кран; 7 — капилляр

ются во внутренней полости холодильника 3 и стекают в приемную колбу 4. Кран 6 позволяет регулировать скорость отгонки. Воздух в систему поступает через капиллярную трубку 7. Элюат непрерывно подается в колбу 1 из капельной воронки 5 вместимостью 500 мл.

§ 35. ПРЕПАРАТИВНАЯ ЛАБОРАТОРИЯ ПЛ-3

Лаборатория предназначена для хроматографического разделения смесей, очистки хроматографической бумаги, экстрагирования из твердых сред, получения чистых растворителей и других препаративных работ. Она состоит из двух установок: установки для хроматографического разделения веществ, монтируемой на настенном штативе (рис. 143), и установки для экстрагирования веществ, монтируемой на универсальном штативе (рис. 144).

Лаборатория представляет собой набор стеклянных деталей из термически устойчивого стекла типа пирекс с взаимозаменяемыми конусами от КШ 14/23 до КШ 45/40, из которых могут

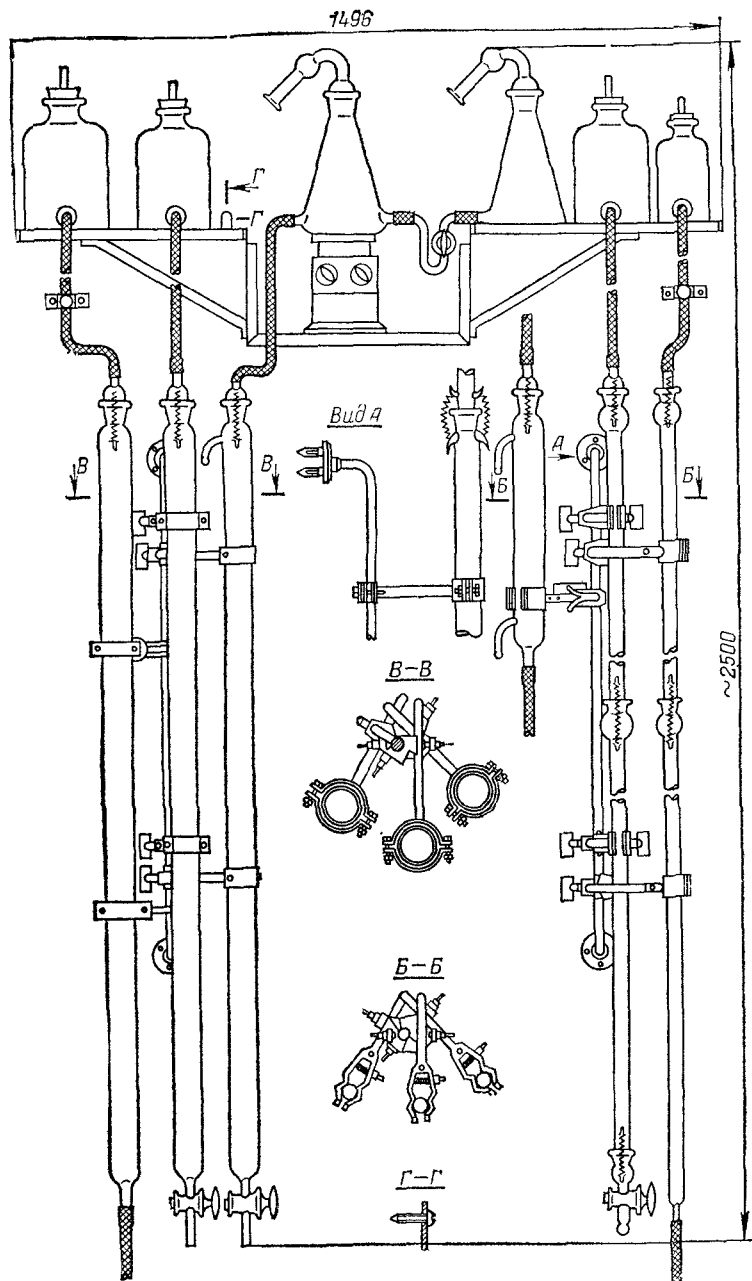


Рис. 143. Установка для хроматографического разделения

быть собраны различные варианты приборов для аналитических и препаративных работ. В комплект входят различные соединительные элементы, колбы различной формы вместимостью от 50 до 4000 мл, холодильники, колонки хроматографические различного диаметра и высоты (с соотношением диаметр: высота = 1:40, обеспечивающим наиболее эффективное разделение), разъемные (на конусах) и неразъемные, с краном внизу и оттянутым концом, с рубашками и без них и другие детали. Хроматографические колонки герметичны, смещение фракций в их

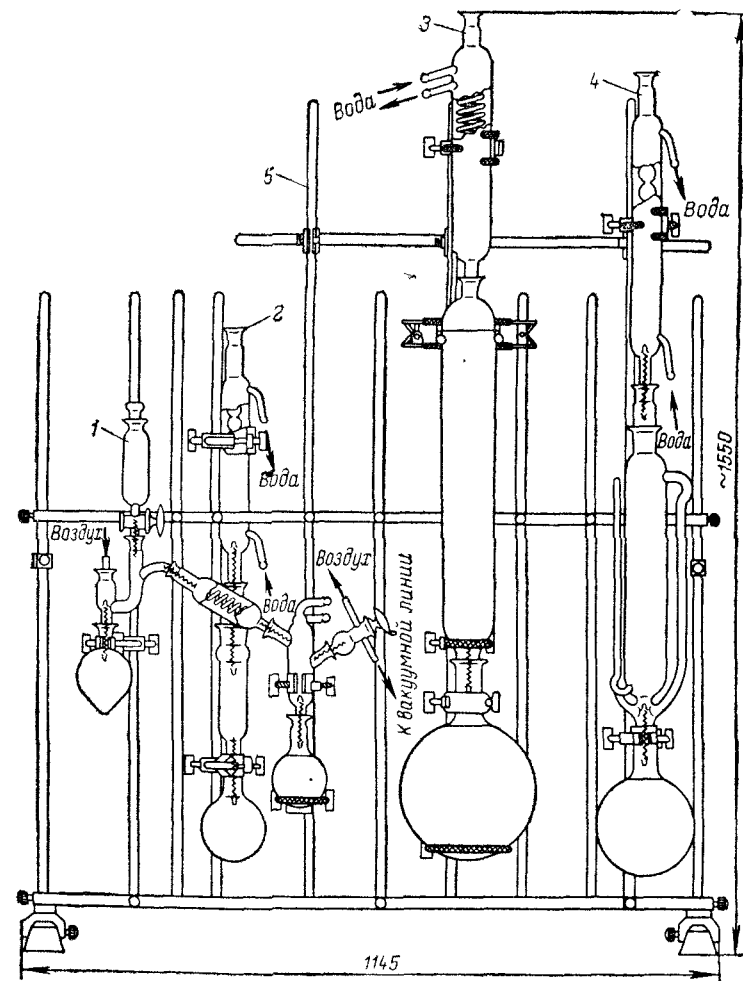


Рис. 144. Установка для экстрагирования и очистки веществ:
1 — прибор для получения сухих остатков, из элюатов; 2, 4 — приборы для экстракций из твердых сред; 3 — прибор для очистки хроматографической бумаги; 5 — универсальный штатив

нижней части исключено. Предусмотрена возможность изменения высоты колонки и взаимозаменяемости деталей. Набор колонок позволяет осуществлять как аналитическую, так и препаративную хроматографию, в том числе под давлением с использованием микронасоса.

С помощью деталей, входящих в лабораторию, можно собрать различные варианты колонок для аналитической и препаративной хроматографии и ряд приборов.

Препаративные лаборатории ПЛ-1, ПЛ-2, ПЛ-3 унифицированы (штативы) и усовершенствована технология изготовления стеклянных деталей. Они выпускаются ПО «Химлаборприбор» с шифрами ПЛ-1М, ПЛ-2М и ПЛ-3М.

§ 36. ЛАБОРАТОРИЯ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ПРЕПАРАТИВНЫХ РАБОТ ПОЛУМИКРОМЕТОДОМ ЛПП

В лабораторию входят штативы, прибор для высушивания в вакууме, реакционный сосуд с токопроводящим покрытием, реакционная баня с электронагревателем, лабораторные принадлежности для химических работ и комплект оригинальных и стандартных изделий из стекла типа пирекс.

Из комплекта стеклянных изделий можно собрать на штативе с помощью держателей и специальных зажимов всевозможные аппараты и приборы для экстрагирования, сушки, кристаллизации, фильтрования, различных перегонки и т. п. Стеклянные узлы и детали выполнены на конусах взаимозаменяемых 14/23, 19/26, 29/32 и снабжены резьбовыми зажимами для крепления термометров, капилляров и др. Вместимость колб — от 10 до 500 мл, масса анализируемых и получаемых веществ — от 0,5 до 15 г.

§ 37. ЛАБОРАТОРИЯ ДЛЯ РАБОТ С МИКРОКОЛИЧЕСТВАМИ ВЕЩЕСТВ ЛМВ

Лаборатория предназначена для органического анализа и синтеза микроколичеств (0,1—5 г) различных веществ. Стеклянные узлы и детали соединяются на взаимозаменяемых конусах 7/11, 10/19, 14/23, 29/32. Вместимость колб — от 2 до 100 мл. В лабораторию входят штативы с комплектом зажимов, лабораторные принадлежности из стекла и термометры. Из комплекта стеклянных изделий лаборатории можно собрать около 80 всевозможных приборов и аппаратов для перегонки, ректификации, упаривания, кристаллизации, фильтрования, возгонки, сушки и т. п. Примерные варианты собранных приборов и аппаратов показаны на рис. 145.

Большой ассортимент круглодонных колб с 2-мя, 3-мя и 4-мя конусами вместимостью 5, 10, 25 и 100 мл в сочетании с затворами, мешалками, холодильниками, термометрами, капель-

ными воронками, трубками для газа и хлоркальциевыми трубками могут быть использованы для проведения реакций с подогревом и охлаждением, в обычных условиях и в вакууме.

Для нагревания различных колб предназначен оригинальный сосуд с токопроводящим покрытием (рис. 146).

Оригинальные колбы типа Клайзена вместимостью 2, 5, 10 и 25 мл и одногорлые колбы такой же вместимости с насадками типа Вюрца в сочетании с термометрами, капиллярными трубками, холодильниками, алонжами могут быть использованы для перегонки малых количеств вещества в вакууме. Колбы типа Клайзена с припаянным холодильником и колбы одногорлые с насадками типа Вюрца и с припаянным холодильником предназначены для проведения реакции с последующей перегонкой в вакууме (см. рис. 145, г).

В лабораторной практике часто приходится проводить кипячение с обратным холодильником с последующей отгонкой. Эти операции обычно осуществляют последовательно в двух приборах, что представляет большое неудобство. В комплект лаборатории (см. рис. 145, з) входит оригинальная насадка, пользуясь которой, можно проводить обе операции (т. е. кипячение и затем отгонку), не разбирая прибора.

Лаборатория укомплектована большим ассортиментом алонжей для фракционной перегонки как изготавливаемых по

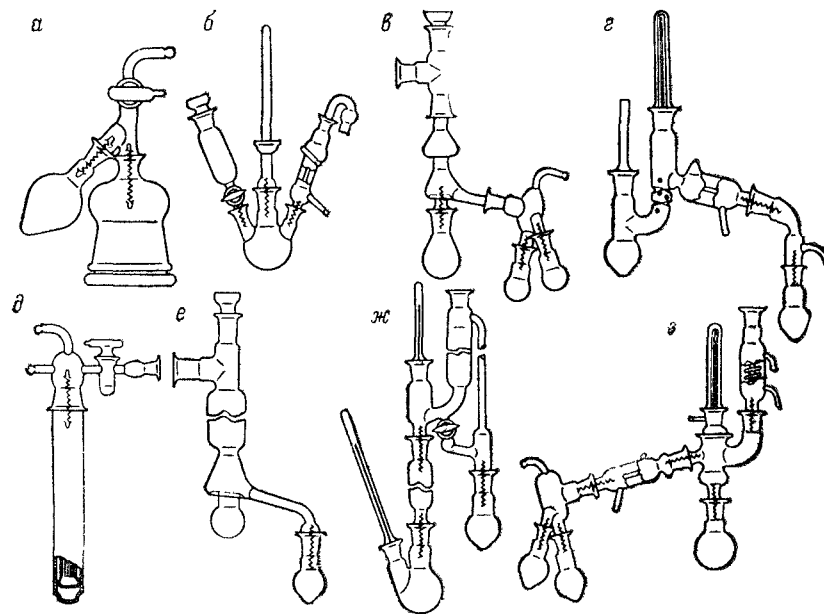


Рис. 145. Примерные варианты сборки приборов и аппаратов лаборатории ЛМВ

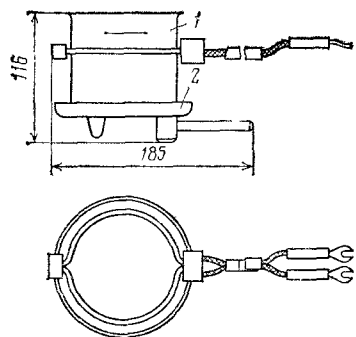


Рис. 146. Сосуд с токопроводящим покрытием:

1 — стакан; 2 — подставка

ГОСТ 25336—82, так и оригинальной конструкции. Для перегонки малых количеств высококипящих веществ в вакууме могут быть использованы воротничковые насадки оригинальной конструкции и колбы с припаянными воротничковыми насадками вместимостью 5, 10, 25 мл (см. рис. 145, в, е).

Смеси, состоящие из компонентов с близкими температурами кипения, трудно разделить простой перегонкой. Такую смесь сначала разгоняют на несколько фракций, которые затем фракционируют повторно. Для этой цели служат аппараты с ректификационными колонками (см. рис. 145, ж). В лабораторию входят два вида ректификационных колонок с вакуумной рубашкой и без нее. Первые применяют для разгонки фракций с высококипящими компонентами, вторые — для разгонки низкокипящих смесей. В ректификационных колонках важной деталью является головка полной конденсации, позволяющая с помощью крана регулировать флегмовое число. Дистиллят стекает в приемную колбу или же через холодильник в перегонную колбу.

Лаборатория укомплектована большим ассортиментом фильтровальных воронок, воронок с фильтровальными пластинами разных размеров и пористости и специальной насадкой для фильтрования малых количеств вещества.

Если твердое вещество имеет высокую плотность пара и его не удастся перекристаллизовать в обычных условиях, для его очистки применяют вакуумную возгонку. В лабораторию входит комплект специально разработанного аппарата для возгонки. Аппарат (см. рис. 145, д) состоит из сосуда с вакуумным крапом и цилиндра, соединяющихся между собой конусом КШ 45/50.

В лабораторию входят оригинальные вакуумные микроэксикаторы двух типоразмеров, предназначенные для высушивания небольших количеств вещества. Микроэксикаторы (см. рис. 145, а) состоят из сосуда, в который с помощью конуса КШ 60/45 или 45/50 вставлена насадка конуса с отводом для подсоединения к вакуумной линии.

В комплект лаборатории входит также аппарат с токопроводящим покрытием, предназначенный для сушки веществ в вакууме (рис. 147). Нагревательный сосуд 1 с токопроводящим покрытием имеет шнур с вилкой для подключения его в сеть

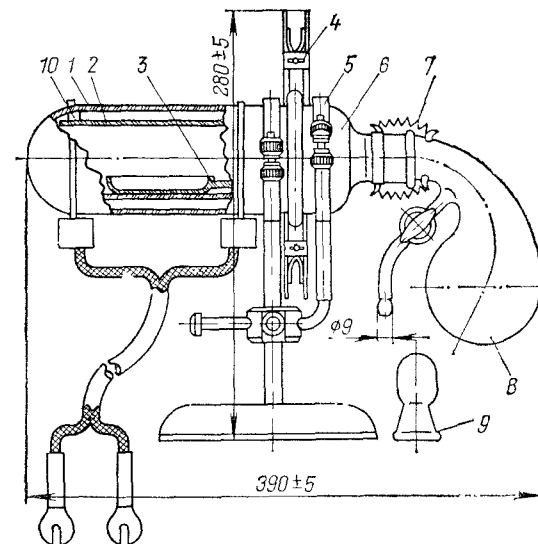


Рис. 147. Аппарат с токопроводящим покрытием для сушки веществ:

1 — сосуд; 2 — цилиндр; 3 — лодочка; 4 — зажим; 5 — штатив; 6 — горловина; 7 — пружина; 8 — колба-реторта; 9 — заглушка; 10 — кольцо

через ЛАТР. Цилиндр 2 установлен на фторопластовых кольцах 10 внутри нагревательного сосуда.

Из зарубежных фирм, выпускающих комплекты лаборатории из стекла, назовем фирму Квикфит (Англия), продукция которой широко известна. Фирма Квикфит выпускает различные лабораторные комплекты из боросиликатного стекла — от самых простых, предназначенных для химических кабинетов средних школ, до сложных для научных исследований. Узлы и детали комплектов взаимозаменяемы, с их помощью можно собирать приборы и аппараты, позволяющие работать с пробами от 1 до 1000 г.

Предприятие «Метримпэкс» (Венгрия) выпускает препаративные органические лаборатории макро- и полумикроисполнений с колбами вместимостью от 50 до 500 мл, а также мини-лаборатории, состоящие из семи комплектов, в которые входят колбы вместимостью от 10 до 100 мл. С помощью узлов и деталей, входящих в эти лаборатории, можно собрать приборы и аппараты, аналогичные описанным в лабораториях отечественного производства.

§ 38. ЛАБОРАТОРИЯ ОРГАНИЧЕСКОЙ ХИМИИ КОМПЛЕКТНАЯ ЛОХ

Лаборатория предназначена для разделения и очистки веществ, анализа и синтеза органических соединений различными методами. Лаборатория состоит из трех блоков и трех комп-

лектов лабораторных принадлежностей и снабжена унифицированной лабораторной мебелью. Площадь, занимаемая лабораторией, составляет 144 м² и рассчитана для работы 11 сотрудников. В лабораторию входят блок для общих препаративных органических работ, блок для хроматографических работ и блок для физико-оптических измерений, а также комплекты принадлежностей общелабораторного назначения, посуды из стекла и фарфора.

Приборы, аппараты и оборудование, входящие в состав лаборатории, позволяют выполнять следующие операции:

аналитическое взвешивание в макро- и микромасштабах;
приготовление дистиллированной и бидистиллированной воды, контроль ее качества;

приготовление смесей и растворов;
нагревание, высушивание и пропаривание при температурах до 900 °С;

сушку и кристаллизацию в вакууме при нормальной и пониженной температурах;

перегонку и возгонку;
фильтрацию и центрифугирование;
очистку газов от примесей;
определение кинематической вязкости, плотности и показателя преломления жидкостей;

очистку реактивов от примесей и получение чистых растворителей;

определение рН;
микроопределение воды в органических веществах;

определение температуры плавления веществ в интервале от 20 до 360 °С;

определение температурных пределов перегонки реактивов и других веществ;

упаривание концентрированных растворов, выпаривание растворов теплочувствительных и пенящихся веществ;

определение азота в органических веществах методом Кьельдаля;

элементный анализ органических и элементоорганических соединений, смесей, водных и сернокислых растворов (определение углерода, брома, азота, фосфора, кремния и металлов);

микроопределение углерода, водорода и фтора;
анализ горючих газов;

калориметрические анализы;
количественное определение двойных связей в различных органических веществах;

амперометрическое титрование;
определение молекулярной массы различных органических соединений;

определение аминного азота и активного водорода в органических соединениях;

проведение различных работ в условиях высокого вакуума;
разделение смесей методом электрофореза;
экстрагирование из твердых сред;
качественный и количественный анализ соединений методом тонкослойной хроматографии.

Заводы Минприбора выпускают другие комплекты лабораторий, в том числе: для исследования воды ЛАВ-1; для исследования атмосферных загрязнений ИАЗ-1; для исследования воздуха ЛИВ-1; для измерения вибраций и шума ВИБРО-ШУМ-1; титриметрическую Т-66; химическую КХЛ-75; химико-аналитическую АЛ-1; физико-химическую ЛФХИ-1; гидрохимические ЛНВ, ПК, ГХЛ-2, ЛХПМ, ЛМП-2 для исследования и анализа сточных вод ЛОР-2, ЛРЭ-2, ЛАВ-2, ЛАВ-3, ЛАВ-4.

Глава 6

ПРИБОРЫ И ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ ДИСТИЛЛЯЦИИ, РАЗЛОЖЕНИЯ И ПОЛУЧЕНИЯ ВЕЩЕСТВ

Дистилляция и ректификация являются основными методами очистки, разделения и получения различных веществ. Применение стекла в качестве конструкционного материала для изготовления аппаратуры приобретает в настоящее время все большее значение. Стекло, особенно типа пирекс и кварц, обладает высокой коррозионной и термической стойкостью, гладкой поверхностью и не вносит примесей в обрабатываемый продукт. Кроме того, стекло прозрачно, что позволяет наблюдать за происходящими процессами, тем самым обеспечивая высокое качество продукта.

§ 39. АППАРАТЫ ДЛЯ БИДИСТИЛЛЯЦИИ ВОДЫ

Аппараты, предназначенные для получения двукратно перегнанной воды, работают по принципу двойной перегонки. Первичная перегонка (дистилляция) происходит в первой секции аппарата. В полученный дистиллят добавляют сильный окислитель (раствор перманганата калия) для разложения органических примесей и переводят его во вторую колбу, в которой происходит вторичная перегонка (бидистилляция). Бидистиллят собирают в приемную колбу. Нагревание осуществляется с помощью электрических и других нагревателей, стеклянные водяные холодильники охлаждаются водопроводной водой. Аппараты работают при нормальном атмосферном давлении. Перегоняемая вода контактирует только с деталями из стекла, что обеспечивает получение бидистиллированной воды высокой

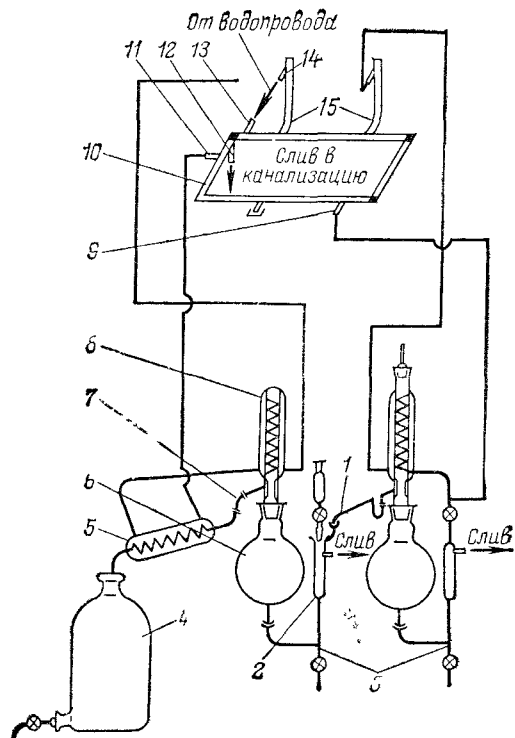


Рис. 148. Принципиальная схема бидистиллятора воды БД-2

1 — переливная трубка; 2 — регулятор уровня; 3, 7 — переходники; 4 — приемная склянка; 5 — вспомогательный холодильник; 6 — колба; 8 — холодильник; 9, 11—14 — штуцеры; 10 — верхняя труба; 15 — вертикальные трубы

удельной электропроводности. Качество бидистиллированной воды проверяют кондуктометрическим методом. От качества (жесткости) перегоняемой воды зависит срок, в течение которого не требуется очистка аппаратов.

Расчеты испарителей и холодильников-бидистилляторов не приводятся в данном разделе, их можно найти в специальной литературе, однако эти расчеты необходимо экспериментально проверять при конструировании каждого аппарата.

Бидистиллятор воды БД-2 (рис. 148) имеет следующие технические данные:

Производительность, л/ч	1,5—2
Удельная электропроводность воды, Ом ⁻¹ ·см ⁻¹	(2—5) · 10 ⁻⁶
Потребляемая мощность, Вт	4000
Напряжение, В	220
Габариты, мм	1070×495×1155
Марка стекла	Типа пирекс
Расход охлаждающей воды при 11—13°C, л/ч	50

Бидистиллятор состоит из следующих основных узлов: станины, нагревателя, испарителя, электрошкафа. Несущей частью бидистиллятора (рис. 149) является станина 2, представляющая собой сварную конструкцию из труб. Вертикальные трубы 27 и верхние трубы 32 одновременно являются коллектором для подвода и отвода охлаждающей воды и воды, подлежащей перегонке. Для подвода и отвода воды служат штуцеры 24, 25, 28, 33. На станине 2 укреплен столик 3 для приемной склянки 4 и на ней же смонтирован нагреватель 5, состоящий из двух секций. Основной частью нагревателя являются две керамические чаши, в пазах которых уложены проволочные спиральные нагреватели. Керамические чаши установлены в металлическом корпусе с теплоизоляционной набивкой и закреплены асбоцементной плитой. С задней стороны корпуса имеется закрытый набор клемм 26 для подвода электропитания.

Основная часть бидистиллятора — испаритель — состоит из двух секций: первая секция (правая) служит для первичной перегонки (дистилляции), вторая — для вторичной перегонки (бидистилляции). Каждая секция состоит из колбы 8, холодильника 15, переходника 1 и регуляторов уровня 7. Первая секция соединена со второй секцией переливной трубкой 13, идущей от первого холодильника 15 к регулятору уровня 7 второй секции, в которую вставлена воронка 14 с краном.

Приемная склянка 4 соединена с холодильником 15 второй секции через переходник 11 и вспомогательный холодильник 10, имеющий предохранительный колпак 30 с отводом 9 для хлоркальциевой трубки. Основные холодильники 15 — спирального типа, с водяной рубашкой и центральным паропроводником,

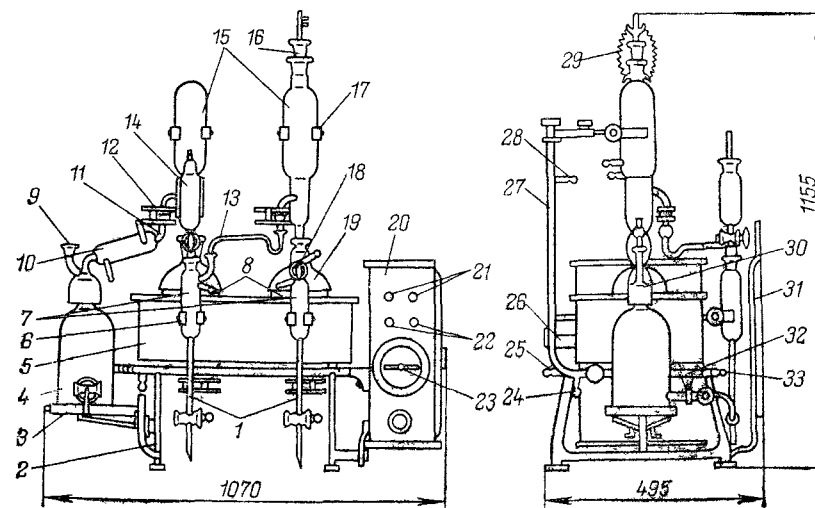


Рис. 149. Бидистиллятор воды БД-2

представляющим собой дефлегматор елочного типа. В верхней части обоих холодильников 15 имеются небольшие отверстия, через которые полость холодильника соединяется с атмосферой, благодаря чему уравнивается давление в системе бидистилляторов. Для контроля за тепловым режимом в холодильнике 15 первой секции помещен сосуд с термодатчиком 16. Переходники 1 имеют краны для слива воды, регуляторы уровня 7, боковые патрубки для слива излишней воды во время работы, а регулятор уровня правой секции (дистилляции) имеет в верхней части кран 18 для регулирования подачи воды. Все детали испарителя соединены между собой с помощью конусов и сферических шлифов, закрепленных пружинками 29 и зажимами 12. Холодильники 15 закреплены зажимами 17, а регуляторы уровня — зажимами 6.

Аппарат защищен экраном 31 из прозрачного оргстекла, смонтированным на станине. Для уменьшения теплопотерь колбы 8 укрыты утеплителями 19.

Снабжение аппарата электроэнергией и управление процессом бидистилляции осуществляются с помощью электрооборудования, смонтированного в электрошкафу 20, который закреплен на правой стороне станины 2. На лицевой стороне электрошкафа имеются кнопки включения нагревателей 21, сигнальные лампочки 22 и пакетный выключатель 23.

Колбу 8 первой секции заполняют через регулятор уровня 7 до необходимого для работы уровня водой, вытекающей из холодильника 15 (чтобы использовать для питания подогретую воду), включают нагреватель первой секции. Вода испаряется в колбе 8. Пар, проходя через центральный паропровод, представляющий собой дефлегматор елочного типа, попадает в холодильник 15, конденсируется, и конденсат (дистиллят) через переливную трубку 13 с раствором сливается в регулятор уровня 7, а оттуда — в колбу 8 второй секции. После того как колба 8 заполнится дистиллятом, включают нагреватель второй секции (бидистилляции). В эту же колбу вместе с дистиллятом подается из воронки 14 раствор перманганата калия. Процесс испарения во второй секции аналогичен описанному выше. Конденсат (бидистиллят) из холодильника 15 второй секции стекает в приемную склянку 4, дополнительно охлаждаясь во вспомогательном холодильнике 10. Склянка 4 соединена с атмосферой через хлоркальциевую трубку 9.

Мощность нагревателей первой секции несколько больше (примерно на 5 %) мощности нагревателей второй секции, поэтому колба 8 второй секции всегда заполнена достаточным количеством воды, а избыток дистиллята с примесью раствора перманганата калия из колбы 8 второй секции через отвод регулятора 7 сливается в канализацию или, при желании, собирается в отдельный сосуд.

При отсутствии охлаждающей воды пар перестает конденсироваться в холодильнике 15, температура в его верхней части повышается, и через термодатчик 16 нагреватели автоматически отключаются. В случае перегорания нагревательных элементов первой секции нагреватель второй секции автоматически отключается, что предотвращает выход из строя второй секции аппарата. К тому же нагреватели второй секции заблокированы и их невозможно включить при отключенных нагревателях первой секции. Таким образом, аппарат может работать практически без надзора в течение длительного времени.

Аппарат для бидистилляции типа RD производительностью 3—5 л/ч выпускается в ЧССР (рис. 150). Он состоит из двух дистилляционных секций. Первичная перегонка осуществляется в первой секции при помощи нагревательных электродов, вторичная — при помощи нагревательного змеевика, помещенного в кварцевую трубку.

Установки для бидистилляции воды производительностью от 2 до 8 л/ч выпускаются в ГДР. На рис. 151 показана установка для бидистилляции воды производительностью 8 л/ч при потребляемой мощности 11000 Вт и расходе охлаждающей воды около 350 л/ч. Вода из водопроводной сети через переливное устройство 5 поступает в испаритель 4, обогреваемый электронагревателями 3. Пары воды поступают в

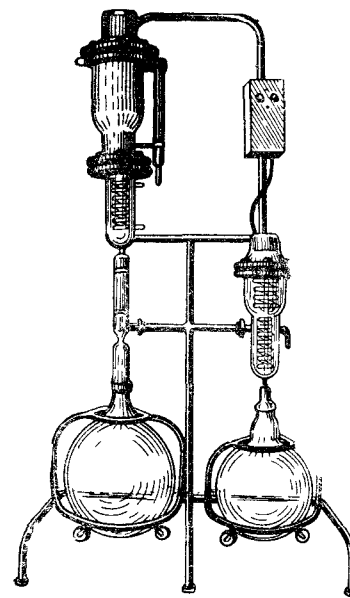


Рис. 150. Аппарат для бидистилляции воды типа RD (ЧССР)

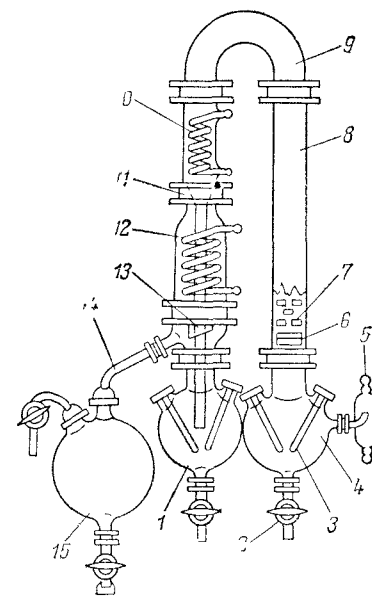


Рис. 151. Установка для бидистилляции воды (ГДР)

заполненную кольцами Рашига 7 колонку 8, где они очищаются от брызг. Кольца Рашига удерживаются решеткой 6. Пары, проходя через отвод 9, конденсируются в холодильнике 10 и стекают в виде дистиллята через воронку 11 в испаритель 1. Кран 2 служит для слива воды.

В испарителе дистиллят испаряется, и пары его конденсируются в холодильнике 12. Бидистиллят собирается в царге 13 и по трубке 14 поступает в колбу-приемник 15.

Заводами Минприбора освоены и серийно выпускаются новые, оригинальной конструкции аппараты для бидистилляции воды: бидистиллятор БС и аквадистиллятор АСД-4.

Бидистиллятор стеклянный БС предназначен для получения двукратно перегнанной воды и может использоваться также в качестве дистиллятора производительностью 6,5 л/ч. Он имеет следующие технические данные:

Производительность, л/ч	3
Удельная электропроводность бидистиллята, Ом ⁻¹ ·см ⁻¹	(2-5) · 10 ⁻⁶
Удельный расход электроэнергии, кВт/л	1,85
Мощность, кВт	5,5
Удельный расход охлаждающей воды при t = 11-13 °С, л/л	25
Напряжение, В	220/380 или 127/220
Габариты, мм	
шкафа	645×435×460
блока управления	310×335×135
Масса, кг	29

Бидистиллятор (рис. 152) состоит из следующих основных частей: стеклянной испарительно-конденсационной системы, включающей сосуды 8, конденсаторов-холодильников 17, нагревателей 15, каркаса 4 и блока управления 14, имеется автоматическая система поддержания рабочего режима. Бидистиллятор работает по принципу двойной перегонки воды. Перегонка происходит за счет нагрева и испарения воды с помощью электрических нагревателей, помещенных в кварцевые трубки, и конденсации водяного пара конденсаторами-холодильниками. В качестве хладагента используют водопроводную воду, поступающую после последовательного прохождения конденсаторов-холодильников в нагретом состоянии на подпитку испаряемой воды.

При повышенной жесткости воды необходимо предварительное ее обессоливание.

Каркас бидистиллятора 4 сварен из уголков и закрывается подвижным экраном 3 из оргстекла, стенками 5, поддоном и передней панелью 1, на которой размещены штуцера для подвода и сброса охлаждающей воды и вывода бидистиллята, дистиллята и пара.

Внутри каркаса на поддоне установлена подставка 7 со скобой 6 для крепления сосудов 8 и клеммники 13 для подключения нагревателей 15. Клеммники закрыты крышками 12. Два держателя 16 предназначены для крепления конденсаторов-холодильников 17, а планка 11 для крепления ротаметра 10.

Электрические нагреватели 15 представляют собой кварцевые трубки с плоским шлифом 18, внутри которых размещены кварцевые трубки 20 меньшего диаметра с навитым на них нагревательным элементом. Внутренние трубки фиксируются асбоцементными втулками 21. Герметичность соединения нагревателей 15 с сосудом 8 обеспечивается уплотнением, состоящим из полого фторопластового и резинового колец и расположенного между шлифами. Плоские шлифы кварцевых трубок 18 соединяются специальными крепежными элементами. Датчики 2 и 9 служат для контроля уровня воды в испарительных, со-

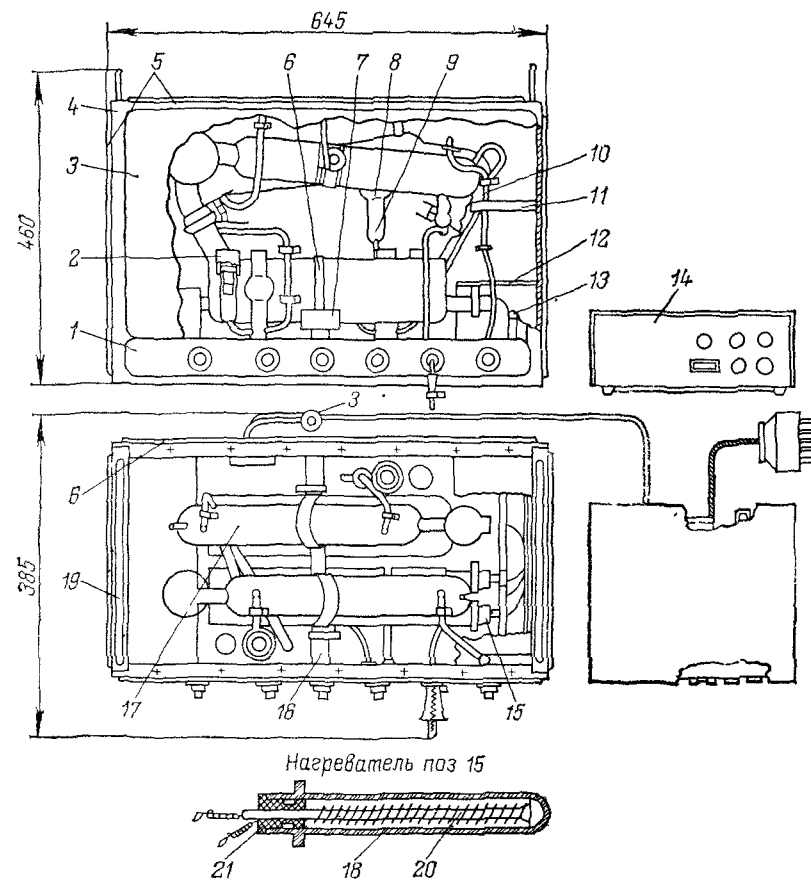


Рис. 152. Бидистиллятор БС

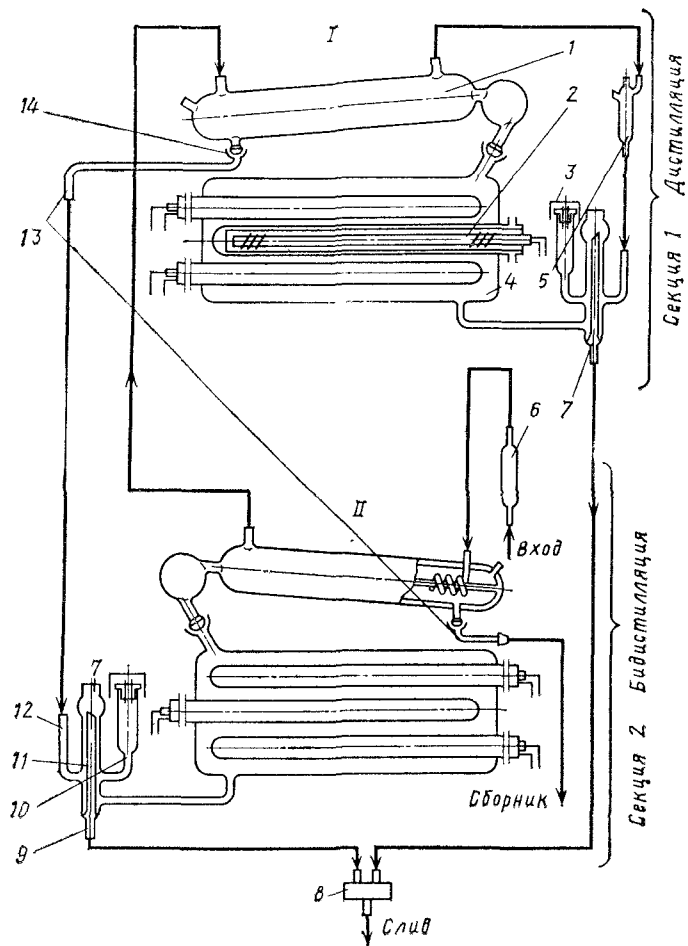


Рис. 153. Технологическая схема бидистиллятора БС

судах и склянке для сбора бидистиллята (дистиллята). Ручки 19 служат для удобства при переносе бидистиллятора. Для соединения бидистиллятора с блоком управления 14 служит розетка, установленная на корпусе бидистиллятора.

Испарительно-конденсационная система (рис. 153, 154) состоит из двух секций (I и II): первая служит для первичной дистилляции воды, вторая — для вторичной. Сосуды и конденсаторы-холодильники каждой секции одинаковы.

Сосуд для испарения 4 (см. рис. 154) представляет собой цилиндр, имеющий сверху патрубков со сферическим шлифом для соединения с конденсатором-холодильником 1. Сбоку к сосуду припаян регулятор уровня 7, внутри которого помещена

трубка 11 для сброса лишней воды и трубка 10 для датчика уровня. Регулятор уровня имеет два штуцера: один для подпитки испаряемой воды 12, второй 9 для сброса лишней воды в канализацию через штуцер 8, расположенный на передней панели бидистиллятора.

В сосуде 4 имеются три тубуса с плоскими шлифами для установки и крепления нагревателей 2.

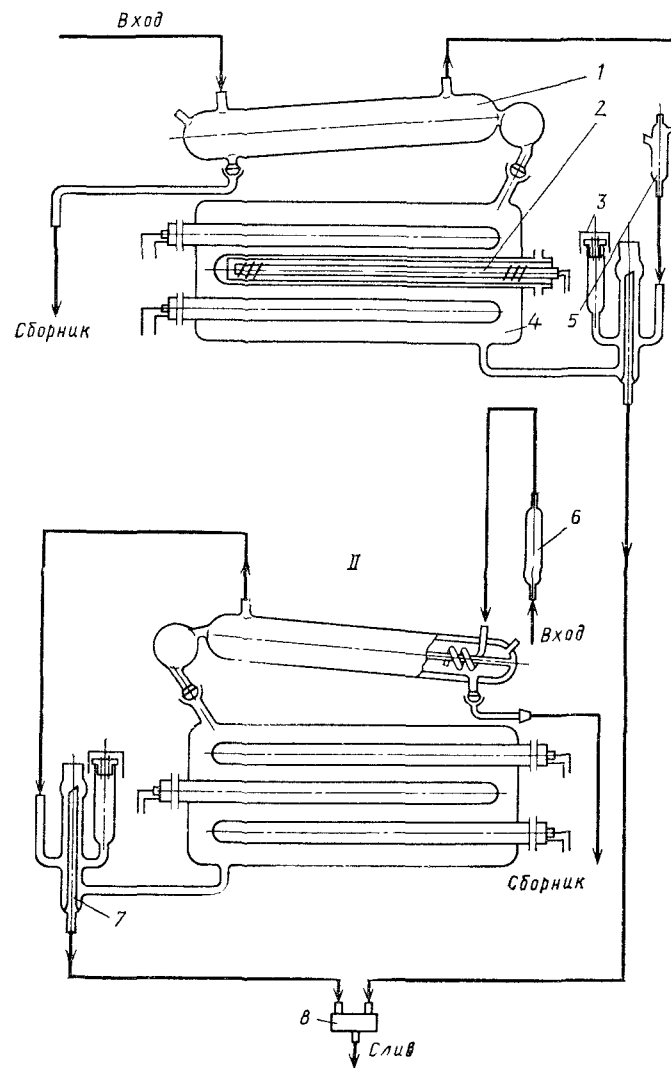


Рис. 154. Технологическая схема бидистиллятора БС при работе в качестве дистиллятора

Конденсатор-холодильник 1 включает змеевик, наружную рубашку охлаждения и сепаратор с каплеотбойником. Внутренняя полость конденсатора-холодильника с одной стороны имеет патрубок для подсоединения с сосудом 4, с другой стороны — патрубок 14 и переходник 13 для слива дистиллята или бидистиллята и штуцер для соединения с атмосферой и выброса легколетучих компонентов, выделяющихся при перегонке, и выравнивания давления в испарительно-конденсационной системе. Уровни воды в испарительных сосудах и склянке для сбора бидистиллята (дистиллята) контролируются датчиками 3, состоящими из двух латунных электродов, установленных в пластмассовую втулку. Датчик уровня секции дистилляции, в случае падения давления в сосуде первой секции, отключает нагреватели в обоих сосудах. Датчик уровня секции бидистилляции, в случае падения уровня в сосуде второй секции отключает только вторую секцию.

Датчик склянки для сбора бидистиллята (дистиллята) при достижении установленного уровня отключает обе испарительные секции.

Датчик протока 5 представляет собой стеклянный сосуд с двумя электродами, вставленными в резиновые пробки и находящимися в потоке воды. Датчик протока отключает нагреватели обеих секций бидистиллятора при резком падении давления в водопроводной системе.

Ротаметр 6 служит для определения скорости протекания воды.

Порядок работы на бидистилляторе БС следующий. Включить подачу охлаждающей воды и отрегулировать напор воды, пользуясь ротаметром; включить пакетный выключатель, находящийся на задней стенке блока управления (включение в сеть сигнализируется лампочкой «Сеть»); установить датчик уровня приемной емкости в сосуд для сбора бидистиллята (дистиллята); включить нажимом кнопки «Включено» электрические нагреватели. После окончания работы выключить кнопкой «Отключено» нагреватели и пакетным выключателем отключить бидистиллятор от электрической сети, отключить подачу охлаждающей воды.

Качество воды проверять после того, как аппарат проработает не менее 48 ч.

При работе на бидистилляторе БС следует контролировать уровень воды поддерживать на 10—15 мм выше нагревательных элементов. Не допускать загрязнения бидистиллятора ржавчиной и накипью. Регулярно, один раз в 10 дней, необходимо промывать аппарат хлороводородной кислотой или другими растворами, удаляющими накипь и ржавчину.

Аквадистиллятор стеклянный двухступенчатый АСД-4, как и бидистиллятор БС, предназначен для

получения двукратно перегнанной воды и имеет аналогичную конструкцию. Технические данные прибора следующие:

Производительность, л/ч	4,8
Удельная электропроводность бидистиллята, Ом ⁻¹ ·см ⁻¹	(2—5) · 10 ⁻⁶
Удельный расход электроэнергии, кВт/л	1,5
Мощность, кВт	7,2
Удельный расход охлаждающей воды при 11—13 °С, л/л	20
Напряжение, В	220/380 или 127/220
Габариты, мм:	
шкафа	635×410×435
блока управления	310×340×142
Масса, кг	35

Конструкция аппаратов БС и АСД-4 имеет следующие преимущества по сравнению с аналогичными приборами: более совершенную испарительно-конденсационную систему; более низкий удельный расход электроэнергии; меньший удельный расход охлаждающей воды; более высокий КПД; более совершенную аварийно-предупредительную систему; меньшие габариты; очистку накипи без разбора аппаратуры.

§ 40. ИСПАРИТЕЛИ ЦИРКУЛЯЦИОННЫЕ ВЫПАРНЫЕ

Циркуляционные выпарные аппараты служат для упаривания в мягких условиях разбавленных растворов или для выделения веществ, содержащихся в них. С помощью циркуляционных выпарных вакуумных аппаратов можно упаривать растворы, разлагающиеся при нагревании под нормальным давлением, а также пенящиеся растворы. Разбавленные растворы многих веществ лучше всего упаривать при температурах ниже 50 °С, что отвечает давлению примерно 10, 665 кПа (80 мм рт. ст.).

Аппарат циркуляционный выпарной АЦВ предназначен для концентрирования растворов путем выпаривания и отгонки органических растворителей в вакууме. Он имеет следующие технические данные:

Производительность при выпаривании водных растворов, л/ч	10
Остаточное давление, Па (мм рт. ст.)	3099,6—6666 (30—50)
Габариты, мм	1075×810×2150
Масса, кг	52

Принцип действия аппарата основан на удалении растворителя путем нагревания под вакуумом. В аппарат (рис. 155) входят три круглодонные колбы 1, 2, 3 с конусами, сферическими отводами и кранами, колба 2 предназначена для упариваемого раствора, колбы 1, 3 — для сбора конденсата-раствори-

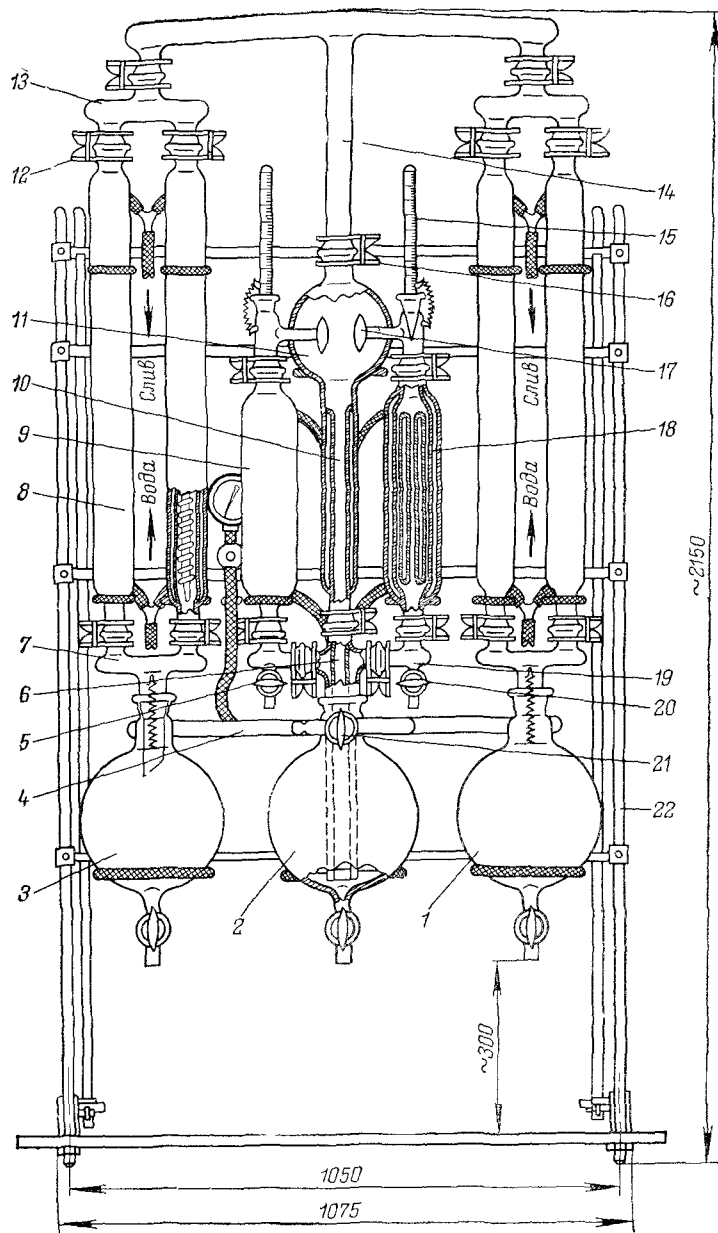


Рис. 155. Аппарат циркуляционный выпарной АЦВ

теля. Насадка 6 состоит из двух спаянных трубок — наружной и внутренней. В верхней части наружной трубки имеется три сферических шлифа, верхний шлиф служит для соединения с сепаратором 11 и два боковых (при помощи переходников 19) — с теплообменниками 9. В центре наружной трубки имеется коудс для соединения с колбой 2. Насадка предназначена для подачи (засасывания) раствора в теплообменники 9 и для слива обратно в колбу 2 из сепаратора 11. Два теплообменника 9 представляют собой цилиндры, внутри которых впаяны пучки трубок 18, на корпусе имеется два штуцера для подвода и вывода теплоносителя. Сепаратор 11 представляет собой шаровую емкость, заканчивающуюся холодильником 10 и тремя отводами со сферическими шлифами. Через холодильник сепаратор соединяется с насадкой 6, а через шлиф 16 — с коллектором 14. Внутри сепаратора вмонтированы пеногасители — 17, выполненные в виде отводов с колпачками. Колпачки имеют вогнутую сферическую поверхность. К отводам наружной части сепаратора присоединяются теплообменники 9 и вставляются термометры 15. Сепаратор служит для разделения пенящихся растворов. Из сепаратора охлажденный раствор сливается в колбу 2.

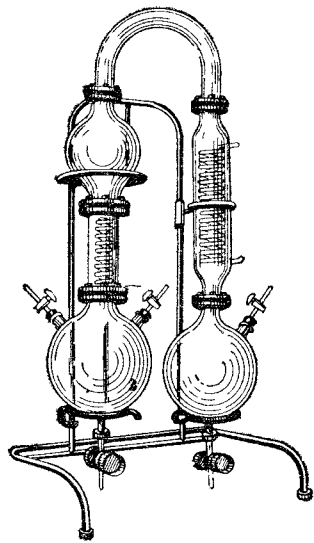
Четыре спиральных холодильника 8 со сферическими шлифами при помощи коллектора 14 и переходников 7, 13 соединяются с сепаратором 11 и колбами 1, 3. Краны 5, 20 предназначены для подачи (засасывания) раствора в колбу 2, кран 21 обеспечивает постоянную скорость подачи раствора в теплообменники 9. С помощью соединительной трубки 4 аппарат подсоединяется к вакуумной сети.

Аппарат монтируется на штативе 22, установленном на столе, с помощью специальных зажимов 12.

С помощью насоса создается вакуум; после того, как он достигнет нужного предела, к теплообменникам 9 подают пар или другой теплоноситель. Колбу 2 заполняют на $\frac{3}{4}$ объема раствором через краны 5, 20. Затем, медленно открывая кран 21 на атмосферу, раствор подают в теплообменники 9 до тех пор, пока он не заполнит систему, чтобы во время работы аппарата этот уровень поддерживался постоянным. В случае переброса раствора колбу 2 при помощи крана 21 соединяют с вакуумной трубкой 4.

Из теплообменника испаряющийся раствор в виде смеси пар — жидкость поступает в сепаратор 11, где происходит его разделение. Пары, проходя через холодильники 8, конденсируются и поступают в колбы 1, 3, а сконцентрированный раствор стекает обратно в колбу 2 через холодильник 10 сепаратора. Необходимую температуру в аппарате поддерживают, регулируя подогрев и вакуум. Раствор упаривают до нужной концентрации, затем прекращают подачу теплоносителя (пара), пере-

Рис. 156 Вакуум-выпарной аппарат (ЧССР)



крывают вакуум и соединяют аппарат с атмосферой через кран 5 или 20. Открывают кран колбы 2 и сливают раствор.

Повторную заправку аппарата проводят аналогично первой. Для достижения большей производительности можно через кран 5 или 20 добавлять раствор во время работы аппарата, если нагревание не влияет существенно на исходный продукт. Для промывания аппарата используют подходящий растворитель. Демонтаж аппарата необходим редко.

Заводы Минприбора, кроме аппарата АЦВ, выпускают также аппараты АУЭЛ и ИЦ производительностью

2 и 5 л/ч. Преимуществом этих аппаратов является то, что все узлы и детали, соприкасающиеся с рабочим раствором, выполнены из стекла и соединены между собой на конусах и сферических шлифах. Это дает возможность работать с агрессивными жидкостями, а также концентрировать нестойкие и пенящиеся растворы.

В ЧССР выпускаются циркуляционные вакуум-выпарные аппараты производительностью 2, 5, 10 и 20 л/ч. Стеклоянные узлы и детали аппаратов изготавливаются из боросиликатного стекла Симакс и соединяются между собой резьбовыми соединениями с прокладками. На рис. 156 показан общий вид вакуум-выпарного аппарата производительностью 2 л/ч. Основные параметры аппаратов, выпускаемых в ЧССР, следующие:

Производительность, л/ч	1	5	10	20
Температура пара в теплообменнике, °С	105	105	105	105
Давление пара в теплообменнике, ати	0,3	0,3	0,3	0,3
Максимальное допустимое давление пара в теплообменнике, ати	0,5	0,5	0,5	0,5
Давление внутри аппарата, ати	0,1	0,1	0,1	0,1
Температура кипения среды, °С	45	45	45	45
Поверхность охлаждения холодильников, м ²	0,3	0,5	1,2	2,4
Поверхность нагрева теплообменников, м ²	—	—	0,13	0,25
Габариты, мм	1630×780× ×550	1740×780× ×550	900×1000× ×3075	900×1000× ×3075
Масса, кг	—	—	65	85

Испарители ротационные предназначены для концентрирования растворов в вакууме, упаривания растворов термолабильных и пенящихся веществ, получения чистых растворителей, высушивания сыпучих веществ, дегазации масел и смол, а также для проведения других работ.

Принцип работы испарителей основан на упаривании растворов в пленках. Благодаря вращению колбы на ее внутренней поверхности образуется пленка раствора, что значительно увеличивает площадь испарения и облегчает процесс парообразования. Применение вакуума позволяет упаривать растворы высококипящих веществ. Упаривание во вращающейся вакуумной колбе особенно эффективно при работе с растворами пенящихся веществ, при этом исключается возможность переброса раствора.

Колба с раствором обогревается баней с электронагревателем, постоянная температура жидкого теплоносителя (вода, масло) поддерживается автоматически. Конденсат улавливается спиральным холодильником, который охлаждается водой или рассолом, и собирается в приемной колбе. Раствор в испарительную (вращающуюся) колбу засасывается через питательное устройство периодически или непрерывно в процессе упаривания или же заливается в колбу перед закреплением ее во вращающейся трубке.

Производительность ротационных аппаратов зависит от размеров испарительной колбы (поверхность теплопередачи), от перепада температур (разности температур нагревательной бани и температуры кипения) и от скорости вращения колбы. Учесть все процессы, происходящие в ротационном испарителе, и все факторы, влияющие на испарение, чрезвычайно трудно, поэтому производительность таких аппаратов обычно определяют экспериментально.

Испаритель ротационный ИР-1М имеет следующие технические данные:

Вместимость испарительной колбы, мл	50—1000
Частота вращения испарительной колбы, об/мин	20—140
Регулирование вращения колбы	Бесступенчатое
Остаточное давление (в отсутствие продукта), Па (мм рт. ст)	≤ 3999 (30)
Характер нагрева	Водяная или масляная баня с электронагревателем
Температура бани, °С	15—100
Потребляемая мощность, Вт	830
Напряжение, В	220
Габариты, мм	620 × 335 × 890
Масса, кг	13,7

Аппарат (рис. 157—159) состоит из привода, испарителя, бани, блока управления, станины и держателя.

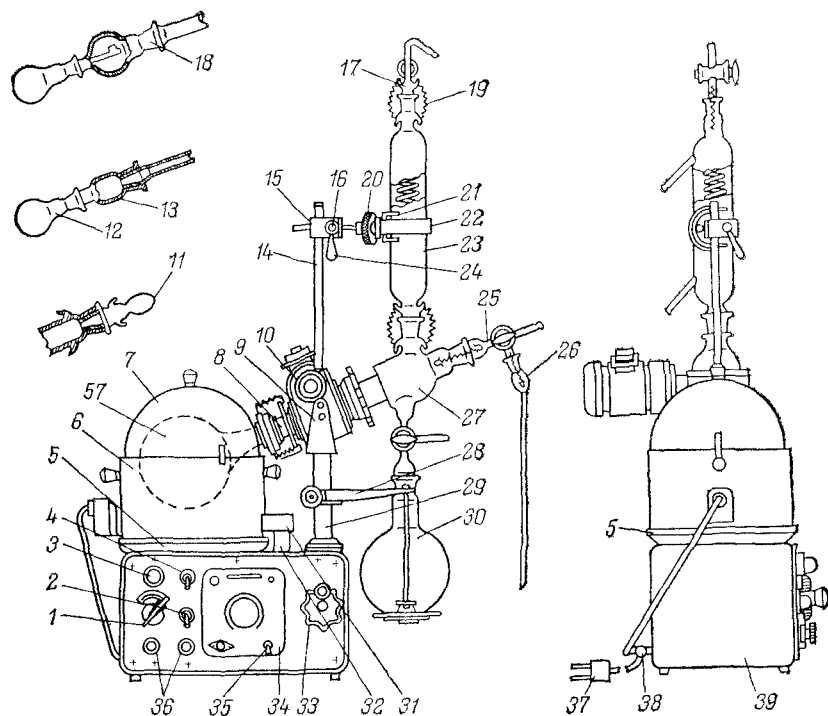


Рис. 157. Испаритель ротационный ИР-1М

Привод предназначен для сообщения вращательного движения испарительной колбе 57 и герметичного соединения ее с неподвижным переходником 27 (рис. 157). Привод состоит из электродвигателя 58 (рис. 158), червячного редуктора 60, соединенного с приводом с помощью муфты 59, и устройства, в которое вставляется испарительная колба 57 с неподвижным переходом 27. На выходе редуктора имеется фторопластовая втулка 42, с одной стороны которой с помощью вкладыша 54 (с резиновой прокладкой 53) и зажимной гайки 41 прикреплен стеклянный конус 8. С другой стороны втулки 42 имеется конусная заточка, с помощью которой она герметично соединяется с фторопластовым сильфоном 51, поджатым к ней пружиной 50.

Сильфон 51 закреплен в крышке 46 с помощью полуколец 45. Во фланцах втулки 42 и сильфона 51 имеются прорези, в которые вставлены амортизирующие прокладки 40 и 47. Втулка 42 получает вращение от стакана 43. Для закрепления колбы 57 на стеклянном конусе 8 служат пружинный замок 55 и вкладыш 56. В корпусе редуктора 10 имеются отвер-

стия с пробками 44, 52 для заливки и слива смазки. Резиновое кольцо 48 и вкладыши 49 служат для соединения привода с переходником 27.

Испаритель (см. рис. 157) состоит из испарительной колбы 57, стеклянного конуса 8, переходника 27 с трехходовым краном, спирального холодильника с рубашкой 23, приемной колбы 30, питательного устройства 26. Питательное устройство имеет трехходовой кран с двумя отводами: через один система испарителя соединяется с атмосферой, а к другому с помощью конуса присоединяется трубка 26, через которую испарительная колба заполняется рабочим раствором. В верхнюю часть холодильника 23 вставлен переходник с краном 17 для подключения испарителя в вакуумной системе. В комплект испарителя входит набор колб 12 различной емкости, переходники 13, 18 и

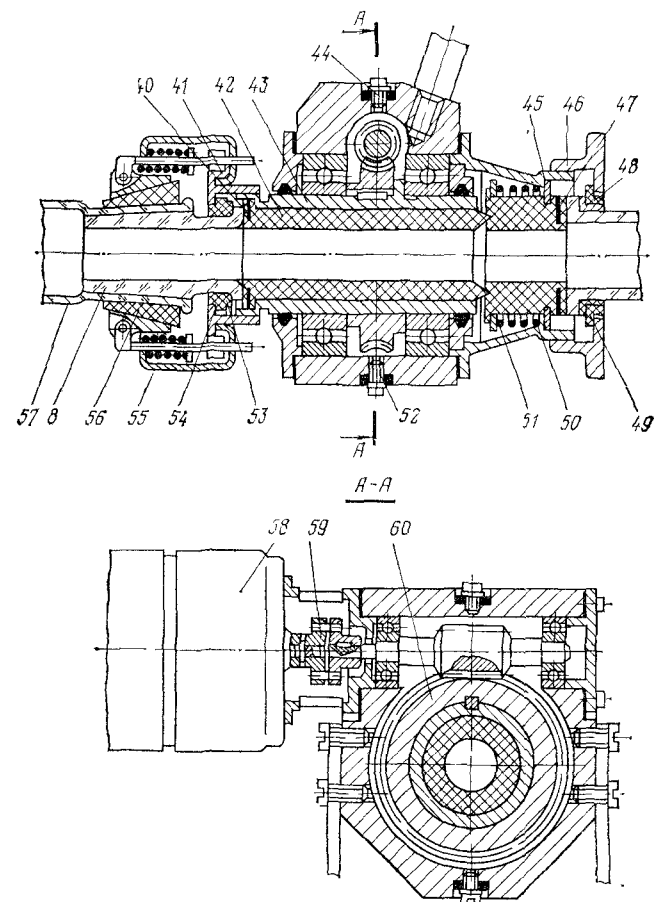


Рис. 158. Привод испарителя ротационного ИР-1М

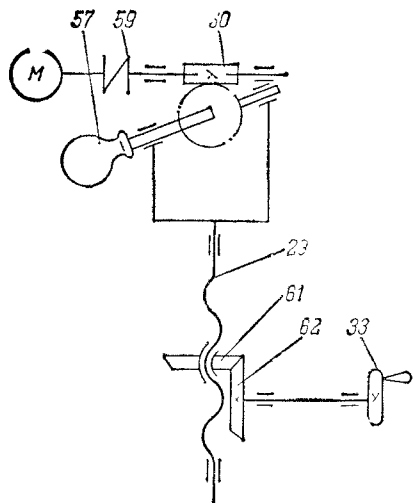


Рис. 159. Кинематическая схема испарителя ротационного ИР-1М

пробка 11, которая вставляется при необходимости вместо питательного устройства.

Баня служит для нагревания раствора в испарительной колбе. Она состоит из корпуса 6 с нагревательным элементом и термометром сопротивления, являющимся датчиком температуры. Сверху баня закрыта крышкой 7.

Блок управления служит для подключения аппарата к электросети, регулирования числа оборотов привода, автоматического поддержания

заданного теплового режима бани с помощью автоматического регулятора температуры 34, на котором имеется тумблер для включения бани 35 и сигнальные лампы. На лицевой панели блока управления смонтированы сигнальная лампа 3 и тумблер 4 включения аппарата в электросеть, тумблер 2 включения привода и регулятор 1 числа оборотов привода, два предохранителя 36. Блок управления имеет переменное сопротивление, смонтированное на внутренней панели, с помощью которого можно ограничить максимальное число оборотов привода. На задней панели блока смонтирован штепсельный разъем 38, через который термометр сопротивления в бане подключается к блоку управления. Для включения аппарата в сеть переменного тока 220 В служит двухполюсная вилка 37.

Станина служит для монтажа всех узлов аппарата. Станина состоит из корпуса 39, на верхней стенке которого закреплен поддон 5 для бани и колодка 32 для соединения нагревателя бани 31 с блоком управления. На станине смонтирован подъемник для извлечения колбы из бани. Подъемник состоит из стойки 29, которая одновременно является винтом подъемника, гайки 61, которая одновременно является и конической шестерней, и второй шестерни 62 (см. рис. 159). Подъемник приводится в действие рукояткой-маховиком 33. На стойке подъемника имеется кронштейн 9 для монтажа привода подъемника 10 и специальный зажим 28 для приемной колбы. На задней стенке станины имеется болт заземления.

Держатель служит для крепления холодильника. Он смонтирован на корпусе привода и состоит из стойки 14, на которой установлен ленточный зажим 22 с призмой 21 и гайкой 20. Для фиксирования зажима на стойке служит втулка 15 с вин-

том 16 и рукояткой 24. Для закрепления конусов служат пружины 19.

Порядок работы следующий. Подключить аппарат через верхний переходник 17 к вакуумной системе (водоструйному насосу), подключить холодильник к водопроводной сети (вход — через верхний штуцер, выход — через нижний), заполнить баню водой (маслом) и задать нужный тепловой режим с помощью тумблера 35 и рукоятки на регуляторе температуры 34. Затем наполнить испарительную колбу 57 на $\frac{1}{3}$ рабочим раствором через питательное устройство 25, соединив с помощью крана полость аппарата с трубкой, опущенной в сосуд с рабочим раствором. Испарительную колбу 57 погрузить в баню 6 с помощью подъемника так, чтобы уровень раствора в колбе был несколько ниже уровня воды в бане (на 5—10 мм), и закрыть баню крышкой 7. Включить вращение колбы тумблером 2 и настроить регулятором 1 на нужную скорость. После наполнения приемной колбы отгоном заменить ее новой, предварительно перекрыть кран перед приемной колбой, соединив приемную колбу с атмосферой. После окончания работы выключить вращение колбы, соединить аппарат с атмосферой, выключить водоструйный насос, поднять испарительную колбу и снять ее для извлечения остатка.

Испаритель ротационный ИР-10 имеет следующие технические данные:

Вместимость испарительной колбы, л	5; 10
Частота вращения испарительной колбы, об/мин	40; 60; 90
Остаточное давление (без рабочего раствора), Па (мм рт. ст.)	≤ 3099,6 (30)
Характер нагрева	Водяная или масляная баня с электронагревателями
Температура бани, °С	20—100
Потребляемая мощность, Вт	3600
Напряжение, В	220/380
Габариты, мм	1000 × 620 × 1800
Масса, кг	92

Испаритель ротационный ИР-1М2 имеет следующие технические данные:

Вместимость испарительной колбы, мл	50—2000
Частота вращения испарительной колбы, об/мин	15—180
Регулирование вращения колбы	Бесступенчатое
Остаточное давление (в отсутствие продукта), кПа (мм рт. ст.)	0,94 (7)
Характер нагрева	Водяная или масляная баня с электронагревателем
Температура бани, °С	20—200
Потребляемая мощность, Вт	1200
Напряжение, В	220

Габариты, мм:	
испарителя	520×380×900
регулятора температуры	197×150×202
Масса, кг	25

Аппарат (рис. 162) состоит из привода 13, редуктора с торцевым вакуумным уплотнением 3, стеклянной испарительно-конденсационной системы, бани 1, регулятора температуры 12, подъемника 16 и штатива 17. Конструктивное исполнение аппарата предусматривает возможность автономного использования основных сборочных единиц, входящих в состав изделия.

При сборке аппарата возможно левое и правое расположение стеклянной системы относительно бани, предусмотрена также возможность отнесения привода и регулятора температуры от испарительно-конденсационной системы на расстояние до 1 м и передачей вращения к редуктору посредством гибкого вала типа ГВ16Б1 или другого с аналогичным креплением (гибкий вал в комплект поставки не входит). Можно рекомендовать конструкцию привода с гибким валом (рис. 160).

Вращение испарительной колбы осуществляется от электродвигателя постоянного тока типа СЛ-369Б, установленного в металлическом кожухе. Соосно двигателю на кожухе установлен переходник с резьбой, на который закрепляется переходная втулка редуктора или гайка гибкого вала. На валу двигателя установлена кулачковая полумуфта с резиновой звездочкой. Управление частотой вращения электродвигателя осуществляется ручкой задатчика оборотов, расположенной на регуляторе температуры.

Червячный редуктор с торцевым вакуумным уплотнением (рис. 161) предназначен для редуцирования числа оборотов электродвигателя и обеспечения вакуумной плотности между вращающейся и неподвижной частями испарительно-конденсационной системы. Червячная пара 18, 19 с передаточным отношением $i = 24$ установлена на подшипниках качения 5, 16 в алюминиевом корпусе 7 и поджата крышками 4, 15. К вращающемуся фторопластовому патрубку 3, запрессованному в вал червячного колеса 6, пружи-

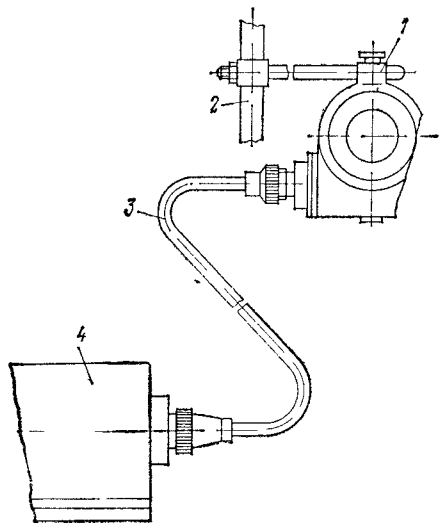


Рис 160 Привод с гибким валом:
1 — редуктор, 2 — штатив, 3 — вал гибкий, 4 — привод

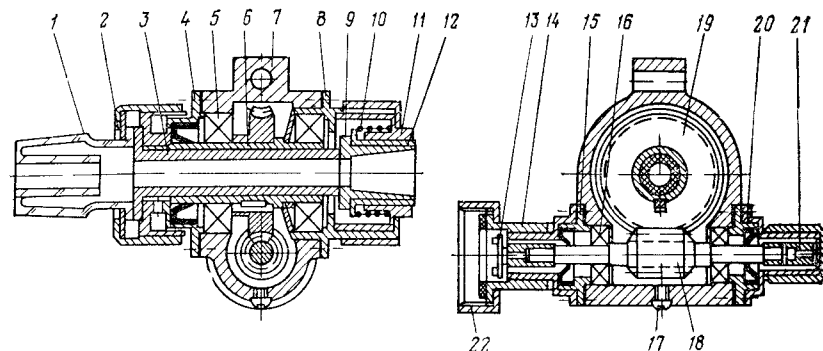


Рис. 161. Червячный редуктор с торцевым вакуумным уплотнением

ной 10 поджимается фланец неподвижной фторопластовой втулки 9, обеспечивая вакуумно-плотное соединение. Вращающийся патрубок и неподвижная втулка в процессе эксплуатации работают попарно. Характер сопряжения деталей 8, 9, 11, 12 обеспечивает перпендикулярность кромки патрубка 3 и плоскости фланца втулки 9. На фланец вращающегося патрубка гайкой 2 закрепляется переходник 1, на который устанавливается испарительная колба. Для смазки червячной пары и подшипников качения через отверстие, закрытое винтом 17, заливается 10 мл масла индустриального И-40А или 50 А ГОСТ 20799—75. Отработанное масло сливается также через данное отверстие. Элементы конструкции со стороны обоих выходных концов червячного вала выполнены одинаково 20, 21, что дает возможность как правой, так и левой установки редуктора относительно бани. Редуктор крепится к корпусу привода гайкой 22. Кинематическая связь редуктора с двигателем осуществляется кулачковой муфтой с эластичной звездочкой 13. При работе с отнесенным двигателем передача вращения от привода к редуктору может осуществляться при помощи гибкого вала. Гайка 22 свинчивается с переходника привода, привод 13 удаляется со штатива, резьбовая втулка 14 снимается и на ее место закрепляется накидная гайка и квадратный наконечник гибкого вала.

Испарительно-конденсационная система (рис. 162) состоит из следующих основных частей: испарительной колбы 2, конденсатора-холодильника 4, воронки с исходным раствором или суспензией 5, переходника 8, отборника 9, алонжа 6 и приемной колбы 11. Стеклянные изделия, входящие в комплект испарительно-конденсационной системы, соединяются на взаимозаменяемых конусах или сферических шлифах. Система кранов отборника 9 обеспечивает возможность снятия приемной колбы дистиллята 11 без существенного нарушения рабочего давления, ее используют при непрерывном ведении дистилляционного процесса. При периодическом режиме установка отборника не обя-

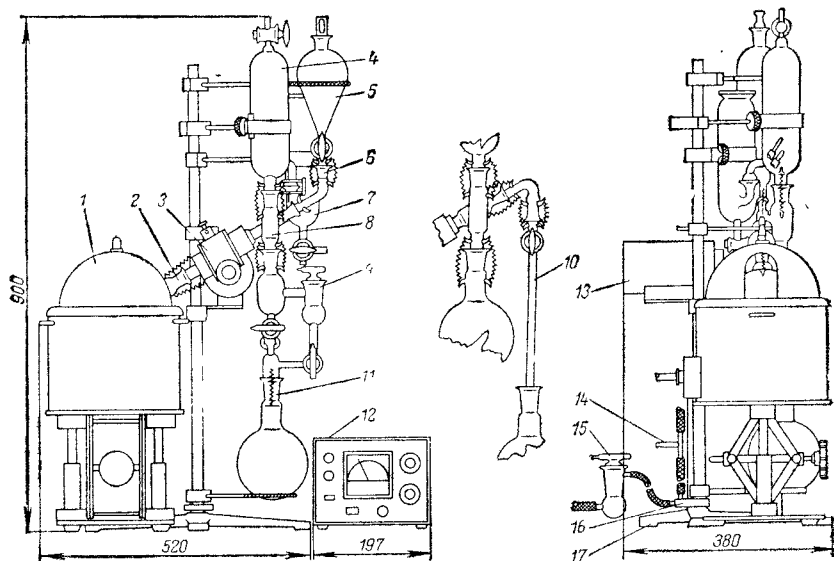


Рис. 162. Испаритель ротационный ИР-1М2

зательна, и приемную колбу устанавливают на шлиф переходника. Испаритель комплектуется переходниками для левого и правого расположения стеклянной части относительно бани.

Питательная трубка 10 предназначена для подачи исходного продукта вакуумом из емкости при установке ее ниже испарительной колбы. Для предотвращения попадания паров низкокипящих жидкостей в систему откачки устанавливают охлаждающую ловушку 7.

Баня (рис. 163) для нагревания теплоносителя состоит из внешней 5 и внутренней 6 алюминиевых емкостей, между которыми проложен теплоизолирующий материал. Внутренняя емкость установлена в наружную на подставках 10 и поджимается к ним винтами через фланец 2. Сверху баня закрыта кожухом 1. Во внутренней емкости, которая заполняется теплоносителем, смонтированы нагревательный элемент 7, терморезистор 9 и термопреобразователь 8 типа ТСП-5097, концы проводов которых выведены на разъем 3, закрытый кожухом 4. При комплектации бани термопреобразователя типа ТСМ-6097 (медный), работа в ней при температурах ниже 150 °С не рекомендуется во избежание выхода термопреобразователя из строя.

Регулятор температуры двухдиапазонный 12 (см. рис. 162) предназначен для поддержания и контроля заданной температуры теплоносителя и управления электроприводом. Электросхема регулирования температуры и оборотов электродвигателя смонтирована внутри корпуса регулятора. На передней панели находятся ручки задатчиков, переключатели и три сигнальных

лампочки, а также показывающий прибор-индикатор температуры типа М 4213. На задней стенке регулятора смонтированы розетка для включения электродвигателя, разъем для коммутации электроприборов бани, предохранители и детали заземления.

Подъемник 16 предназначен для подъема и опускания бани и представляет собой механизм, работающий по принципу винт — гайка. Винт имеет на одном конце левую, а на другом правую резьбу. При вращении винт сдвигает или раздвигает гайки, закрепленные в осях. Оси шарнирно соединены с поддерживающими планками, которые и обеспечивают перемещение по вертикали.

Штатив 17 состоит из литого основания и стержня, на котором установлен привод с редуктором, закрепляются при помощи держателей элементы испарительно-конденсационной системы и переходник-гребенка, служащая для коммутации внешних линий охлаждения, орошения и вакуума с внутренними линиями.

Порядок работы на ИР-1М2 следующий. Залить теплоноситель в баню, поднять подъемником баню, погрузив испарительную колбу в теплоноситель до необходимого уровня (примерно наполовину колбы), подключить баню и привод к регулятору температуры, используя жгуты с разъемами, а вилку регулятора температуры включить в сеть. Установить ручку задатчика температуры в крайнее левое положение и включить кнопку «нагрев бани» на передней панели (включение в сеть сигнали-

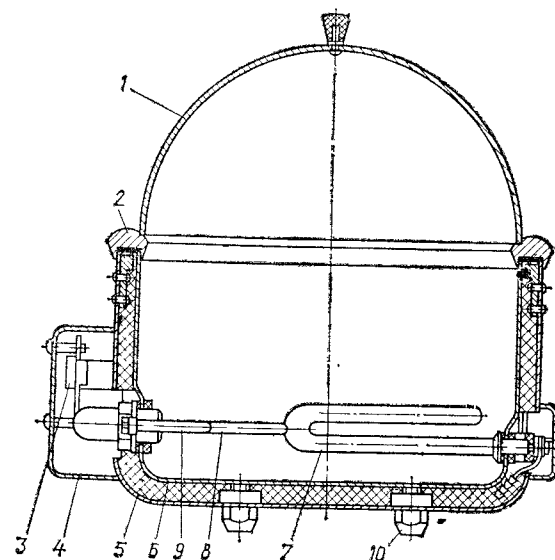


Рис. 163. Баня

зируется лампочкой «Вкл.»). Установить ручку задатчика температуры на необходимое деление на шкале в соответствии с выбранным режимом работы (работа нагревателя сигнализируется сигнальной лампочкой «Авт.»), подключить испаритель к работающей системе откачки и измерения вакуума, используя тройник 14. Проверить вакуумную плотность испарителя и установить, используя вакуумный кран 15, рабочее остаточное давление, подать хладагент в конденсатор 4, заполнить хладагентом ловушку 7, если предусмотрено ее использование. Включить кнопку «привод» и, повернув ручку управления вправо, установить по шкале оборотов требуемую частоту вращения (работа двигателя сигнализируется лампочкой). Залить исходный раствор в воронку 5 либо поместить питательную трубку 10 в емкость с исходным раствором, заполнить испарительную колбу исходным раствором, используя кран воронки или питательной трубки. По мере упаривания раствора провести дополнительное заполнение испарительной колбы, либо отрегулировать скорость добавления из воронки или питательной трубки в соответствии со скоростью отгонки растворителя.

Снять приемную колбу 11 при заполнении ее дистиллятом. Для обеспечения стабильности рабочего режима приемная колба отсоединяется от рабочего объема и соединяется с атмосферой, а перед новым подключением вакуумируется при помощи системы вакуумным краном вакуумоотборника 9. После окончания работы прекратить подачу исходного продукта, отключить испаритель от вакуумооткачной системы и соединить рабочий объем с атмосферой, выключить привод, предварительно установив ручку управления в крайнее левое положение (выключение двигателя сигнализируется лампочкой), установить ручку задатчика температуры в крайнее левое положение, выключить кнопку «нагрев бани» и отключить регулятор температуры от сети.

Испаритель ротационный ИР-10М имеет следующие технические данные:

Вместимость испарительной колбы, мл	4000, 6000, 10000
Частота вращения испарительной колбы, об/мин	20—130
Остаточное давление (без рабочего раствора), кПа (мм рт ст)	0,67 (5)
Характер нагрева	Водяная или масляная бани с электронагревателями
Температура бани, °С	20—200
Потребляемая мощность, Вт	3600
Напряжение, В	220
Габариты, мм	930×500×1450
Масса, кг	75

Аппарат (рис. 164) состоит из редуктора, бани, стеклянной испарительно-конденсационной системы, устройства для подъе-

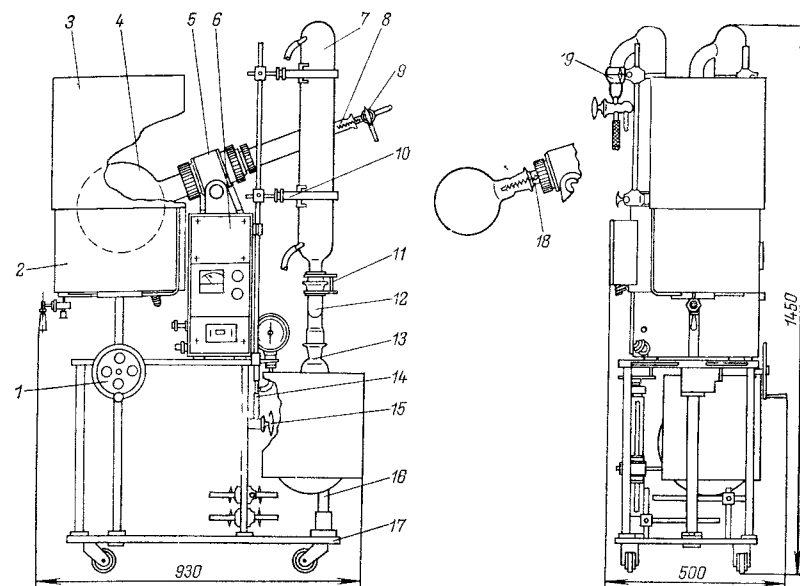


Рис 164. Испаритель ротационный крупногабаритный ИР-10М

ма бани, устройства для подъема приемной колбы, тележки и блока управления.

Редуктор 5 предназначен для редуцирования числа оборотов электродвигателя и обеспечения вакуумной плотности между вращающейся и неподвижной частями испарительно-конденсационной системы. Червячная пара с передаточным отношением $i = 11$ установлена на подшипниках качения в алюминиевом корпусе. Кинематическая связь редуктора с электродвигателем, установленным внутри корпуса блока 6, осуществляется при помощи ременной передачи. Бани 2 для нагревания теплоносителя представляет собой сварную конструкцию, состоящую из двух стальных цилиндров, между стенками которых проложен теплоизолирующий материал, и кожуха для монтажа электрооборудования. Во внутреннем цилиндре, который заполняется теплоносителем, смонтированы нагревательный элемент, термометр сопротивления, концы проводов которых выведены на клеммник, установленный в кожухе.

Испарительно-конденсационная система состоит из испарительной колбы 4, конденсатора 7, паропроводящей трубки 8, питательной трубки 9, насадки 12, приемной колбы 13, переходника 19 для соединения рабочего объема системы с вакуумной линией. Испарительная колба 4 имеет ограждение 3 из оргстекла. Конденсатор 7 снабжен двумя спиральями, в центре которых проходит трубка с шаровыми расширениями и рубашкой, через которую пропускают хладагент. Конденсатор 7 со-

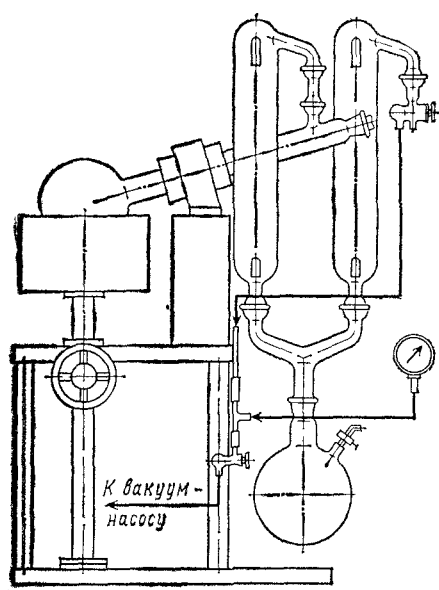


Рис. 165 Сборка испарительно-конденсационной системы аппарата с двумя конденсаторами и одним приемником

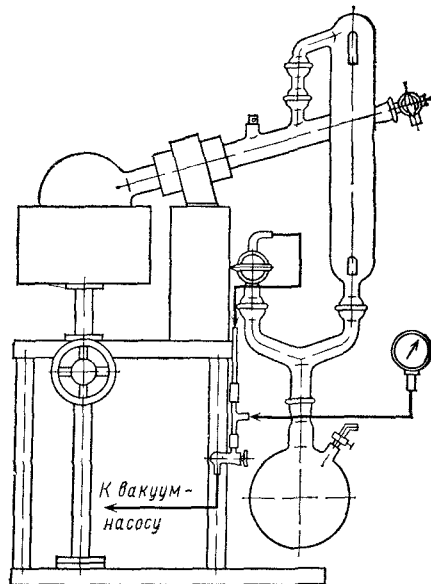


Рис. 166 Сборка испарительно-конденсационной системы аппарата с одним конденсатором и одним приемником (нисходящий поток)

единяется с насадкой 12 сферическим шлифом и зажимом 11, приемная колба 13 соединена с насадкой 12 взаимозаменяемым конусом. Конденсатор крепится держателями 10 к стойке штатива. Испарительная колба вместимостью 4000 мл крепится на редукторе через переходник 18.

Тройник 14 и кран 15 служат для соединения с вакуумной линией.

Большой набор комплектующих изделий стеклянной испарительно-конденсационной системы позволяет проводить сборку аппарата в различных вариантах в зависимости от свойств растворов и режима отгонки (рис. 165—167).

Подъемник 1 (см. рис. 164) предназначен для подъема бани 2 под испарительную колбу 4.

Подъемник 16 предназначен для поддержки приемной колбы 13, ее подъема и опускания при сборке и разборке испарительно-конденсационной системы. Основные элементы подъемника — ходовой винт и гайка. Гайка винтами скреплена с полунормом, на котором установлен держатель колбы. При вращении маховичка, закрепленного на конце ходового винта, гайка, а следовательно, и держатель колбы вертикально перемещаются

Тележка 17 является основой конструкции испарителя, на которой установлены и закреплены все вышеупомянутые элементы аппарата и блок управления. На нижнем основании гайками закреплены четыре стойки, на которые в свою очередь при помощи штырей и винтов устанавливается верхнее основание. Конструкция опорных колес тележки делает возможным перемещение аппарата в любом направлении без предварительного разворота.

Блок управления 6 предназначен для поддержания и контроля заданной температуры теплоносителя бани и управления электроприводом. Состоит из корпуса и выдвижного шасси, на котором смонтированы элементы электросхемы регулирования температуры теплоносителя бани и оборотов электродвигателя. Детали силовой части электросхемы закреплены на корпусе блока. На лицевой панели выдвижного шасси находятся ручки задатчиков, кнопки управления, три сигнальные лампочки, сигнализирующие включение в сеть, работу нагревателя и электродвигателя, а также показывающий прибор-индикатор температуры М 4213.

Электросхема аппарата обеспечивает регулирование оборотов электродвигателя и поддержание заданной температуры.

Порядок работы на ИР-10М следующий. Залить теплоноситель в баню, поднять подъемником баню и погрузить испарительную колбу в теплоноситель, включить вилку блока в сеть и общий выключатель на передней панели блока, установить ручку задатчика температуры в крайнее левое положение и включить кнопку «Нагрев» (должна загореться лампочка «Вкл.»). Установить ручку задатчика температуры на деление по шкале, соответствующее выбранному режиму работы (включение нагревателя сигнализируется лампочкой «Авт.»), включить систему откачки вакуума и установить, используя вакуумный кран 15, рабочее остаточное давление, после чего подать хладагент в кон-

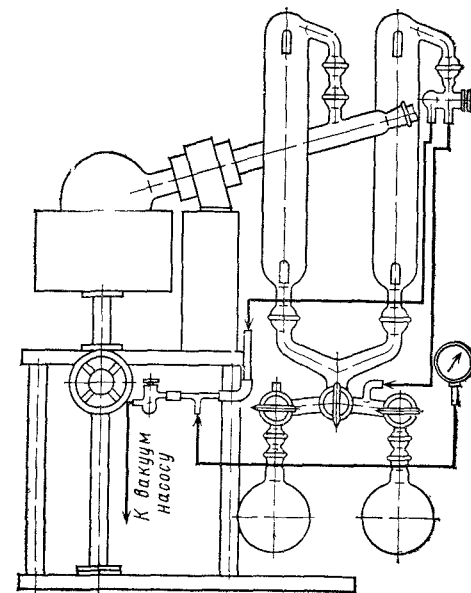


Рис. 167. Сборка испарительно-конденсационной системы аппарата с двумя конденсаторами и двумя приемниками

денсатор 7. Соединить питательную трубку 9 с емкостью с исходным раствором при помощи фторопластовой трубки и, осторожно открыв кран, заполнить испарительную колбу 4 не более чем на половину объема. Включить кнопку привода испарителя и установить требуемую частоту вращения испарительной колбы (работа двигателя сигнализируется лампочкой).

По мере упаривания раствора заполнять испарительную колбу либо отрегулировать скорость добавления исходного раствора в соответствии со скоростью отгонки растворителя. Удалить отогнанный растворитель через кран приемной колбы.

После окончания работы прекратить подачу рабочего продукта, отключить испаритель от вакуумной откачной системы и соединить рабочий объем с атмосферой. Установить ручку задатчика оборотов в крайнее левое положение, отключить кнопку привода, установить ручку задатчика температуры в крайнее левое положение и выключить кнопку «Нагрев». Выключить выключатель блока и отключить вилку блока от сети.

Главным преимуществом аппаратов ИР-1М, ИР-1М2, ИР-10 и ИР-10М является абсолютная чистота получаемых продуктов, так как весь рабочий тракт выполнен из химически стойкого стекла и фторопласта. Аппараты позволяют работать с агрессивными жидкостями, теплочувствительными и пенящимися растворами.

Многие зарубежные фирмы (Швейцария, Англия, ФРГ и др.), а также промышленность ГДР, ЧССР, ВНР выпускают ротационные испарители, различающиеся конструкцией узлов и деталей, техническим исполнением, производительностью и надежностью. Ведущая в этой области фирма Бюхи (Швейцария) выпускает различные модели ротационных испарителей с колбами вместимостью от 5 мл до 50 л. Ротавапор-М для объемов жидкости от 5 до 100 мл применяют в химической и фармацевтической промышленности, аналитических и исследовательских лабораториях, школах, техникумах, университетах. Ротавапоры R, RE и EL наиболее распространены; они различаются устройством привода для вращения колбы. Испарительная и приемная колбы при нормальном исполнении имеют объем 1000 мл, но по заказу выпускаются вместимостью от 50 до 3000 мл. Ротавапоры R-10, R-20 и R-50 имеют испарительную и приемную колбы соответственно вместимостью 10, 20 и 50 л и применяются для получения различных продуктов в полупромышленном масштабе.

С помощью дополнительных приспособлений из стекла испарители ротационные можно использовать для проведения реакций без мешалок, для экстракции из твердой и жидкой проб.

Фирмой Бюхи проведены экспериментальные измерения теплообмена на ротационных испарителях. В испарительную колбу вместимостью 1000 мл помещали 500 мл, а в колбу вместимостью 2000 мл — 1000 мл дистиллированной воды, которую

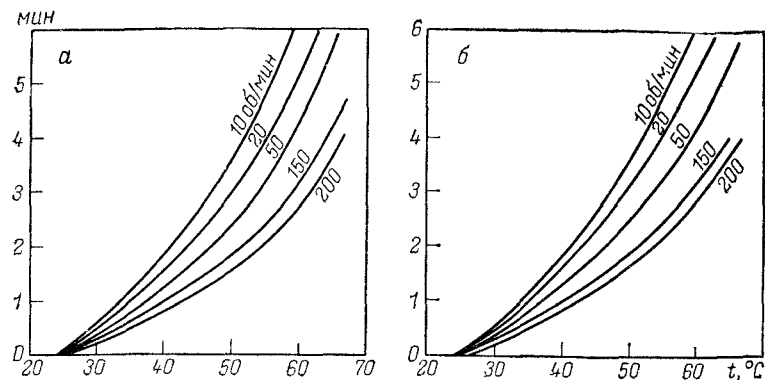


Рис 168 Зависимость изменения температуры в испарителе от продолжительности перемешивания и числа оборотов колбы вместимостью 1000 мл (а) и 2000 мл (б)

нагревали при различных скоростях вращения на водяной бане; повышение температуры автоматически регистрировалось. Колбы погружали в водяную баню наполовину. Полученные кривые приведены на рис. 168. По этим кривым можно определить теплообмен в единицу времени (в ккал/ч) и производительность аппарата (в мл/ч) при определенном среднем перепаде температур Δt ($\Delta t = t_{\text{ванны}} - t_{\text{кип}}$) (рис. 169). Аналогичные кривые для аппаратов моделей R, RE, EL, R-10, R-20, R-50 приведены на рис. 170.

§ 42. ИСПАРИТЕЛИ ПЛЕНОЧНЫЕ РОТОРНЫЕ

Одним из наиболее эффективных методов интенсификации процессов тепло- и массообмена является проведение их в тонких слоях (пленках). Под пленочным течением обычно подразумевается движение тонкого слоя жидкости вдоль твердой стенки. При обработке в тонком слое температура кипения жидкости постоянна, так как отсутствуют перепады давления по высоте слоя, а следовательно, и температурные потери на гидростатическое сжатие, что особенно важно при обработке в выпарных установках термочувствительных растворов.

В технологических производствах обработка сырья в тонких пленках текущих жидкостей занимает особое место. В химической и пищевой промышленности приходится часто иметь дело с веществами, которые можно обрабатывать только в тонких слоях: производство некоторых видов пластмасс и кремнийорганических продуктов, упаривание пищевых продуктов, чувствительных к высоким температурам, нагревание и концентрирование веществ, которые могут пригорать и полимеризоваться при длительном контакте с поверхностью нагрева. Эффективность

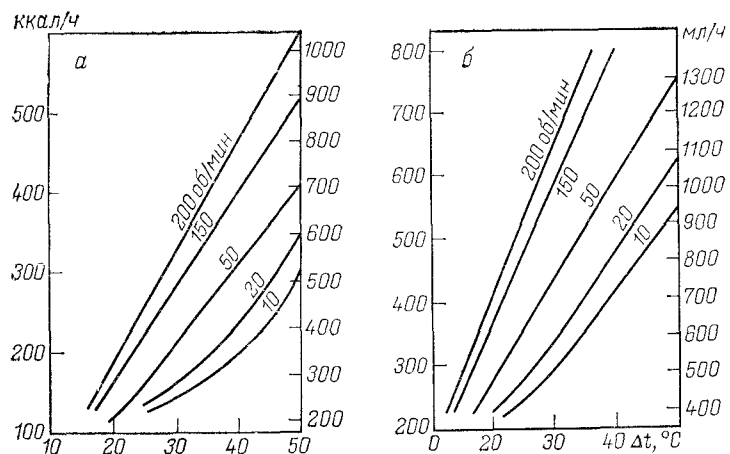


Рис. 169. Зависимость теплообмена и производительности испарителя от перепада температур и числа оборотов колбы вместимостью 1000 мл (а) и 2000 мл (б)

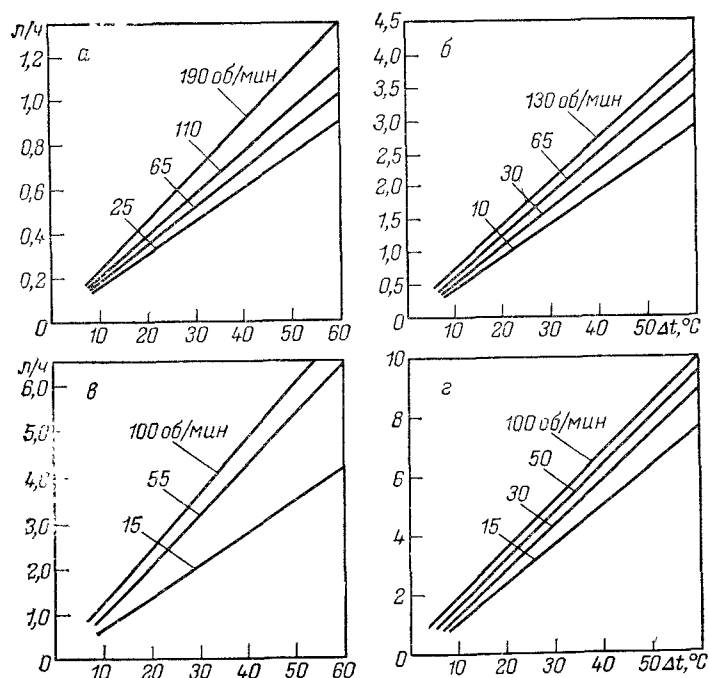


Рис. 170. Зависимость теплообмена и производительности аппаратов моделей R, RE и EL (а); R-10 (б); R-20 (в); R-50 (г) от перепада температур и числа оборотов

пленочных аппаратов тем выше, чем меньше разница между температурой кипения и температурой теплоносителя. Однако при неравномерном орошении поверхности теплообмена жидкостью наблюдается резкое снижение эффективности пленочных аппаратов.

Процесс образования пленки значительно упрощается в роторных аппаратах, в которых распределение жидкости по поверхности теплообмена обеспечивается специальными устройствами. В таких аппаратах можно обрабатывать даже недостаточно чистые жидкости и проводить упаривание досуха. Пленочные аппараты имеют относительно небольшое гидравлическое сопротивление, и они рассчитаны на небольшие объемы жидкостей, что позволяет быстро менять обрабатываемые продукты. Эти аппараты особенно хорошо зарекомендовали себя при обработке пенящихся продуктов. Пленочные испарители сравнительно просты в обслуживании и позволяют автоматизировать процесс. Благодаря своей высокой эффективности и экономичности пленочные аппараты применяют для упаривания маловязких жидкостей (растворов неорганических солей, органических растворителей, фенолов, растительных экстрактов, витаминов, гормонов, антибиотиков и др.), растворов NaOH и вязких жидкостей, жидкостей, чувствительных к высокой температуре, для опреснения морской воды. Эти испарители позволяют получать однородные продукты высокого качества без дополнительного гомогенирования, что неизбежно в обычных выпарных аппаратах. Широко применяют пленочное выпаривание в пищевой промышленности, где особенно опасно пригорание продукта (фруктовые соки, молоко, томатпродукты и др.).

В роторных аппаратах процессы тепло- и массообмена можно осуществлять при температурах поверхности нагрева до $+400^{\circ}\text{C}$ и в интервале давлений $66,7 - 19,6 \cdot 10^5 \text{ Н/м}^2$.

Роторные испарители позволяют свести к минимуму время пребывания продукта на стенке, обрабатывать жидкости за один проход, а также обрабатывать продукты, содержащие твердую фазу. Благодаря этому повышается коэффициент теплопередачи от греющей стенки к слою жидкости, а следовательно, и скорость испарения с единицы поверхности нагрева.

Тип ротора определяет возможности технологического использования пленочных аппаратов. Существует несколько типов роторов, в том числе: с жесткими лопатками, с шарнирными лопатками, с центробежными лопатками, с лопатками, фиксированными пружинами, с распределительными элементами на упругих осях (пружины и т. п.). Ротор с жесткими лопатками широко используют в металлических роторных установках. В роторных установках из стекла применяют роторы с подвижными лопатками.

Центробежные лопатки обеспечивают хорошую самоцентрировку ротора и создают равномерную тонкую пленку на рабочей

поверхности корпуса испарителя, однако они неудобны при работе с вязкими жидкостями.

Рабочий тракт роторных установок выполнен из стекла, что обеспечивает высокую химическую чистоту получаемых продуктов; как правило, контакт продукта с металлом исключается. В связи с этим применение ротора с фиксированными пружинами лопатками и ротора с распределительными элементами на упругих осях ограничено. В роторе с шарнирными лопатками эти недочеты в значительной мере устранены, но он имеет недостаточную степень самоцентрировки; в отечественных установках предусмотрена конструкция ротора с шарнирными лопатками, имеющими сдвинутый центр тяжести.

Пленочные роторные испарители применяют для проведения в лабораторных условиях, а также в полупромышленном и промышленном масштабах различных химико-технологических процессов: дистилляции, концентрирования, упаривания, отгонки легких фракций, различных химических реакций, дезодорирования, дегазирования и др.

В испарителях использован метод отгонки из «падающей пленки», сущность которого заключается в испарении жидкости, непрерывно подаваемой на внутреннюю поверхность испарителя и механически распределяемой на ней в виде тонкой равномерной пленки.

Преимущества роторных испарителей: возможность работать с термолабильными и агрессивными веществами, визуальное наблюдение за ходом процесса, сохранение высокой химической чистоты продуктов, распределение продукта на рабочей поверхности испарителя в виде тонкой равномерной пленки, постоянное обновление поверхности испарения продукта и высокая турбулентность жидкостной пленки, что исключает возможность местного перегрева; кратковременное пребывание продукта в зоне нагревания (несколько секунд); высокая кратность концентрирования за один проход раствора через испаритель; равномерная плотность орошения нагреваемой поверхности; возможность работать в непрерывном рабочем режиме под вакуумом и при атмосферном давлении.

Установка пленочная роторная УПРТ (рис. 171) предназначена для проведения в лабораторных условиях различных химико-технологических процессов, а также для промышленного использования в малотоннажном производстве, например в производстве особо чистых веществ. Установка имеет следующие технические данные:

Исполнение	Антикоррозионное
Тип ротора	С шарнирными лопатками
Производительность по выпаренной влаге, кг/ч	1,5
Внутренний диаметр корпуса испарителя, мм	50

Рабочая длина корпуса испарителя, мм	595
Поверхность нагрева, м ²	0,1
Поверхность конденсации, м ²	0,32
Рабочее давление, кПа (мм рт.ст.)	4 · 10 ⁻¹ —100 (3—760)
Частота вращения ротора, об/мин	400—700
Регулирование числа оборотов	Бесступенчатое
Напряжение, В	220/380
Потребляемая мощность, Вт	3000
Габариты, мм	1480 × 590 × 2850
Масса, кг	100

Порядок работы на УПРТ следующий. Исходный продукт из дозатора 11 или 8, куда он из емкости для исходного продукта 1 подается сильфонным фторопластовым дозирующим насосом 26, попадает на внутреннюю поверхность корпуса испарителя 14. Здесь продукт захватывается вращающимся ротором 20 и в виде тонкой равномерной пленки распределяется на внутренней поверхности испарителя, которая термостатируется при заданной температуре. Стекая вниз, продукт испаряется. Образующиеся пары проходят через корпус испарителя 14 вверх и конденсируются в выносном конденсаторе 19. Остаток и дистиллят собираются соответственно в колбах 22 и 23. Рабочий продукт подается по фторопластовым трубкам, концы которых развернуты под муфты конуса КШ 10/19. Трубки подсоединены к стеклянным кернам конуса без смазки. В дозаторах 8 и 11 и ресивере 21 установлены вентильные взаимозаменяемые устройства 27, рабочая часть которых выполнена из стекла и фторопласта и не требует смазки. Вентильные устройства 27 обеспечивают точную регулировку подачи рабочей жидкости и быстрое перекрывание вакуумированных объемов.

Стеклянная часть установки содержит корпус испарителя 14, конденсатор 19, колбу приемную для остатка 22, колбу приемную для дистиллята 23, две сливные колбы 25, охлаждаемую ловушку с вакуумной рубашкой 24, охлаждаемую ловушку с термостатируемой рубашкой 7, сосуд 21, ловушку масляную 16, дозатор одновентильный 8, дозатор двухвентильный 11, емкость для исходного раствора 1 и капельницу 5. Элементы соединены взаимозаменяемыми конусами и сферическими шлифами. Исключение составляет соединение через плоский шлиф с промежуточным упругим элементом, состоящим из полого фторопластового и резинового колец, нижнего конца испарителя 14 с приемной колбой для остатка 22.

Корпус испарителя 14 — сложное цельнопаяное изделие с термостатируемой рубашкой. Муфта конуса КШ 60/45 предназначена для соединения с вакуумным вводом 18, чашка шлифа S51 — с конденсатором, плоский шлиф — с приемной колбой 22 для остатка, боковая чашка шлифа S 29 — с дозатором 11 или 8. Задняя чашка шлифа S 29 имеет вспомогательное назначение (например, для промывания корпуса испарителя,

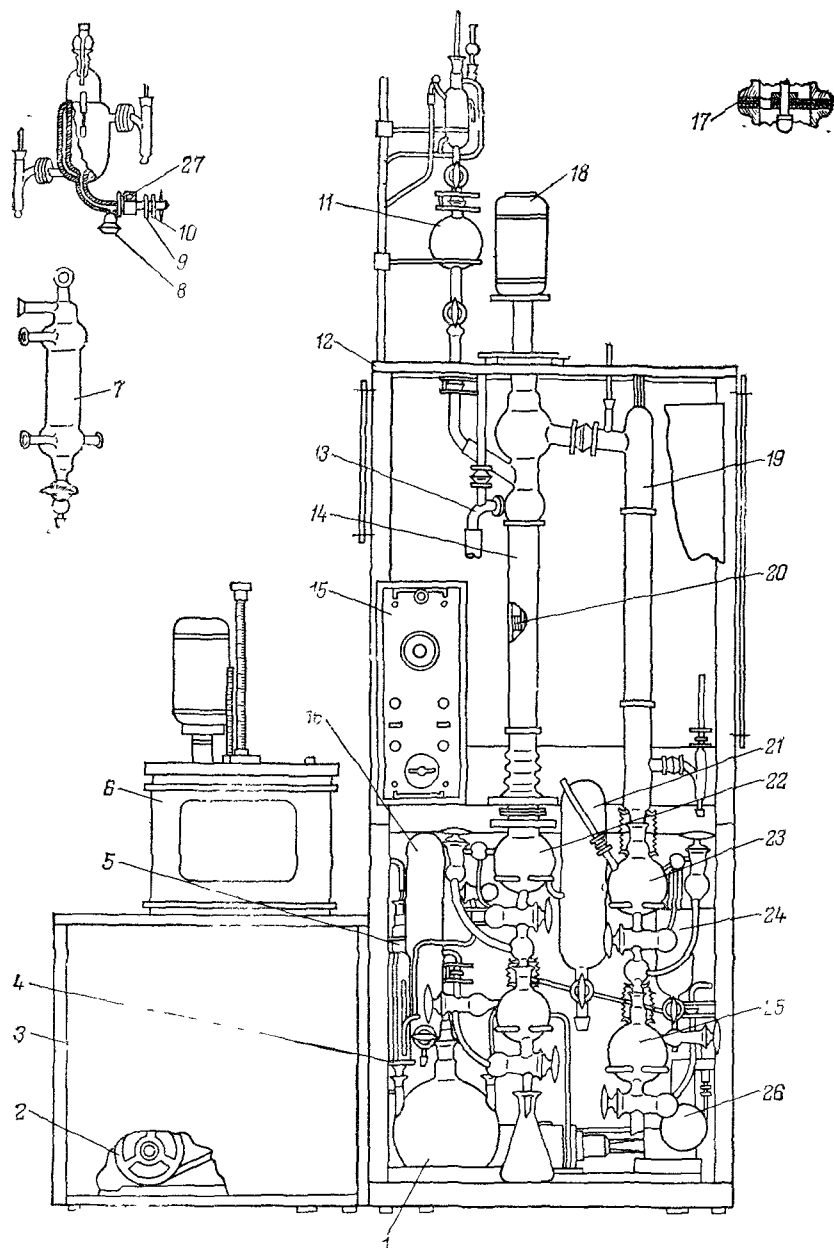


Рис. 171. Установка пленочная роторная УПРТ

установки дополнительного дозирующего устройства для проведения химических реакций и др.). Штуцеры на термостатирующей рубашке служат для подвода и отвода теплоносителя через промежуточные сливы 13 и для установки контрольных термометров.

Конденсатор 19 — цельнопаяная деталь, представляющая собой холодильник спиральный с внутренним и наружным охлаждением (двустенный с двумя внутренними спиральями). Шар шлифа S 51 предназначен для соединения с корпусом испарителя 14, керн конуса КШ 29/32 — для соединения с приемной колбой 23 для дистиллята. Штуцеры с чашками шлифа служат для подвода и отвода хладагента через промежуточные сливы 13.

Приемная колба для остатка 22, приемная колба для дистиллята 23 и две сливные колбы 25 имеют систему вакуумных кранов, позволяющих отбирать остаток и дистиллят, не прекращая работы и не нарушая рабочего режима. Приемная колба для остатка 22 соединяется через вакуумный кран с вакуумметром 4, а приемная колба для дистиллята — с охлаждаемыми ловушками 7 или 24.

Охлаждаемые ловушки выполнены неразборными. Охлаждаемые поверхности расположены таким образом, что обратная диффузия пара из ловушки сведена к минимуму. Ловушки имеют вакуумные краны для слива конденсата. Ловушка 7 предназначена для работы с проточным хладагентом.

Основными рабочими элементами одновентильного дозатора 8 являются цельнопаянный корпус с термостатированной рубашкой и вентильное устройство 27 с конической запорной частью. Теплоноситель подводится через промежуточные сливы 13 и штуцеры на термостатируемой рубашке. Три муфты корпуса предназначены для хлоркальциевой трубки, контрольного термометра и нагнетательной трубки; фторопластовая нагнетательная трубка соединяется с штуцером сильфонного фторопластового дозатора. Переливной штуцер корпуса соединяется фторопластовой трубкой с капельницей 5, установленной на емкости для исходного продукта. Подача рабочего продукта в испаритель регулируется вентильным устройством 27. Проходное сечение фиксируется расстоянием между торцами деталей 9 и 10.

Дозатор двухвентильный 11 обеспечивает более плавное регулирование подачи рабочего продукта и уменьшает влияние на нее колебаний вакуума в рабочем объеме. Дозатор состоит из приемной емкости, колбы и двух вентильных устройств.

Ввод вакуумный 18 предназначен для передачи вращательного движения в вакуумированный объем. Для герметизации вращающего вала применяют резиновые армированные манжеты с пружиной, в качестве уплотняющей жидкости — масло марки ВМ-1. Уровень масла контролируется по контроль-

ной метке на стеклянной трубке маслоуказателя. Фторопластовый конус, изготовленный под керн конуса, вставляется в муфту КШ 60/46 корпуса испарителя 14. Выходной вал соединяется с ротором 20 штифтом. Вращение осуществляется от электродвигателя ПЛ-072 ($N = 1800$ Вт, $n = 1400$ об/мин) с параллельной обмоткой возбуждения. Бесступенчатое регулирование числа оборотов осуществляется регулятором напряжения РНО — 250 — 0,5. Внешние части и лопадки ротора 20 изготовлены из фторопласта. Выбранное число ярусов лопаток должно обеспечивать равномерное распределение продукта по всей рабочей длине испарителя. На каждом ярусе может быть установлено 4 или 2 лопадки. Конструкция ротора при установке в ярусе 4 лопаток дает возможность работать без нижней опоры во всем интервале рабочих чисел оборотов. При установке в ярусе 2 лопаток, особенно при большом числе оборотов, следует пользоваться нижней опорой 17, которая устанавливается между корпусом 14 и приемной колбой для остатка 22 вместо промежуточной прокладки.

Дозирующий фторопластовый насос сильфонный 26 предназначен для перекачивания и дозирования по объему наиболее агрессивных и особо чистых жидких веществ. Проточная часть дозатора 26 изготавливается из фторопласта-4. Бесступенчатое регулирование подачи жидкости осуществляется изменением хода сильфона с помощью особого механизма. Высокая точность регулирования, полная герметичность и высокая химическая стойкость дозатора такого типа позволяют эффективно применять его для различных химико-технологических процессов.

Стол 3 и каркас 12 — разборные, изготовлены из четырехугольных рам.

Блок управления 15 подсоединяется к сети через разъем-колодку и переходник, входящий в комплект установки. Розетки для подключения вакуумного насоса 2, ультрагермостата 6, вакуумного ввода 18 и дозатора 26 установлены с правой стороны. На лицевой стороне блока расположены контрольная лампа, предохранители, тумблеры и пакетный выключатель.

Установка пленочная роторная УР предназначена для проведения различных химико-технологических процессов, а также для использования в промышленном малотоннажном производстве. Установка имеет следующие технические данные:

Исполнение	Антикоррозионное
Тип ротора	С шарнирными лопатками
Производительность по выпаренной влаге, кг/ч	3—8
Внутренний диаметр испарителя, мм	80
Поверхность нагрева, м ²	0,17

Поверхность конденсации, м ²	0,6
Рабочее давление, кПа (мм рт.ст.)	$6 \cdot 10^{-1}$ —100 (5—760)
Частота вращения ротора, об/мин	100—600
Напряжение, В	220/380
Потребляемая мощность, Вт	5000
Температура теплоносителя, °С	≤ 150
Подача насоса дозатора, л/ч	0—150

Установка (рис. 172, 173) может работать как при атмосферном давлении, так и под вакуумом. При атмосферном давлении исходный раствор из емкости 2 (см. рис. 172) подается

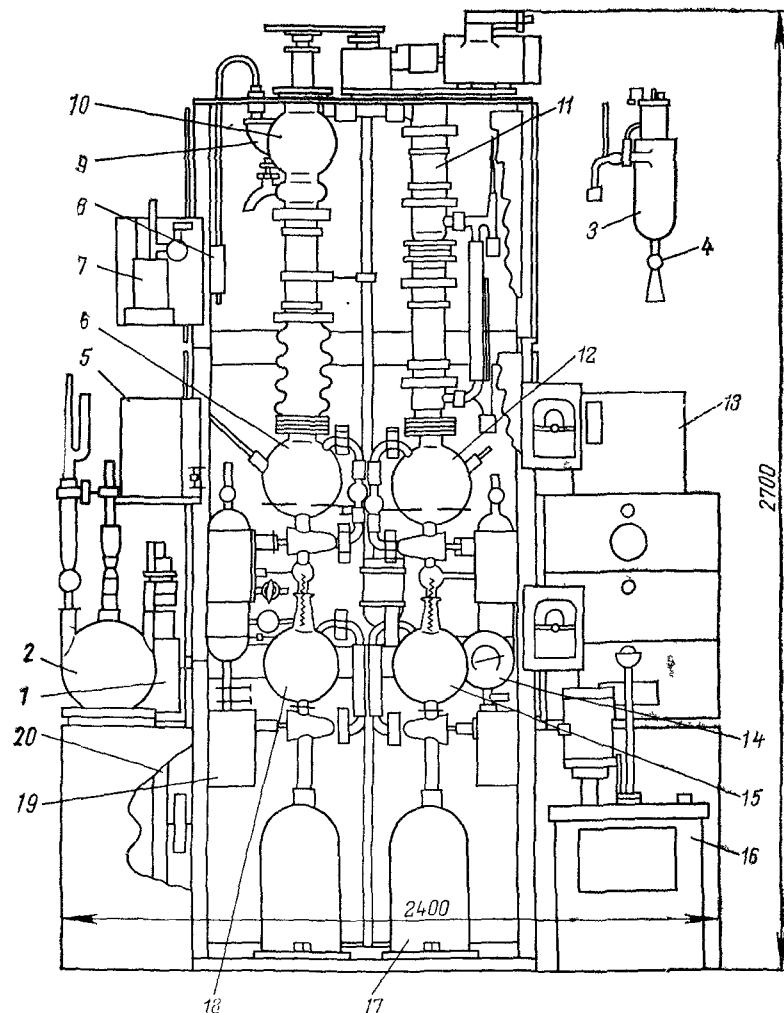


Рис. 172. Установка пленочная роторная УР.

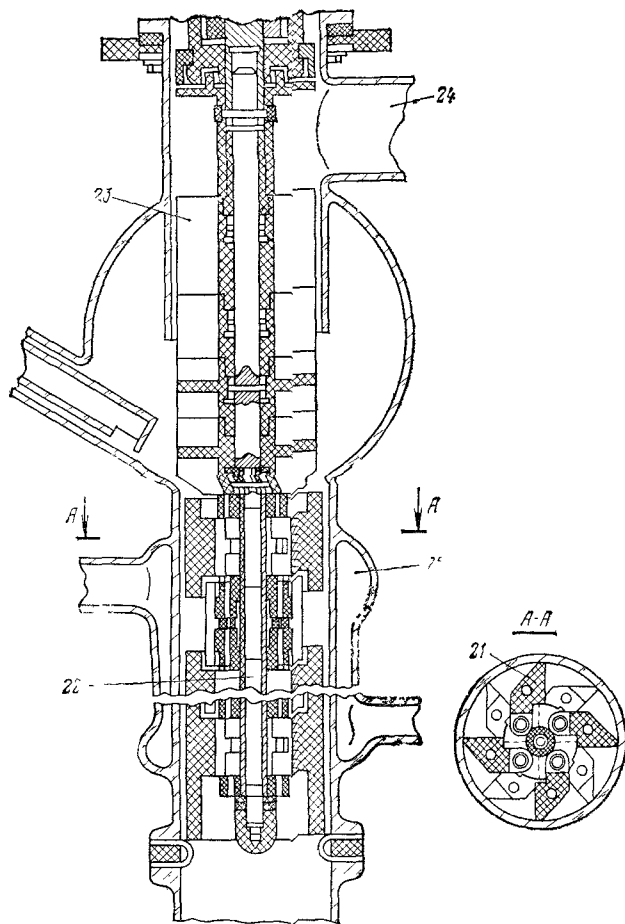


Рис. 173. Испаритель установки УР

сильфонным фторопластовым дозирующим насосом 1 в промежуточную приемную емкость 3, откуда через вентиль точной регулировки 4 и подводящий патрубок 9 направляется в испаритель 10. Фторопластовые лопатки ротора 21 (см. рис. 173), шарнирно закрепленные на валу 22 и отбрасываемые во время его вращения центробежной силой к стенкам испарителя, подхватывают раствор и равномерно распределяют его по поверхности испарителя в виде тонкой пленки, стекающей вниз по спирали. Готовый продукт сбрасывается нижними лопатками ротора через промежуточную колбу 6 в приемную колбу 18. Пары, пройдя через сепаратор с вращающимся каплеотбойником 23, через патрубок 24 поступают в конденсатор 11, а от туда в виде дистиллята через промежуточную колбу 12 — в

приемную колбу 15. Склянки 17 служат приемными емкостями. Промежуточные и приемные колбы для готового продукта 6 и 18 и для дистиллята 12 и 15 и система вентиля обеспечивают непрерывный отбор под вакуумом готового продукта и дистиллята при непрерывной работе установки. Поддержание заданного вакуума в установке и вакуумирование колб 6, 18, 12 и 15 при отборе продукта и дистиллята обеспечивается насосами 20 и маностатом 5, контроль вакуума — вакуумметром 14 и ртутным вакуумметром 7, измерение расхода исходного продукта — ротаметром 8. Испаритель, имеющий рубашку 25, обогревается ультратермостатом 16. Температура контролируется термометрами, размещенными в различных точках установки. Для обеспечения автоматического отбора готового продукта и дистиллята установка снабжена прибором КЭП-12УЭ 13, рабочий цикл которого составляет 86 с. Исполнительными механизмами 19 являются восемь электродвигателей Д-224 (напряжением 220 В, 300 об/мин), управляющих соответствующими кранами. При отключении КЭП-12УЭ отбор готового продукта и дистиллята можно проводить вручную.

Испаритель пленочный роторный ИПР (рис. 174) служит для непрерывного проведения в лабораторных условиях различных химико-технологических процессов. Испаритель имеет следующие технические данные:

Тип испарителя	Лабораторный
Исполнение	Антикоррозионное
Тип ротора	С шарнирными лопатками
Внутренний диаметр корпуса испарителя, мм	30
Рабочая длина корпуса испарителя, мм	300
Средняя производительность при испарении воды, кг/ч	0,450
Поверхность нагрева, м ²	0,028
Поверхность конденсации, м ²	0,085
Предельный вакуум при вращающемся роторе (с сухим испарителем), Па (мм рт.ст.)	133,322 (1)
Термостойкость корпуса испарителя, °С	150
Частота вращения ротора, об/мин	1000
Регулирование числа оборотов	Бесступенчатое
Вместимость приемных колб, мл	1000
Материал и исполнение стеклянных узлов и деталей	Стекло типа пирекс на взаимозаменяемых конусах, сферических и плоских шлифах
Габариты, мм	1080 × 416 × 1470
Масса, кг	75

Установки УПРТ, УР и ИПР работают по одному принципу и отличаются производительностью и рядом конструктивных элементов. В установке УР предусмотрен автоматический отбор продукта и дистиллята. Установки выпускаются заводами Минприбора.

Роторные испарители универсальны, просты в обслуживании и надежны в эксплуатации, они позволяют интенсифицировать химико-технологический процесс, могут быть использованы в автоматизированных линиях. Для проведения различных препаративных работ с небольшим количеством исходного продукта целесообразно применять испарители с диаметром ≤ 30 мм. Для промышленного производства необходимы испарители большой производительности, т. е. с развитой поверхностью нагрева ($d \leq 80$ мм), однако изготовление крупногабаритных роторных пленочных испарителей сопряжено с технологическими трудностями.

Основные параметры роторных испарителей, выпускаемых в СССР и за рубежом, приведены в табл. 184.

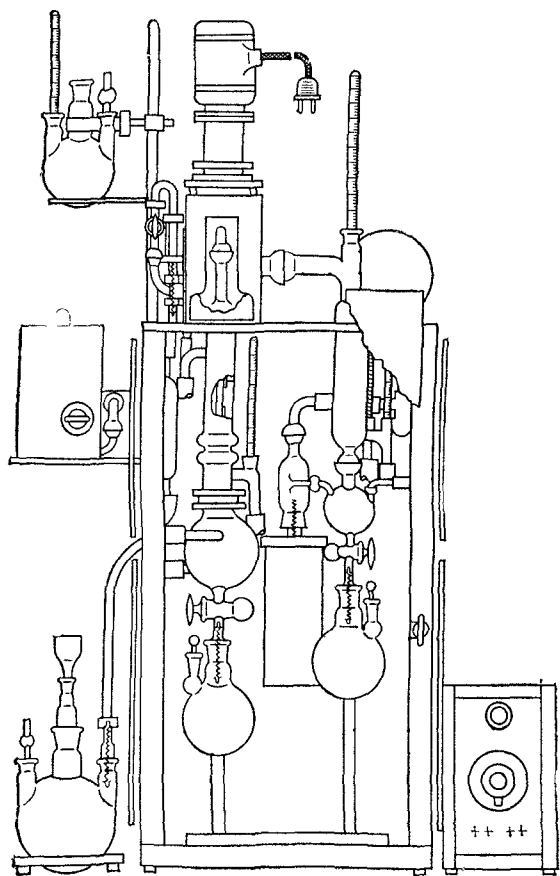


Рис. 174. Испаритель пленочный роторный ИПР.

Таблица 184. Основные параметры роторных испарителей

Параметры	СССР		ФРГ, фирма и модель			
	тип УР	тип УПРТ	Richard, Kühn KG, модель LD-50	Sambay, модель S'VTVA	Sambay, модель SVLVA	Carl Canzler модель LC-50
Производительность по выпаренной влаге, кг/ч	3,0—8,0	1,5	1,5	1,250	0,44	0,2
Внутренний диаметр корпуса испарителя, мм	80	50	50	50	20	50
Рабочая длина корпуса испарителя, мм	675	595	600	415	250	200
Поверхность нагрева, м ²	0,17	0,0935	0,1	0,065	0,016	0,035
Поверхность конденсации, м ²	0,3	0,32	0,25	0,3	0,2	0,016
Рабочее давление, кПа (мм рт. ст.)	$6 \cdot 10^{-1} - 100$ (5—760)	$4 \cdot 10^{-1} - 100$ (3—760)	$6 \cdot 10^{-1} - 100$ (5—760)	$30 \cdot 10^{-1} - 100$ (25—760)	$30 \cdot 10^{-1} - 100$ (25—760)	100— $133,322 \cdot 10^{-3}$ (760— 10^{-3})
Частота вращения ротора, об/мин	100—600	400—800	800	40—1000	70—2000	—

Примечания. 1. Герметичность вакуумных кранов со смазкой — не менее $133,332 \cdot 10^{-6}$ Па.
2. Линейный коэффициент термического расширения стекла при 20—300 °С — $33 \cdot 10^{-7}$ °С⁻¹.
3. Тип конденсатора — выносной; у модели Carl Canzler — вмонтированный.

§ 43. ИСПАРИТЕЛИ МОЛЕКУЛЯРНО-ДИСТИЛЛЯЦИОННЫЕ

Процесс испарения при нормальном давлении основан на разности количества двух потоков, в одном из которых вещество переходит из жидкости в пар, а в другом — из пара в жидкость. Обычные вакуумные испарители работают при относительно невысоком давлении порядка 666,6—4000 Па (5—30 мм рт. ст.). Однако перегонка многих веществ сопровождается разложением даже при таком вакууме. В таких случаях применяют молекулярную дистилляцию, которая представляет собой разделение жидких смесей в пленках путем свободного испарения в вакууме порядка $133,322 \cdot 10^{-3} - 133,322 \cdot 10^{-4}$ Па ($10^{-3} - 10^{-4}$ мм рт. ст.) при температуре значительно ниже их температуры разложения. При молекулярной дистилляции жидкость испаряется ниже точки кипения.

Процесс молекулярной дистилляции осуществляется в условиях такого вакуума, при котором молекулы испаряющегося вещества имеют возможность двигаться по прямой, не соударяясь с другими молекулами, а поверхности испарения и поверхности конденсации разделены расстоянием, меньшим длины свободного пробега молекул. Длина свободного пробега молекул обратно пропорциональна остаточному давлению. Расстояние между поверхностью испарителя и конденсатора обычно составляет от 20 до 50 мм в зависимости от конструкции аппарата. При молекулярной дистилляции процесс испарения жидкости с

поверхности происходит при отсутствии кипения, образовавшиеся пары удаляются сразу же и равновесие между паром и жидкостью не успевает установиться. Разделяющий эффект молекулярной дистилляции определяется скоростью испарения. Максимальную скорость испарения v (в г·см⁻²·с⁻¹) в идеальном случае, когда все молекулы испарившегося вещества поступают к поверхности конденсатора, не сталкиваясь с другими молекулами, можно рассчитать по формуле:

$$v = 0,0583p \sqrt{M/T}$$

где p — парциальное давление пара вещества; M — молекулярная масса; T — абсолютная температура.

Действительная скорость дистилляции почти всегда меньше вычисленной. Она зависит от конструкции аппарата и, прежде всего, от конструкции испарителя и конденсатора, их взаимного расположения, от толщины слоя перегоняемого вещества и других факторов.

В молекулярно-дистилляционных испарителях предусмотрены дегазаторы, которые позволяют предварительно освободить перегоняемое вещество от растворенных в нем газов и легколетучих веществ.

Молекулярно-дистилляционные испарители находят широкое применение для очистки и анализа различных масел, жиров, высокомолекулярных кислот и спиртов жирного ряда, смол и др. С помощью молекулярной дистилляции можно разделять вещества с одинаковым давлением паров, но с разными молекулярными массами.

При конструировании молекулярно-дистилляционных испарителей следует учитывать следующие основные требования: возможность получения тонкой пленки испаряемой жидкости; короткое пребывание жидкости в зоне нагрева; максимально возможный диаметр вакуумной линии во избежание потерь давления; поверхность конденсации должна быть удалена от поверхности испарения не более, чем на среднюю длину свободного пробега молекулы; температура конденсатора должна быть не менее чем на 100 °С ниже температуры испарителя.

Из созданных аппаратов наибольшее распространение получили испарители, работающие по принципу отвесно стекающей пленки.

Молекулярно-дистилляционная установка ДМ служит для очистки и разделения небольших количеств веществ, предназначенных для аналитических и препаративных работ. Особое значение имеет возможность дистилляции высокомолекулярных термолабильных и некоторых агрессивных веществ. Установка имеет следующие технические данные:

Рабочее давление, Па (мм рт.ст.)	133,332·10 ⁻³ (10 ⁻³)
Рабочая температура теплоносителя, °С	До 300

Поверхность нагрева, м ²	0,0200
Поверхность конденсации, м ²	0,0415
Производительность, кг/ч	0,2
Частота вращения спирали, об/мин	30—60
Регулирование вращения спирали	Бесступенчатое
Вместимость капельницы, мл	25; 50
Габариты, мм	1140 × 750 × 2620
Масса, кг	200

В установке использован метод отгонки из «падающей» пленки, который состоит в испарении жидкости, непрерывно подаваемой на испаритель и стекающей в виде тонкой равномерной пленки. Исходный продукт из капельницы через дефлегматор в крышке дистилляционной головки попадает в распределительную воронку, расположенную на спирали, и растекается по периметру испарителя. Затем продукт захватывается вращающейся спиралью и в виде тонкой равномерной пленки распределяется по наружной поверхности испарителя, которая термостатируется при заданной температуре. Испарившаяся часть продукта конденсируется на поверхности конденсатора, расположенного коаксиально с испарителем. В условиях высокого вакуума температура дистилляции в установке существенно снижается, а время пребывания продукта в зоне нагрева сводится к минимуму. Дистиллируемая жидкость контактирует только с деталями из стекла и фторопласта.

Конструкция установки показана на рис. 175. Основными элементами установки являются капельница 10, дегазатор 9, головка дистилляционная 13, спираль стеклянная 23 с магнитными сегментами для механического размазывания продукта, ловушки охлаждаемые 5 и 11, стеклянный высоковакуумный паромасляный фракционирующий насос СДН-1 с системой переключения 4, электропривод спирали 7, пульт управления 3, стол 1, ловушка масляная 2, склянка 14 и ограждение 24 из оргстекла.

Капельницы 10 вместимостью 25 и 50 мл, которыми комплектуется установка, имеют дозирующее устройство, обеспечивающее в условиях вакуума достаточно точную и постоянную дозировку дистиллируемого вещества. Дозирующее устройство состоит из штока 16, направляющего кольца 17, уплотнения 18, промежуточного кольца 19, корпуса 20, костьюлика 21, кольца и накидной гайки 22. Капельница удлиненным конусом соединяется с дегазатором или переходником.

Дегазатор 9 установки представляет собой цельнопаянную стеклянную деталь. Нагревательный палец заполняется теплоносителем, рабочая температура которого устанавливается с помощью контактного термометра термостата. Стеклянная спираль, навитая на нагревательный палец, увеличивает путь стекания жидкости. Дегазатор имеет штуцер со сферическим шлифом для соединения с охлаждаемой ловушкой 11 и далее с форвакуумным насосом, дозирующее устройство и два удли-

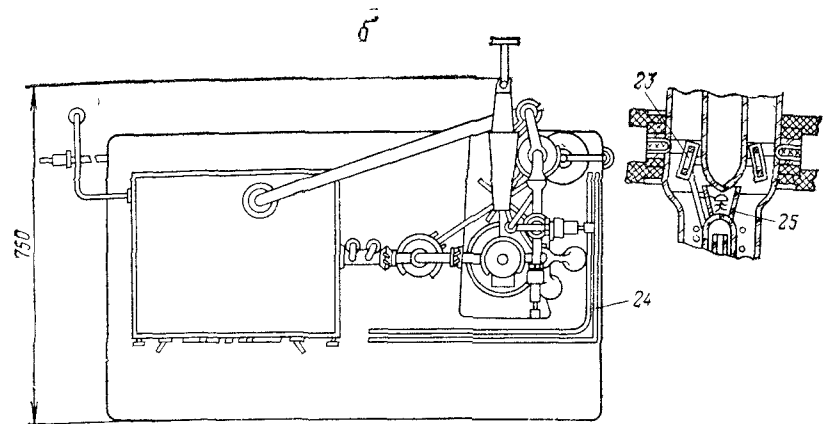
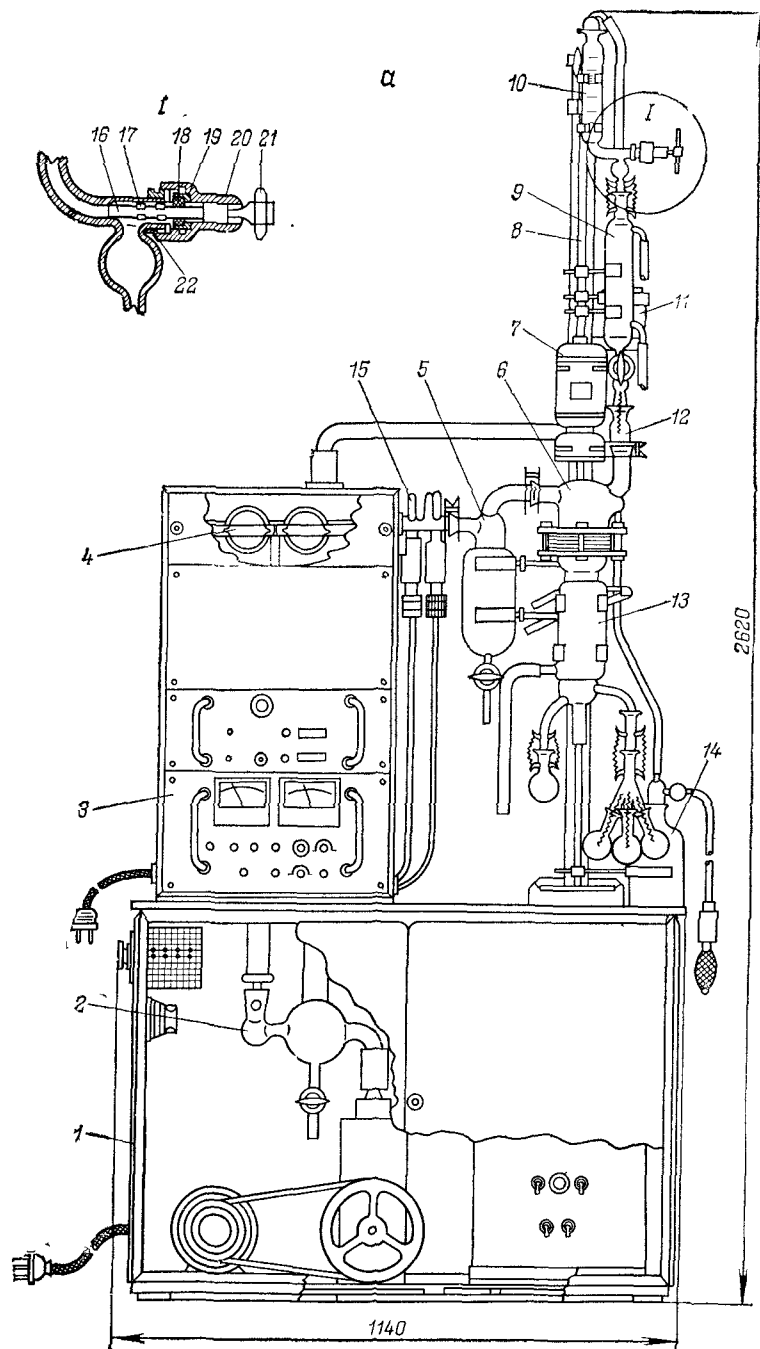


Рис. 175 Молекулярно-дистилляционная установка ДМ:
а — вид спереди; б — вид сверху

ненных конуса для соединения с капельницами 10 и переходником 12.

Головка дистилляционная 13 соединена с крышкой 6 плоским шлифом через прокладку. Соединение осуществляется винилпластовыми фланцами через фторопластовые кольца. Два штуцера со сферическими шлифами на крышке предназначены для подсоединения охлаждающей ловушки 5 и установки переходника 12, в который при монтаже вставляются дегазатор 9 или капельница 10. В центральный палец крышки входит постоянный магнит, установленный на выходном валу редуктора. На полусферу нагревательного пальца при сборке устанавливаются два фторопластовых колпачка 25.

Спираль стеклянная для механического размывания продукта с магнитными сегментами 23 через фторопластовые колпачки 25 устанавливается на испарителе дистилляционной головки. Внутренняя поверхность спирали грубо шлифована. Спираль должна легко, без рывков и заеданий, вращаться на испарителе.

Ловушки охлаждаемые выполнены неразборными. Охлаждаемые поверхности расположены таким образом, что обратная диффузия молекул пара в вакуумируемую систему затруднена. Ловушки имеют вакуумный кран для слива конденсата. Ловушка 11 отличается от ловушки 5 только наличием оливы для подсоединения вакуумного шланга.

Стекловакуумный паромасляный фракционирующий насос 4 имеет систему переключения, выполненную из стеклянных вакуумных кранов, во время работы она обеспечивает включение насоса после получения в системе предварительного разрежения. Вращение спирали осуществляется от электродвигателя постоянного тока ПЛ-061 ($N = 50$ Вт, $n =$

= 1400 об/мин) с параллельной обмоткой возбуждения. Редукторное число оборотов электродвигателя обеспечивается редуктором, который крепится к его фланцу, а регулирование — переменным резистором в цепи обмотки возбуждения. На выходном валу редуктора установлен постоянный магнит.

На лицевой стороне пульта управления 3 расположены передняя панель вакуумметра ВИТ-2П и передняя панель электроблока установки. На панели электроблока смонтированы контрольная лампа, предохранители, резистор и тумблеры. В верхней части пульта управления установлен насос СДН-1 (4), который переходником 15 соединяется с ловушкой 5. На задней панели электроблока размещены три розетки для включения электропривода спирали, вакуумметра ВИТ-2П и насоса СДН-1.

Стол 1 прямоугольной формы имеет откидные передние дверки и легкоъемные боковые и задние стенки. В крышке стола сделан паз под вакуумные трубки, идущие от масляной ловушки 2 к дегазатору 9 и насосу СДН-1. На крышке устанавливается пульт управления 3 и штатив 8. С лицевой стороны стола смонтирован электроблок, на передней панели которого расположены пакетный выключатель, регулятор напряжения и кно-

почная станция, а на задней — розетка для включения ультра-термостата и пульта управления, клеммник, магнитный пускатель и предохранители.

Ловушка масляная стеклянная 2 с двумя вакуумными кранами крепится короткой вакуумной трубкой и на вакуум-насосе ВН-461М и предотвращает попадание масла в вакуумированное пространство.

Установка имеет следующие преимущества: возможность получения особо чистых веществ; возможность работы с термолабильными, высокомолекулярными (до 2500) и некоторыми агрессивными веществами; возможность работы при низких температурах под вакуумом; возможность термостатирования поверхности испарения и конденсации в широком интервале температур; плавное регулирование скорости вращения спирали; распределение продукта по поверхности пальца в виде равномерной тонкой пленки; возможность визуального наблюдения за ходом процесса; достаточную и равномерную дозировку дистиллируемого вещества.

Основные параметры молекулярно-дистилляционных установок, выпускаемых в нашей стране и за рубежом, приведены в табл. 185.

Таблица 185. Основные параметры моле

Параметры	СССР		
	Тип ДМ	Leybold Модель M03	Leubold Модель M07
Тип установки	Лабораторный стационарный	Лабораторный	Микроконструкция
Рабочее давление, Па (мм рт. ст.)	$\leq 133,322 \cdot 10^{-3}$ (10^{-3})	$\leq 133,322 \cdot 10^{-3}$ (10^{-3})	$\leq 133,322 \cdot 10^{-3}$ (10^{-3})
Рабочая температура, °С	До 300	220	220
Производительность, кг/ч	0,2	0,5	0,05
Частота вращения спирали, об/мин	30—60	—	—
Габариты, мм	1140×750×2620	950×500×2300	—
Линейный коэффициент термического расширения стекла при 20—300 °С, 1/°С	Пирекс, $33 \cdot 10^{-7}$	—	—
Масса, кг	200	230	75

Примечание. Герметичность вакуумных кранов — $133,322 \cdot 10^{-6}$ Па.

кулярно-дистилляционных установок

ФРГ			ГДР	США
Schott 8c Gen Mainz	Schott 8c Gen Mainz	Desillation- stechnik Stage, KG model CWH-ACV	VEB Iena Glaswerk Schott 8c Gen, model MD-1	Nester—Faust Manufacturing Corporation model NFMS
Микроконструкция	Лабораторный	Лабораторный	Лабораторный	Лабораторный
$< 133,322 \cdot 10^{-3}$ (10^{-3})	$\leq 133,322 \cdot 10^{-3}$ (10^{-3})	$\leq 133,322 \cdot 10^{-4}$ (10^{-4})	$133,322 \cdot 10^{-2}$ — $133,322 \cdot 10^{-4}$ (10^{-2} — 10^{-4})	$\leq 133,322 \cdot 10^{-5}$ (10^{-5})
350	350	—	250	0—250
$\leq 0,1$ —0,5	1,0	—	0,8—1,0	—
20—60	20—60	—	—	—
600×900	—	—	3500 (высота)	—
Дюран-50, $33 \cdot 10^{-7}$	Дюран-50, $33 \cdot 10^{-7}$	—	Разотерм, $33 \cdot 10^{-7}$	—
—	—	—	—	—

§ 44. УСТАНОВКИ РЕКТИФИКАЦИОННЫЕ

Ректификация является распространенным методом разделения и очистки смесей различных продуктов. Если дистилляция основана на процессах испарения и конденсации, то при ректификации за счет противоточного взаимодействия жидкости и пара происходит массо- и теплообмен между ними. Сущность ректификации заключается в многократном обмене компонентами между жидкой и паровой фазами. На каждом элементарном участке поверхности насадки в ректифицирующей части колонки происходит смещение пара с жидкостью. Низкокипящая часть жидкости испаряется, пары наиболее высококипящей части жидкости конденсируются. Таким образом, в результате ректификации в головке колонки собирается легкокипящий компонент, а в кубе — наиболее высококипящий. Разделение смеси будет тем более полным, чем больше поверхность соприкосновения пара с жидкостью. С помощью ректификации можно разделять компоненты с близкими температурами кипения (с разницей до 0,5 °С). Эффективность разделения зависит в основном от конструкции колонки, типа насадки и рабочих параметров прибора.

К числу важнейших показателей любой колонки, работающей на оптимальных режимах, относятся малая величина задержки дистиллята в колонке, небольшие габариты при достаточном числе теоретических тарелок; широкий диапазон нагрузки колонки, ее диаметр. Тарельчатые и роторные колонки обладают наибольшей эффективностью по сравнению с насадочными и безнасадочными. Тарельчатые колонки применяют чаще, чем насадочные, но насадочные колонки проще в изготовлении. При использовании высокоэффективных насадок удается обеспечить очень высокое число разделения при сравнительно умеренной высоте колонки.

Универсальная ректификационная установка УЧВ предназначена для разделения органических продуктов достаточной чистоты и для выделения конечных продуктов на насадочных и колпачковых царгах. Установка позволяет разделять смеси как при атмосферном, так и при пониженном давлении до 1333,22 Па (10 мм рт. ст.). При атмосферном давлении на установке можно разделять смеси с температурой кипения до 150 °С. Смеси, разлагающиеся при этой температуре или кипящие при температуре выше 150 °С, разделяют при пониженном давлении (в вакууме).

Установка имеет следующие технические данные:

Тип установки	Лабораторный, стационарный
Тип фракционной части (колонки)	Колпачковый, насадочный
Рабочие условия: остаточное давление, Па (мм рт.ст.)	До 1333,32 (10)

температура, °С	50—150
метод работы	Непрерывный или периодический
Диаметр ректифицирующих царг:	
колпачковой, мм	30
насадочной, мм	50
Высота слоя насадки в царге, мм	350
Полная высота, ректифицирующая при сбросе 4 насадочных царг, мм	1400
Число колпачковых тарелок в царге, шт.	6
Число царг (колпачковых) в собранной установке	4
Число теоретических тарелок для смеси бензол — дихлорэтан (1 : 2):	
при сборе всех насадочных царг	32 (стеклянная насадка), 50 (металлическая насадка)
при сборе всех колпачковых царг	20
Материал насадки	Стекло химически стойкое ГОСТ 21400—75, сталь Х15Н60
Тип стекла ректифицирующей части	Пирекс
Напряжение, В	380/220
Габариты, мм	2000 × 3600 × 1030
Масса, кг	200

В установке (рис. 176) применяется два вида насадок. Металлическая насадка из трехгранных спиралей изготовлена из нихромовой проволоки диаметром 0,28 мм. Ячейка насадки имеет размеры 1,5 × 2 × 2 мм. Насадку применяют для разделения веществ, которые не реагируют с нихромом. Вещества, для которых контакт с металлом нежелателен, следует перегонять со стеклянной насадкой. Стеклянная насадка представляет собой одновитковые спирали диаметром около 2,5 мм с толщиной нити около 0,4 мм.

Перед набивкой колонки насадку необходимо просеять через металлическое сито с диаметром отверстий не более 1 мм для металлической насадки и не более 2 мм — для стеклянной насадки для отделения от мелочи. Затем металлическую насадку промывают спиртом и эфиром, а стеклянную — хромовой смесью и водой и высушивают.

В установку входит трубчатая подставка 1, на которой крепятся все узлы и детали. Подставка 1 размещена в шкафу 15 со стенками из оргстекла. Пульт управления 21 служит для регулирования обратного потока (флегмы), температуры смеси в кубе, работы клапанных пробоотборников, количества перегоняемой смеси. Подъемник бани 25 предназначен для плавного подъема и опускания колбонагревателя (бани) 24. В зависимости от температуры разгонки в качестве теплоносителя применяют ту или иную жидкость (например, при разгонке веществ с температурами кипения до 70 °С применяют воду). В установку входят два типа кубов 23 вместимостью 1000 и 2000 мл с токопроводящим покрытием. Ректифицирую-

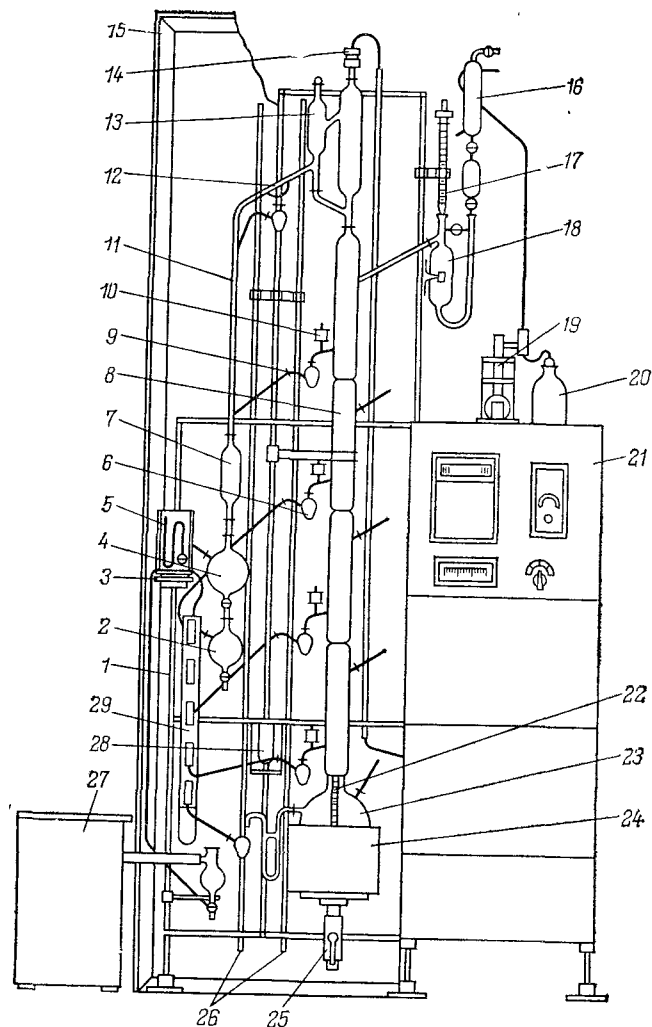


Рис. 176. Универсальная ректификационная установка УЧВ

щая часть установки состоит из четырех царг 8 (насадочных, колпачковых или комплексных) — двух насадочных и двух колпачковых царг с пробоотборниками 6. Царги для адиабатического процесса изготовлены с вакуумными рубашками [остаточное давление $133,322 \cdot 10^{-5}$ Па (10^{-5} мм рт. ст.)] и покрыты серебряной пленкой. Каждая царга имеет клапанный пробоотборник, штуцер с конусом для термометра и штуцер для термопары 14, которая соединена с потенциометром. Температура в установке контролируется с помощью потенциометра, а также контрольными ртутными термометрами.

Головка полной конденсации 13 имеет приспособление для регулирования флегмового числа (качающаяся воронка), штуцер для ртутного термометра, датчик температуры, мерную емкость с краном для измерения флегмового числа. Система подачи питания включает дозировочный насос 19, склянку 20, нагревательную трубку 18. Подача разгоняемой смеси из склянки в напорный сосуд 16 (разгонка при атмосферном давлении) осуществляется передавливанием ее с помощью дозировочного насоса. Все краны в установке вакуумные, что дает возможность подавать разгоняемую смесь в установку при пониженном давлении. Температура смеси, поступающей в установку (при работе по непрерывному процессу), поддерживается постоянной с помощью контактного термометра 17. Насадка 12 служит для отбора пробы конденсата, а холодильник 7 — для его охлаждения. Колба 4 вместимостью 2000 мл предназначена для предварительного сбора конденсата, через переходник она соединяется с вакуумным коллектором (при работе при пониженном давлении). Колба 2 вместимостью 1000 мл служит для отбора конденсата и имеет штуцер для соединения с вакуумным коллектором. Приемники 6 вместимостью 100 мл служат для сбора промежуточных фракций и отбора проб. Они имеют дополнительный штуцер для соединения с переходником 9, имеющим кран. Переходник 9 через штуцер соединяется с вакуумным коллектором 29. Все приемники, колба для конденсата, колба для предварительного сбора конденсата, головка полной конденсации, мановакуумметр соединяются с вакуумным коллектором с помощью вакуумных шлангов 11. Коллекторы напорной и обратной воды 26 соединены резиновыми трубками с холодильником, который расположен на линии конденсата, и с головкой полной конденсации 13.

Напорный коллектор 26 имеет на входе кран для регулирования количества подаваемой охлаждающей смеси (воды). Электромагнитные катушки 10 служат для регулирования обратного потока и работы клапанных пробоотборников. Измерение температуры (контроль) в ректифицирующей части установки, в головке полной конденсации и в кубе осуществляется с помощью ртутных термометров на конусах. U-образный манометр 5 установлен на столике 3 и предназначен для измерения остаточного давления в установке, а манометр 28 — для автоматического поддержания остаточного давления. Откачной пост 27 предназначен для создания в установке пониженного давления (разрежения) и автоматического его поддержания. Контактный термометр 22 служит для автоматического поддержания температуры в бане 24. Неразъемность соединений между стеклянными узлами и деталями обеспечивается с помощью специальных зажимов.

Электросхема установки состоит из трех блоков: электроннагревательного, блока выдержки времени клапанов, блока изме-

рения температуры. Установка работает от сети переменного тока частотой 50 Гц и напряжением 220 В.

Схема электронагревательного блока состоит из четырех трубчатых нагревателей мощностью 720 Вт. Два нагревателя служат для быстрого нагревания и включаются кнопкой. Отключают их вручную или автоматически по достижении заданной температуры, установленной на контактном термометре 22, и посредством блока регулирования температуры. Два других нагревателя, предназначенные для нагревания бани 24, включаются тумблерами, в дальнейшем они включаются и отключаются автоматически блоком регулирования температуры. В электрическую цепь этих нагревателей для уменьшения инертности входит регулятор напряжения. Для нагревания перегоняемой смеси в установке имеется нагреватель, температура которого регулируется блоком регулирования температуры и контактными термометром 17.

Блок выдержки времени клапанов работает следующим образом. Исполнительными элементами для подъема и опускания клапанов являются электромагниты. Вся группа электромагнитов управляется двумя одинаковыми ячейками. В установке применяют элементы выдержки времени от 0,5 до 10 с и от 10 до 100 с. Элементы времени, последовательное включение которых осуществляется переключателем и тумблером, позволяют менять продолжительность пауз и время включения электромагнитов в широких пределах. Питание элементов осуществляется от блока питания. Температура измеряется и регистрируется при помощи потенциометра. Температура в головке конденсации измеряется термопарой температура в царгах — при помощи термопар и милливольтметра. Изготавливают также вариант установки, в котором в качестве датчика измерения температуры в головке конденсации служит транзистор, что позволяет измерять и записывать температуры с точностью $\pm 0,2^\circ\text{C}$.

Подготовка к работе. Разделительная способность установки, т. е. ее эффективность, измеряется числом теоретических тарелок. Прежде чем начать разгонку на установке, рекомендуется проверить ее эффективность, так как из-за плохой (недостаточно плотной) набивки царг насадкой разделение может резко ухудшиться. Установка должна быть чистой и сухой. К головке полной конденсации и холодильнику на линии конденсата подводят воду от напорного коллектора и обратную воду — к коллектору обратной воды. Поддачи воды регулируют краном, который расположен на входе напорного коллектора. Перегоняемая смесь заливается в куб на $\frac{2}{3}$ его объема. На пульте управления включаются тумблеры «смесь» и «подогрев», одновременно в холодильники подается вода. Подогрев куба регулируется автотрансформатором, который расположен на пульте управления. Нагревание куба регулируют так, что-

бы смесь, залитая в него, закипела, и затем устанавливают орошение с помощью секундомера и трубки, расположенной на головке полной конденсации. После установления заданного режима на установке усиливают подогрев куба настолько, чтобы произошло «захлебывание» царг. «Захлебывание» царг является необходимым условием начала работы на ректификационной установке; при этом вытесняется воздух из насадки, и она смачивается жидкостью и паром. Объем смеси над насадкой при «захлебывании» должен быть не менее 10 % объема насадки. Установку в состоянии «захлебывания» выдерживают 5—10 мин. Затем избыток смеси спускают из царг в куб и устанавливают первоначальный режим нагрев куба. Необходимо помнить, что при спуске избытка смеси из царг в куб орошение царг не должно прекращаться. Если это произошло, колонку снова доводят до «захлебывания» и устанавливают равновесие заново.

После часовой выдержки при заданном орошении периодически через 20 мин отбирают пробы (2—5 мл) из головки и куба. Равновесие устанавливается на установке с металлической насадкой обычно за 4—5 ч, со стеклянной — за 2—3 ч с момента установления нормального режима.

Работа при атмосферном давлении. Перегонку на установке при атмосферном давлении начинают с тех же операций, что и при определении эффективности: задают режим, колонка «захлебывается», затем между жидкостью и паром при данном режиме орошения устанавливается равновесие (установка работает «на себя», т. е. при полном возврате флегмы). Равновесие устанавливается через 2—3 ч после спуска флегмы в куб по окончании «захлебывания» для стеклянной насадки и через 4 ч — для металлической. После установления равновесия приступают к отбору дистиллята.

Флегмовое число и интервал между отбором проб регулируют с помощью автоматических пробоотборников с пульта управления, вручную или автоматически (включают соответственно тумблеры «ручное управление» или «автоматическое управление»). Автоматический отбор промежуточной фракции возможен только из одного пробоотборника. При ручном управлении (включением тумблера) возможен отбор проб из любого пробоотборника и из всех четырех пробоотборников одновременно. На пульте управления имеется переключатель на автоматический отбор проб с указанием одного из четырех пробоотборников. Автоматическое и ручное управление предусматривает плавную регулировку времени срабатывания клапана: «клапан открыт» и «клапан закрыт» (это же относится к регулировке флегмового числа и отбору проб).

Регулирование открытого положения клапанов осуществляется плавным поворотом «клювика» реле времени до нужной отметки (в интервале от 0,5 до 5 с). Регулирование закрытого

положения клапанов осуществляется плавным вращением «ключика» с выбором необходимого диапазона (от 1 до 100 с). Таким образом, по желанию отбор производится включением тумблера «ручное управление» («клапан открыт», «клапан закрыт») или же устанавливается определенное время срабатывания клапанов включением тумблера «автоматическое управление».

Готовый дистиллят отбирают сначала в колбу для предварительного сбора, по мере ее наполнения открывают кран и переводят дистиллят в нижнюю колбу. После этого нижнюю колбу можно отсоединить и использовать дальше по назначению. Контроль температуры в головке, царгах и кубе осуществляется с помощью автоматического самопишущего потенциометра. Датчиками температуры служат термопары, установленные во всех царгах, и триод, расположенный в головке полной конденсации. Благодаря применению автоматического самопишущего потенциометра весь ход разгонки (по температуре) можно записать на перфорированную ленту. Регистрация температуры в царгах осуществляется с помощью милливольтметра, расположенного на пульте управления.

При работе установки в непрерывном режиме используют куб и склянку вместимостью по 1000 мл, линию подачи смеси из склянки в куб и дозировочный насос.

Работа при пониженном давлении. Перед началом работы подсоединяют вакуумные шланги к переходникам, мановакуумметру, вакуумному коллектору, кубу, головке полной конденсации; проверяют работу вакуумной системы. Заполняют смесь склянку 20, подают воду, включают вакуум-насос и на пульте управления сначала тумблер «сеть», затем «подогрев куба».

Конструкция установки обеспечивает автоматическое ведение процесса и его регистрацию, возможность разгонки многих агрессивных веществ, большую пропускную способность, возможность периодического или непрерывного ведения процесса, возможность ректификации как при атмосферном, так и при пониженном давлении, визуальное наблюдение за ходом процесса.

Лабораторные ректификационные установки тарельчатого типа РУТ-20, РУТ-25, РУТ-55 позволяют разгонять смеси как при атмосферном, так и при пониженном давлении при периодическом и непрерывном ведении процесса.

Установка РУТ-20 (рис. 177) с колонкой на 20 тарелок имеет четыре царги по пять тарелок каждая. Число теоретических тарелок для стандартных смесей равно 17 (смесь бензолтетрахлорид углерода).

Установка РУТ-25 с колонкой на 25 тарелок имеет одну царгу на пять тарелок и две по десять тарелок. Число теоретических тарелок— 20.

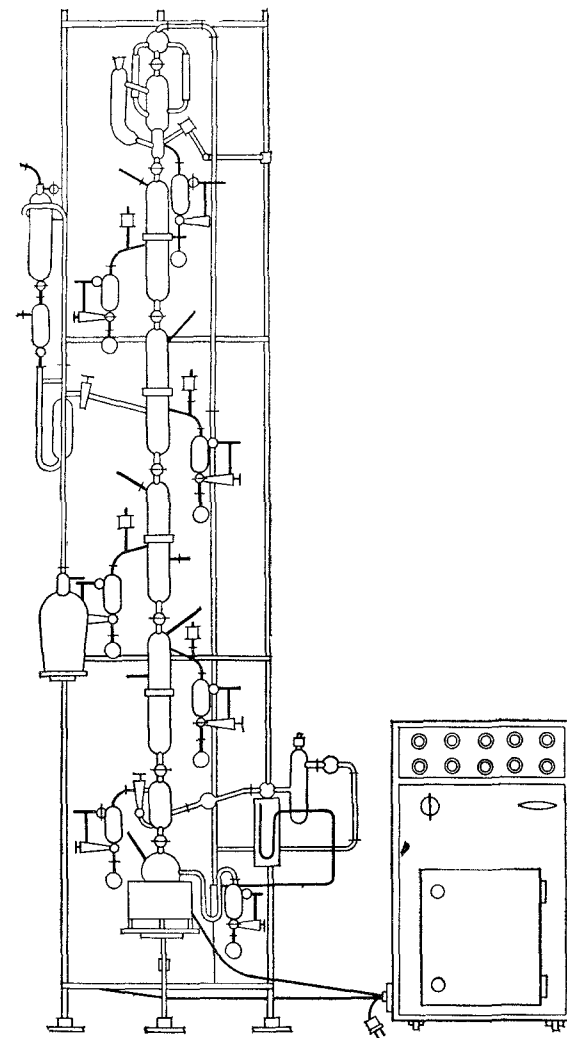


Рис. 177. Лабораторная ректификационная установка РУТ-20

Установка РУТ-55 с колонкой на 55 тарелок имеет одну царгу на пять тарелок и одну на 50 тарелок. Число теоретических тарелок — 32.

Каждая царга имеет один пробоотборник клапанного типа. Устройство тарельчатых царг и принцип действия установок этих типов аналогичны описанному выше (УЧВ), за исключением того, что в этих установках не предусмотрена автоматическая регистрация температуры.

Конструкция установок обеспечивает в процессе работы контроль температуры кубовой жидкости, контроль температу-

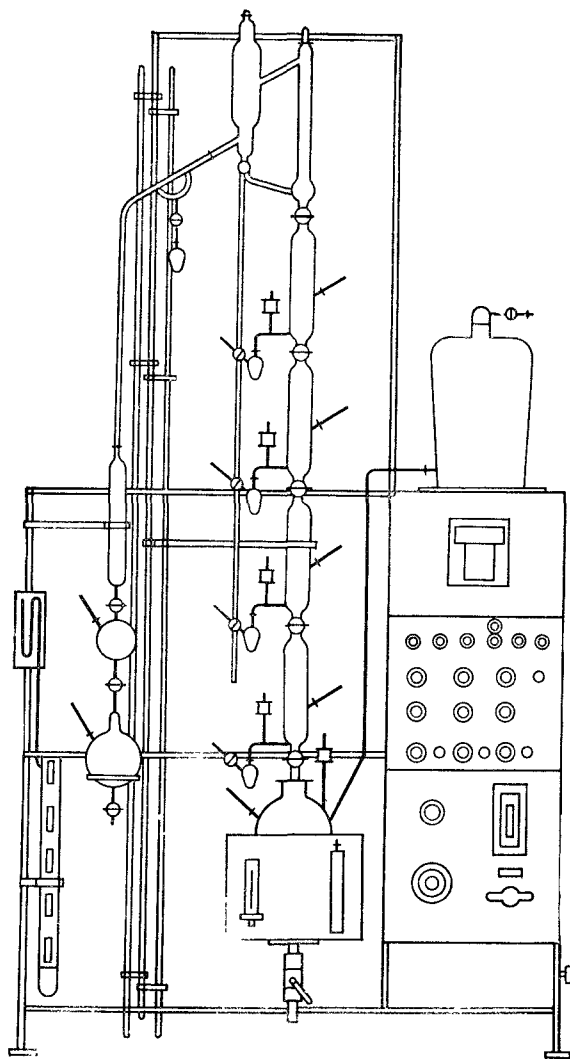


Рис. 178. Установка для фракционной перегонки УФП

ры паров в головке, регулирование скорости паров в колонке, контроль и регулирование температуры перегоняемой смеси, автоматический отбор проб по высоте колонки, визуальное наблюдение за ходом разгонки.

Установка для фракционной перегонки УФП (рис. 178) предназначена для разделения органических продуктов как при атмосферном, так и при пониженном давлении.

Установка может работать в периодическом и в непрерывном режиме. Ректифицирующая часть установки состоит из четырех насадочных царг с пробоотборниками. В качестве насадки применяют металлические ячейки размером $1,5 \times 2 \times 2$ мм либо стеклянные спирали диаметром 2,5 мм с толщиной нити 0,4 мм. Регулирование флегмового числа, температуры в кубе, работы клапанных пробоотборников и количества перегоняемой смеси осуществляется с пульта управления. Головка полной конденсации имеет приспособление для регулирования флегмового числа (качающаяся воронка). Температура в головке, царгах и кубе контролируется автоматическим самопишущим потенциометром и ртутными термометрами. В комплект установки входят три типа кубов — 2000 мл с токопроводящим покрытием и два типа кубов по 5000 мл.

В табл. 186 приведены основные параметры установок РУТ-20, РУТ-25, РУТ-55 и УФП.

Таблица 185. Основные параметры ректификационных установок

Основные параметры установок	РУТ-20	РУТ-25	РУТ-55	УФП
Тип ректифицирующей части	Тарельчатый	Тарельчатый	Тарельчатый	Насадочный
Разделяющая способность (число теоретических тарелок):				
царга с колпачковыми тарелками, шт	17	20	32	—
царга с металлической насадкой, шт.	—	—	—	50
царга со стеклянной насадкой, шт.	—	—	—	32
Число тарелок в ректифицирующей части, шт.	20	25	55	—
Внутренний диаметр царг, мм	30	30	30	50
Высота слоя насадки в царге, мм	—	—	—	350
Полная ректифицирующая высота, мм	—	—	—	1400
Точность измерения температуры в головной части, °С	±0,5	±0,5	±0,5	±0,2
Потребляемая мощность, Вт	1000	1000	1000	4000
Габариты, мм	1000×1000× ×4000	1000×100× ×4000	1000×1000× ×4000	1230×530× ×3450

Примечание. На всех установках отбор проб автоматический, работа непрерывная и периодическая, остаточное давление 1333,32 Па (10 мм рт ст), напряжение 220 В, масса установок — 200 кг, габариты пульта управления РУТ-20, РУТ-25 и РУТ-55 — 500 × 650 × 1350 мм.

Установка ректификационная роторного типа РУР предназначена для разделения органических продуктов, особенно для микроректификационных работ и позволяет разделять смеси как при атмосферном, так и пониженном давлении. Установка имеет следующие технические данные:

Рабочая длина ректифицирующей части, мм . . .	450
Диаметр ротора, мм	28,2; 28,6; 29,0
Зазор между вращающимся барабаном (ротором) и царгой, мм	1,2; 1,0; 0,8
Частота вращения ротора, об/мин	250—5000
Регулирование частоты вращения ротора . . .	Бесступенчатое
Разделяющая способность (число теоретических тарелок)	25
Объем куба, м ³	50, 100, 250
Предельная температура разгоняемого вещества, °С	150
Рабочее давление, кПа (мм рт.ст.)	0,133—100 (10—760)

В установку (рис. 179) входит колонка 12, которая состоит из неподвижной стеклянной царги, обогреваемой снаружи электроспиралью, и ротора; головка полной конденсации 7 с датчиком температуры 8; кожух теплоизоляционный 11; куб 17; нагреватель 5 (инфракрасная лампа); подъемник нагревате-

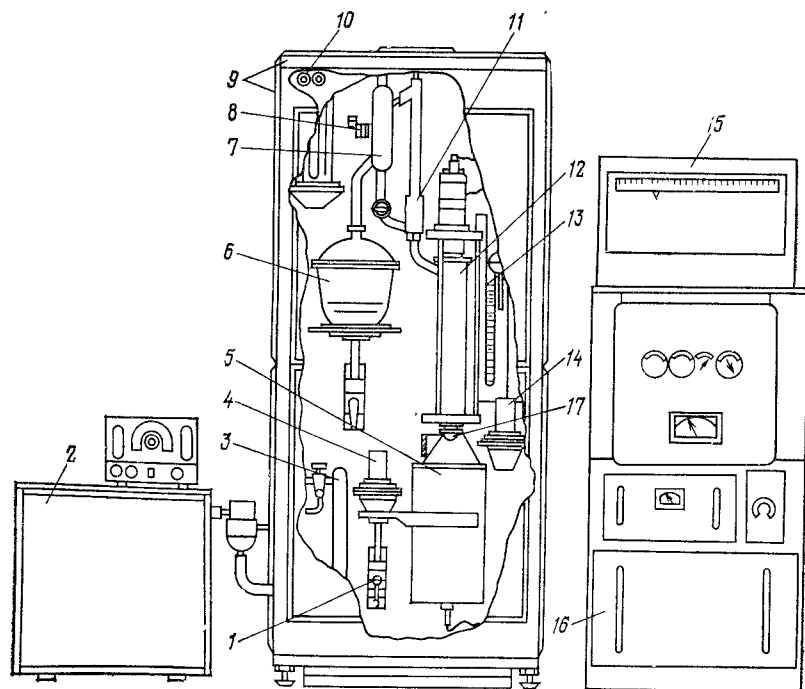


Рис. 179. Установка ректификационная роторного типа РУР

ля 1; сборник фракций 6; вакуумный пост 2; дифференциальный тягомер 4 для поддержания заданного вакуума; дифференциальный тягомер 14 для поддержания флегмового числа; манометр 13; шкаф 9; коллектор воды 10; электроблок 16; вакуумный коллектор 3. В электроблок входят микроамперметр, потенциометр 15, служащий для измерения и регистрации температуры с точностью $\pm 0,2^\circ\text{C}$ в интервале $20\text{—}160^\circ\text{C}$.

Вращающийся барабан (ротор) отбрасывает стекающую флегму на неподвижные стенки царги, превращая жидкость в аэрозоль. Мелкораздробленная жидкость обладает большой поверхностью, что обуславливает интенсивный массо- и теплообмен между стекающей жидкостью и поднимающимся паром.

Установка для полумикроректификации ЛМР предназначена для фракционной перегонки различных смесей в полумикромасштабе. Ректификационные царги, входящие в состав установки, обеспечивают разгонку от 10 до 150 мл смеси как при атмосферном, так и при пониженном давлении. Применение головок с обогреваемым устройством позволяет перегонять вещества с температурой кристаллизации $60\text{—}130^\circ\text{C}$. Установка имеет следующие технические данные:

Рабочая длина ректификационных царг, мм . . .	600
Диаметр насадочных царг, мм	15; 30
Диаметр безнасадочных царг, мм	6; 15
Диаметр роторной царги, мм	8
Частота вращения ротора, об/мин	400—5000
Регулирование частоты вращения ротора . . .	Бесступенчатое
Объем исходного продукта, мл	10—150
Термостойкость царг и кубовых колб, °С . . .	150
Предельное рабочее давление, Па, (мм рт.ст.)	400 (3)
Отбор фракций	Ручной и автоматический
Потребляемая мощность, Вт	1700
Габариты, мм	750 × 560 × 2300
Масса, кг	123

Установка (рис. 180) состоит из системы ректификации, в которую входят набор царг (две царги насадочные, две безнасадочные, одна — роторная); три головки полной конденсации; кубы; отборник фракций; баня; магнитная мешалка; охлаждаемая ловушка; манометр; электродвигатель с магнитной муфтой; вакуумный пост; блок управления; блок регулирования температуры.

Колонка точной ректификации КТР предназначена для разделения в лабораторных условиях от 10 до 500 мл смеси при атмосферном давлении и в вакууме. Колонка точной ректификации содержит царги с высотой ректифицирующей части 400 и 1100 мм (во втором случае минимальный объем исходной смеси составляет 50 мл). Применение царг высотой 400 мм позволяет снизить объем смеси до 10 мл. Колонка имеет следующие технические данные:

Рабочая длина царг, мм . . .	400; 1100
Диаметр царг, мм	12; 14
Объем исходной смеси, мл . . .	10—500
Термостойкость царг и кубовых колб, °С	150
Рабочее давление в колонке, кПа (мм рт.ст.)	0,4—100 (3—760)
Отбор фракций	Ручной
Потребляемая мощность, Вт	500
Габариты, мм	720×370×2050
Масса, кг	63

Конструктивные и технологические данные колонки обеспечивают возможность работы с термолабильными и агрессивными веществами, визуальное наблюдение за ходом процесса, химическую чистоту продуктов, возможность вести процесс в условиях, близких к адиабатическим, за счет дополнительного подогрева по всей высоте ректифицирующей части колонки.

Основным рабочим элементом колонки (рис. 181) являются насадочные царги с высотой ректифицирующей части 400 и 1100 мм. Царги для поддержания режима, близкого к адиабатическому, помещают в нагревательную трубку, на которую намотана проволока из сплавов с высоким омическим сопротивлением, и в изоляционную трубку. Царги заполняют стеклянной или металлической насадкой. Головка полной конденсации — цельнопаянная с двумя холодильниками. Отбор дистиллята регулируется краном. Для поддержания в системе постоянного давления применяют маностат. Кубы представляют собой набор съемных колб вместимостью от 10 до 500 мл. Куб нагревается на воздушной бане.

Установка для очистки жидких органических веществ УЖВ предназначена для получения стандартных образцов веществ, используемых в качестве эталонов. Установка имеет следующие технические данные:

Объем осушиваемого органического вещества в адсорбционной колонне, мл . . .	1500
Блок ректификации	
Диаметр колонки, мм	20
Рабочая длина колонки, мм	600—1200
Объем куба, мл	2000
Предельная температура перегоняемого вещества, °С	150
Размер насадки стеклянной спиральной, мм	3—5
Блок направленной кристаллизации	
Число лопастей, шт.	4
Частота вращения ротора, об/ч	0,9; 2; 4; 6; 8; 10
Частота вращения мешалки, об/мин	400
Температура азота, подаваемого в систему, °С	—80
Мощность нагревателя лопастей, Вт	100
Мощность бани нагревателя, Вт	1000
Скорость очистки инертного газа (аргона), л/ч	10—20

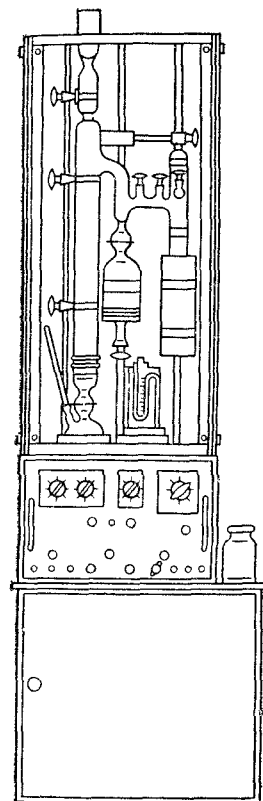


Рис. 180. Установка для полумикроректификации ЛМР

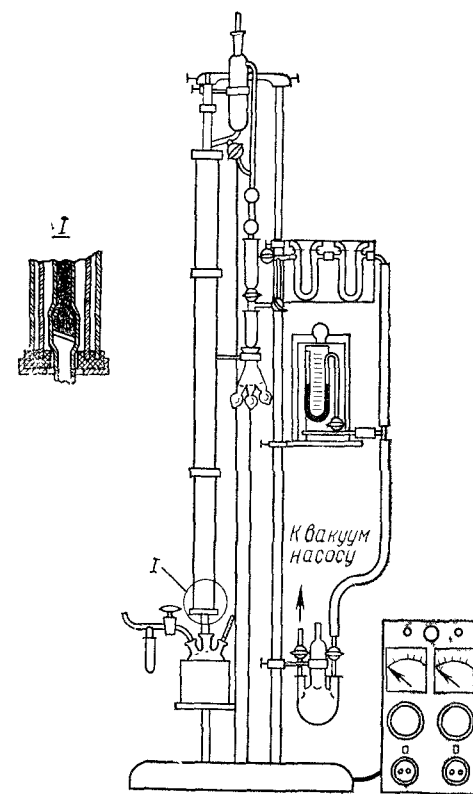


Рис. 181. Колонка точной ректификации КТР

Установка состоит из двух блоков подготовки (две адсорбционные колонки), двух ректификационных колонок, блока подготовки инертного газа, блока направленной кристаллизации и электрошкафа. В установку (рис. 182) входят колонка адсорбционная 1, колонки ректификационные (царги) 14 и 17, сосуд 11, головка полной конденсации 5; электрошкаф 22; колбы 18 и 20, шкаф 4, кристаллизатор 15 с кронштейном 16; устройство для автоматического отбора анализируемого вещества и расфасовки 2, ячейка измерительная 8, коллектор 19, нагреватель (баня) 21, манометр 3, вакуумметр 6, отборники фракций 10 и 12, насадка 7, прибор для очистки газов 9; сосуд Дьюара 13.

В установке применяется несколько методов очистки жидкого органического вещества от различных примесей органического и неорганического характера. Очистка вещества происхо-

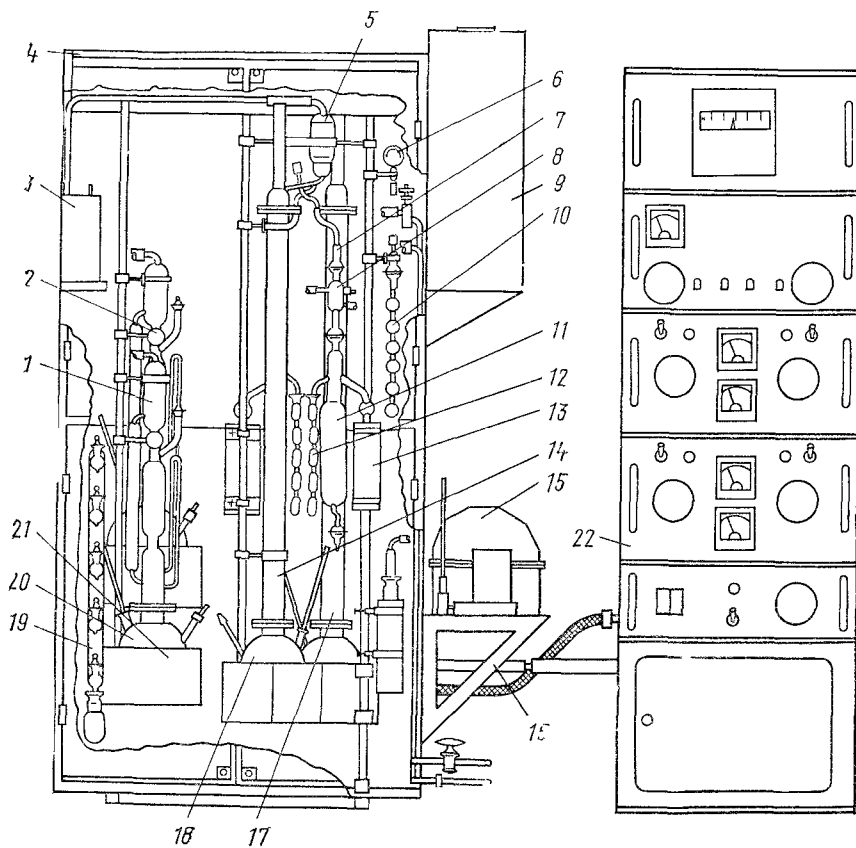


Рис. 182 Установка для очистки жидких органических веществ УЖВ

дит в один, два или три этапа, если первые два не дали желаемого результата.

Чистота перегоняемого вещества контролируется в электроизмерительных ячейках; по достижении необходимой степени чистоты вещество с помощью автоматического устройства отправляется на расфасовку.

Адсорбционная колонка 1 соединена с колбой 20 вместимостью 2000 мл, помещенной в воздушную баню 21. Вещество очищают от примеси воды, многократно пропуская его через заполненную адсорбентом колонку. В нижней части колонки помещена измерительная ячейка, с помощью которой контролируется содержание воды. Свободное от воды вещество с помощью автоматического устройства направляется на ректификацию в колонку 14. Ректификационная колонка состоит из царги, колбы 18 и головки полной конденсации 5. Вещество посту-

пает в колбу вместимостью 2000 мл, помещенную в воздушную баню. В ректификационной колонке вещество очищается от органических и неорганических примесей. Степень чистоты контролируется в измерительной ячейке. При недостаточной очистке вещество направляется в блок вторичной ректификации (колонка 17). Блок вторичной ректификации имеет аналогичные составные части и предназначен для более глубокой очистки вещества. Чистота вещества контролируется измерительной ячейкой 8. На последней стадии очистки вещество поступает в блок направленной кристаллизации 15 (в случае, если три этапа не обеспечили нужной степени очистки). Выделение вещества происходит в кристаллизаторе на лопасти вращающегося ротора. При положении лопастей ниже горизонтальной плоскости его оси по ним пропускают жидкий азот, и вещество кристаллизуется. Когда лопасти переходят в положение выше горизонтальной оси ротора, автоматически включаются нагреватели, вещество плавится, стекает с лопастей в лотки и поступает на расфасовку.

Блок подготовки инертного газа предназначен для очистки технического аргона, который используют для очистки веществ в среде инертного газа. В электрошкафу 22 смонтирована пуско-регулирующая аппаратура, обеспечивающая включение и регулирование нагрева бань, включение электродвигателей и нагревателей кристаллизатора, включение и выключение электромагнитных катушек, вакуумного насоса и освещения.

Установка позволяет проводить все этапы очистки вещества как при нормальном, так и пониженном давлении [остаточное давление 1333,22 Па (10 мм рт. ст.)]. Направленная кристаллизация осуществляется в среде инертного газа (аргона).

Все перечисленные ректификационные установки выпускаются отечественной промышленностью, кроме РУР и УЖВ.

В табл. 187 приведены основные параметры установки УЧВ и ректификационных установок, выпускаемых зарубежными фирмами.

Лабораторное оборудование для дистилляции и ректификации ЛДР (рис. 183) предназначено для разделения и очистки различного рода смесей жидких органических и неорганических соединений методом дистилляции и ректификации при моделировании, разработке и исследовании новых технологических процессов. ЛДР имеет следующие технические данные:

Объем дистилляционного куба, мл	500—2000
Объем куба ректификационной системы, мл	500—2000
Тип ректификационных царг	Колпачковые, насадочные
Высота слоя насадки в царге, мм	400
Диаметр царг, мм:	
насадочных	19, 30
колпачковых	30

Таблица 187. Основные параметры ректификационных установок

Страна, фирма	Тип колонки	Разделяющая способность (число теоретических тарелок)		Число тарелок в колонке, шт.	Число тарелок в колонке, шт.	Внутренний диаметр, мм	Полная рабочая высота, мм	Отбор проб или конечного продукта по высоте	Число автоматических проб отборов по высоте, шт.	Точность измерения температуры в головной части, °С
		тарги с колпачковыми тарелками, шт.	тарги с металлической насадкой, шт.							
СССР (УЧВ) *	Колпачковая и насадочная	20	50	4	6	30; 50	1400	Автоматический	4	±0,2
Япония, «Сибата»	»	—	50	1	—	15	1200	»	1	±0,5
Англия, Quickfit Ltd	»	—	50	—	—	40	1000	Вручную	1	±0,5
ГДР, VEB Stützerbach.	Колпачковая	18	Нет	4	5	28—30	—	То же	—	±0,5
ФРГ, Normschliff.	»	20	»	1	—	50	—	—	—	—
ФРГ, Ernst Haage	Ситчатая	48; 55	»	1	—	15; 30	1000	—	—	—
ЧССР, «Стеклоэкспорт»	Колпачковая	40	»	1	40	25	—	—	—	—
ФРГ, Distillationstechnik, Stage, KG	»	40	»	—	—	25	—	—	—	—
ФРГ, Ernst Haage (лабораторная колонка для четкой ректификации)	Насадочная	—	32	1	32	23	1000	—	—	±0,5
ФРГ, Distillationstechnik, Stage KG.	»	—	80—100	—	—	—	2000	—	—	—
Венгрия, Metrimex (CB 503/1)	»	—	40—60	1	60	15	1500	—	—	—

Примечание. Ректификационные установки всех типов могут работать как в периодическом, так и в непрерывном режиме. * УЧВ имеет тарги со стеклянной (высота слоя 350 мм) с разделяющей способностью — 32 теоретические тарелки

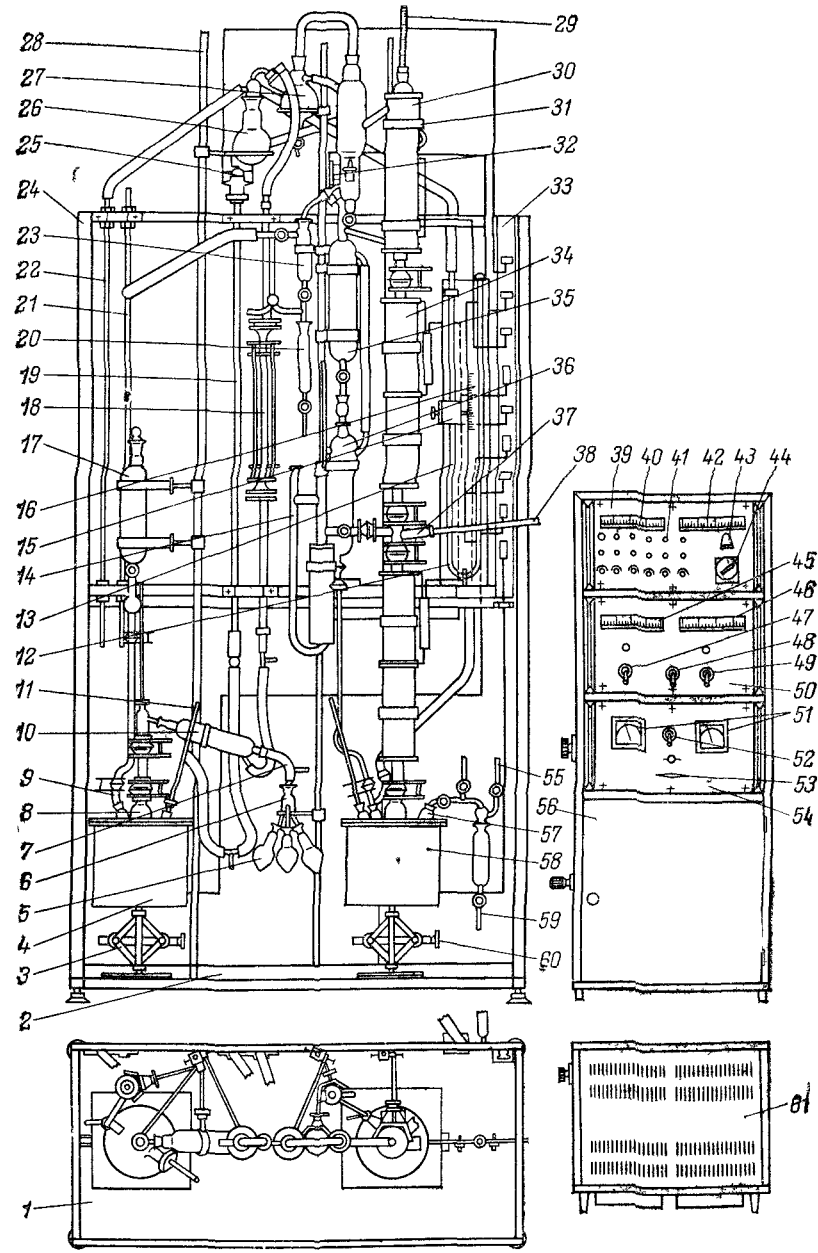


Рис 183. Лабораторное оборудование для дистилляции и ректификации типа ЛДР

Число царг, шт.	2
Число реальных тарелок в колпачковой царге, шт.	10
Диапазон регулирования флегмового числа	От 1:1 до 1:200
Рабочие условия:	
остаточное давление, Па (мм рт.ст.)	133,322 (1)
температура, °С	50—200
тип стекла	Пирекс
потребляемая мощность, Вт	3000
напряжение, В	220
Габариты штатива с дистилляционной и ректификационной системами	1450×600×2850
Габариты пульта управления	600×480×1400
Масса, кг	240

Возможны следующие технологические схемы дистилляционных процессов на ЛДР: простая и фракционная дистилляция при атмосферном давлении и под вакуумом; фракционная дистилляция с частичным возвратом флегмы при атмосферном давлении и под вакуумом; простая и фракционная перегонка с водяным паром или с нейтральным газом при атмосферном давлении и под вакуумом; простая и фракционная перегонка с водяным паром и частичным возвратом флегмы при атмосферном давлении и под вакуумом.

Штатив служит для размещения дистилляционной и ректификационной систем и состоит из основания 1 и двух опорных рам 2 и 24. Системы крепятся на трех вертикальных параллельных стойках 28 с помощью ленточных держателей 31, обеспечивающих свободный и надежный монтаж стеклоизделий. На основании штатива расположены подъемники 3 и 60 для бань 4 и 50. На боковой стойке опорных рам 2 и 24 смонтирован манометр 12. С правой стороны на опорных рамах крепится коммутационный щиток 33 для подключения исполнительных, измерительных и регулирующих органов оборудования, на котором нанесены информационные надписи для правильного подключения систем к пульту управления. С левой стороны опорных рам смонтированы две магистральные трубки: левая 22 для подключения вакуумного насоса к верхней части ректификационной системы при работе под вакуумом, правая 21 для обеспечения вакуумного пробоотбора. В центре штатива расположены напорный трубопровод с ротаметром 18, сливной трубопровод 19 с датчиком протока 25. На штативе крепится дистилляционная система, состоящая из приемных колб 5, переходников 6, 7 и 9, куба 8, холодильника 10, сосуда 17 и других деталей.

На штативе также крепится ректификационная система, состоящая из куба 57, царг 34, кубового пробоотборника 55, головки 30, буферных емкостей 26 и 27, отборника проб 23, питателя 14, воронок 20 и 59, сосудов 35 и 36, переходника 37, термометров 11, 29 и 38.

Бани 4 и 58 представляют собой нагревательные устройства, состоящие из корпуса, нагревательного элемента, термо-

пары для контроля и регулирования температуры. Корпус состоит из наружного кожуха и внутренней емкости, соединенных между собой с помощью поддона, крышки и винтов. Нагревательный элемент помещен в кварцевую трубку и смонтирован с помощью скоб внутри бани. Снаружи кожуха расположена колодка с крышкой для подключения проводов. Пространство между кожухом и внутренней емкостью заполнено теплоизоляционным материалом. В качестве теплоносителя применяют кварцевый песок, которым баню заполняют после установки куба.

Подъемники 3 и 60 служат для подъема и опускания бань и представляют собой механизм, работающий по принципу винт — гайка. Винт имеет на одном конце левую, а на другом правую резьбу. При вращении винт сдвигает или раздвигает гайки, закрепленные на осях. Оси шарнирно соединены с поддерживающими планками и обеспечивают перемещение по вертикали.

Манометр 12 служит для измерения перепада давления в ректификационной системе между кубом 57 и головкой 30 и является одновременно датчиком для поддержания теплового режима в колонке и управления нагревом бани. Манометр состоит из панели со шкалой 16, манометрической стеклянной трубки 13 и следящего устройства 15, которое смонтировано на планке, может по ней свободно перемещаться и фиксируется винтом. Следящее устройство имеет корпус, фотодиод, лампочку, стрелку-указатель и крышки.

Катушка электромагнитная 32 служит для управления качающейся воронкой в головке при отборе проб и состоит из сердечника, каркаса, обмоточного провода и наборного зажима для подключения проводов. Катушка для управления клапаном в головке, обеспечивающей деление в паровой фазе, имеет центральное сквозное отверстие.

Пульт управления 61 состоит из трех блоков. Блок теристорных регуляторов 39 содержит шесть секций электронных регуляторов напряжения для питания компенсационного подогрева ректификационных царг, головки и питателя, нуль-индикатор дифференциальных термопар — микроамперметр 40 и вольтметр 42 для контроля напряжения компенсационного подогрева.

Для переключения микроамперметра на нужную зону служит переключатель 44, а вольтметра — переключатель 43, переключатели 41 служат для включения компенсационного подогрева.

В блоке регулирования температуры 50 размещены элементы управления работой обеими банями — для дистилляционной и ректификационной систем.

На лицевой панели расположены милливольтметры 45 и 46 для установления и регулирования температуры, переключача-

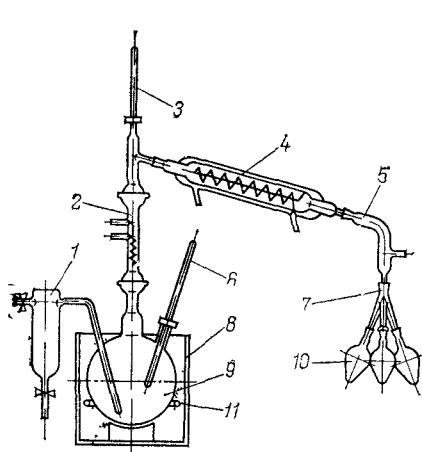


Рис 184. Схема дистилляционной системы для перегонки с водяным паром при атмосферном давлении и под вакуумом

1 — барбатор, 2, 5 — переходники, 3, 6 — термометры, 4 — холодильник, 7 — переходник типа «паук», 8 — баня, 9 — куб, 10 — приемная колба, 11 — нагреватель

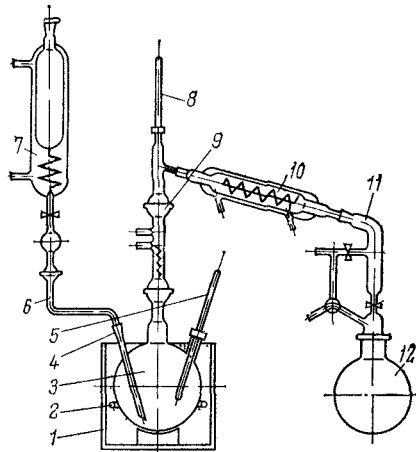


Рис 185. Схема дистилляционной системы для фракционной дистилляции с частичным возвратом флегмы при атмосферном давлении и под вакуумом

1 — баня, 2 — нагреватель, 3 — куб, 4, 6, 9 — переходники, 5, 8 — термометры; 7 — сосуд, 10 — холодильник, 11 — отборник кубовый, 12 — приемная колба

тель 49 для включения бани на режим работы от терморпары или манометра, т. е. для регулирования по температуре в самой бане или для регулирования по перепаду давления между кубом и головкой, переключатели 47 и 48 для включения бань и сигнальных ламп.

Силовой блок 54 содержит элементы коммутации питающей сети и регулятор флегмового числа. На лицевой панели размещены реле времени 51 для установления времени отбора пробы и времени слива флегмы в колонку из головки, пакетный выключатель 53 общей сети, сигнальная лампа общей сети и переключатель «авт — руч.» 52, позволяющий осуществить отбор проб как ручным способом, так и автоматическим

В нижней секции пульты управления расположен шкаф 56 для хранения запасных частей оборудования

Основной частью дистилляционной системы являются куб 9, холодильник 4 и приемная колба 10. При периодической перегонке (рис. 184) исходная смесь загружается в куб 9, подогрев которого осуществляется с помощью автоматически работающей бани 8. Баня устанавливается на подвижном подъемнике, обеспечивающем демонтаж куба при перезагрузке без разборки всей системы. Пары дистиллята концентрируются в холодильнике 4 и стекают в приемную колбу 10. При фракционной перегонке между приемной колбой и холодильником устанавлива-

ют переходник типа «паук» 7, обеспечивающий сбор дистиллята последовательно в одну из колб, установленных на переходнике. Подача инертного газа или водяного пара в куб осуществляется через барботер 1, расход регулируется краном.

При непрерывной перегонке (рис. 185) исходная смесь подается в куб 3 самотеком из сосуда 7, где она подогревается до необходимой температуры проточным теплоносителем, а сбор дистиллята происходит через пробоотборник 11 с градуированным сосудом и кранами, обеспечивающий непрерывный отбор отдельных фракций в смежные колбы 12, причем манипуляция кранами пробоотборника обеспечивает их смену без нарушения герметичности. Проведение перегонки под вакуумом позволяет снизить тепловое воздействие на исходный продукт. Дистилляционная система подключается к вакуумной магистрали через переходник, установленный между холодильником и приемной колбой.

Ректификационная система (рис. 186) содержит куб 18, баню 19, царги 11, головку полной конденсации 5 и вспомогательные элементы: отборник проб из головки 6, пробоотборник кубовый 16, буферные емкости 2 и 3, питатель 12, емкости 7 и 9, переходник 13, термометры 4, 10 и 15, воронки 8 и 17, устройство тепловой компенсации 14.

В качестве соединительных элементов царг, головок, куба и соответствующих вспомогательных устройств используют сферические шлифы и конусные соединения. Куб 18 представляет собой четырехгорлую колбу, в которую вставлены термометр 15, отборник кубовый 16 и переходник для соединения куба с манометром 20 и питательными емкостями 7 и 9. Царги 11 (колпачковые и насадочные) с двухсекционным устройством тепловой компенсации 14. Каждая секция этого устройства содержит нагреватель из высокоомной проволоки, намотанной на стеклянную трубку, дифференциальную термопару для установления и контроля режима теплового равновесия с помощью микроперметра, находящегося на пульте управления, и изоляционный кожух. На кожухе верхней секции имеется монтажная колодка с крышкой для соединения про-

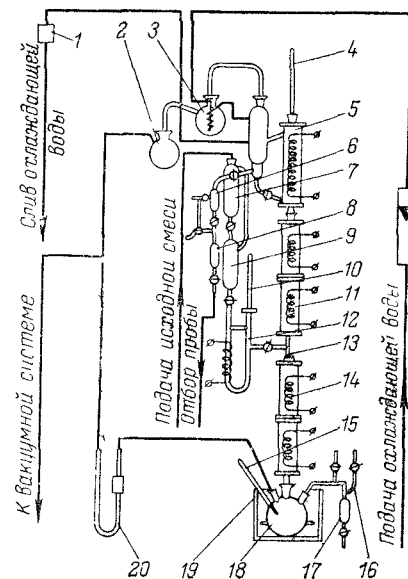


Рис 186. Схема ректификационной системы

водов. Конец термопары установлен в специальных «карманах», имеющихся в стеклянных царгах. Для соединения царг с кожухом служат фланцы и хомутики.

Головка полной конденсации 5 для простого отбора имеет входную трубку с односекционным устройством тепловой компенсации, аналогичным устройству тепловой компенсации царги, холодильник, качающуюся воронку, обеспечивающую деление флегмы как в автоматическом, так и в ручном режиме, патрубок для термометра, термометр для измерения температуры выходящих паров и конденсата. К боковому отводу головки подсоединяется отборник проб 6, снабженный мерной воронкой 8. Головка полной конденсации, обеспечивающая деление в паровой фазе, имеет электромагнитный двухсторонний клапан, центральный холодильник, выходной патрубок и патрубок для термометра. Головка полной конденсации для расслаивающихся смесей имеет входную трубку с односекционным устройством тепловой конденсации, двухсекционную емкость для расслаивания, холодильник, два одноходовых и один трехходовой кран, обеспечивающий распределение жидкостей на орошение и отбор проб. Устройство тепловой компенсации царг и головки обеспечивает адиабатический процесс в системе. При равновесии теплового режима (отсутствие потерь тепла в атмосферу) показание микроамперметра находится на нуле. Для контроля теплового режима по зонам служит термопарный переключатель.

Питатель 12 состоит из стеклянного сосуда, на одно колено которого намотан нагревательный проволочный элемент, изолированный кожухом. Питатель снабжен термометром 10 для контроля температуры смеси. Управление нагревом осуществляется с помощью тиристорного регулятора.

Емкости 7 и 9 служат для загрузки питателя с постоянным расходом и при постоянном давлении. Емкости соединяют через кран, который регулирует подачу смеси в нижний сосуд, и через трубку, на которой уравнивается давление в верхнем сосуде. Расход регулируется краном на емкости 9.

Буферные емкости 2 и 3 предназначены для обеспечения дополнительной конденсации легколетучих компонентов на выходе от ректификационной системы к вакуумной магистрали. Одна из емкостей представляет собой колбу с впаянным змеевиковым холодильником, по спирали которого циркулирует охлаждающая вода. Переходник 13 имеет патрубок для термометра и штуцер для соединения с питателем 12.

В комплекте системы имеется переходник, снабженный на концах сферическими шлифами и служащий для соединения царг диаметром активной части 19 мм с головкой.

Датчик протока 1 представляет собой стеклянный сосуд с двумя электродами и служит для отключения оборудования от электросети при прекращении подачи охлаждающей воды.

ПРИБОРЫ И ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ КОЛИЧЕСТВЕННОГО И КАЧЕСТВЕННОГО АНАЛИЗА ВЕЩЕСТВ

Химические методы анализа не утратили своего значения благодаря надежности, высокой точности, а также относительной простоте приборов и техники выполнения анализа. За последние годы в нашей стране и за рубежом разработано и внедрено в промышленное производство, исследовательскую и лабораторную практику значительное число приборов и оборудование для проведения качественного и количественного анализа. Приборы позволяют проводить объемное и амперометрическое титрование, определять микроколичества воды в различных веществах, серы в нефтепродуктах, азота, спирта в спирто-содержащих жидкостях, пределы воспламенения горючих газов и паров, разделять вещества с достаточной степенью чистоты.

§ 45. ПРИБОРЫ ДЛЯ ТИТРОВАНИЯ

Титрование — один из наиболее распространенных методов анализа. При обычном титровании пользуются объемными, весовыми и поршневыми бюретками и микробюретками. В настоящее время находят применение автоматические титраторы с поршневой пипеткой, импульсные титраторы, титраторы с фотоэлектрическим определением конца титрования и титраторы с фотоэлектрической и потенциометрической фиксацией точки эквивалентности. Но эти приборы сравнительно сложны и требуют определенной квалификации для обслуживания и ухода за ними.

Широкое применение в аналитической практике нашло амперометрическое (полярографическое) титрование. Этот метод основан на измерении диффузионного тока, изменяющегося в процессе взаимодействия титруемого вещества с реагентом по мере добавления последнего. По кривым амперометрического титрования определяют точку эквивалентности.

Анализируемый раствор помещают в электролизер, между каломельными и платиновым вращающимся электродами устанавливают напряжение, необходимое для восстановления на катоде определяемого вещества или добавляемого осадителя (или их обоих). Это напряжение поддерживается постоянным во время титрования. Анализируемый раствор титруют небольшими порциями реагента, отмечая показания гальванометра, или строят кривую амперометрического титрования, откладывая на оси ординат силу тока, а на оси абсцисс — объем стандартного раствора реактива, израсходованного на титрование. Точка перегиба на кривой соответствует точке эквивалентности. В не-

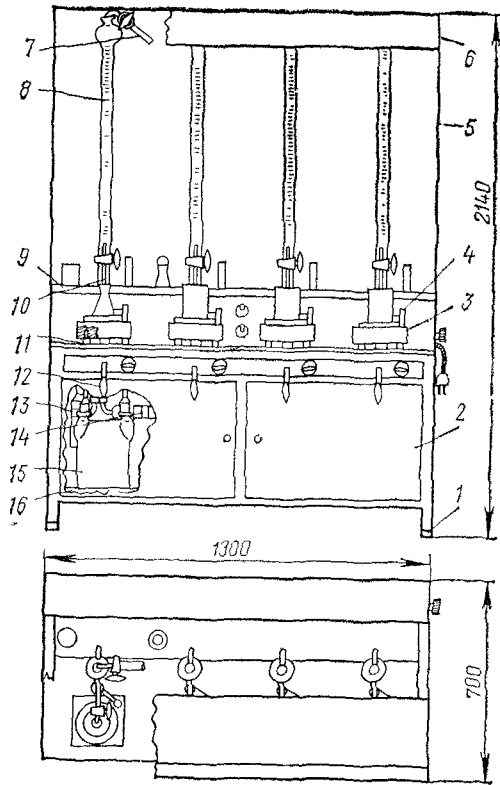


Рис. 187. Установка для титрования УТ

которых случаях, когда э. д. с. элемента, образованного анализируемым раствором и каломельным электродом, достаточна для реакции восстановления, титрование проводят без наложенного извне напряжения.

Установка для титрования УТ предназначена для титрования водных и неводных растворов с визуальным определением точки эквивалентности. Она имеет следующие технические данные:

Число рабочих позиций, шт.	4
Вместимость бюреток, мл	10; 25; 50
Цена деления бюреток вместимостью:	
10 мл	0,02
25 мл	0,05
50 мл	0,1
Подача титранта в бюретку	Принудительная
Потребляемая мощность, Вт	1100
Напряжение, В	220

Частота вращения магнитного ротора, об/мин	0—1400
Регулирование частоты вращения магнитного ротора	Бесступенчатое
Габариты, мм	1300×700×2140
Масса, кг	140

Установка (рис. 187) состоит из стола со шкафом 2, в котором расположены блок очистки воздуха и склянки 15 с титрантом, установленные в поддонах 16. Стол имеет винтовые ножки с регулировочными винтами 1. На крышке стола размещены держатели 10 для бюреток 8 и кронштейны 4 для закрепления магнитных мешалок 3. Магнитные мешалки имеют шариковые опоры 11 для перемещения их по радиусу вокруг осей кронштейнов. На передней панели стола закреплены резиновые мехи 12, предназначенные для создания избыточного давления в склянках с титрантом. Сосуды 13 и 14 служат для осушки воздуха, поступающего в склянки 15.

На рис. 188 изображена схема жидкостной осушки воздуха, применяемая в установке на одной позиции, на рис. 189 — схема осушки воздуха на сухом адсорбенте — на остальных трех позициях. Бюретки 8 вместимостью 10, 25 и 50 мл снабжены кранами с фторопластовыми пробками и осушительными трубками 7. Осветитель 5 состоит из четырех ламп дневного света, служащих для создания фона и подсвечивания, и кронштейна 6 с двумя лампами для освещения шкалы бюреток. К основанию осветителя прикреплена панель с электрооборудованием. Стекло-

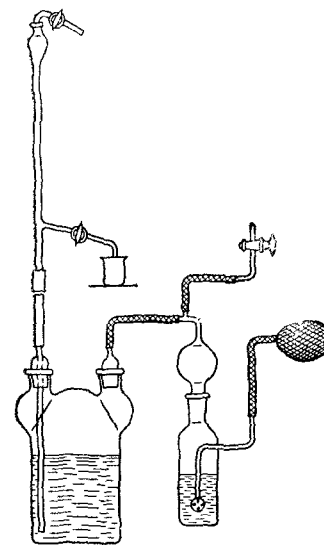


Рис. 188. Схема жидкостной осушки воздуха на установке УТ

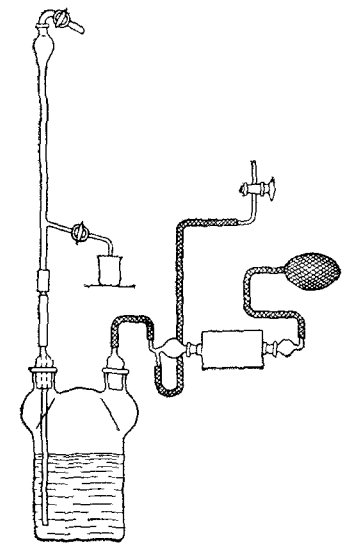


Рис. 189. Схема осушки воздуха на сухом адсорбенте на установке УТ

лянная полка 9 служит для хранения капельниц, пипеток и колб.

С помощью резиновых мехов 12 создают избыточное давление в склянках 15 и заполняют бюретку 8 титрантом; помещают титруемый раствор (навеску) в коническую колбу и ставят ее на магнитную мешалку 3 под бюретку; опускают в колбу магнитный стержень для перемешивания титруемого раствора; включают магнитную мешалку и освещение; открывают кран на бюретке и проводят титрование.

Установка для титрования УТ обеспечивает возможность работы с агрессивными жидкостями, так как весь рабочий тракт выполнен из стекла; визуальное наблюдение за ходом процесса; возможность принудительной подачи титранта в бюретки; возможность осушки воздуха перед поступлением его в систему; точность отсчета титранта в бюретках; сохранение химической чистоты титруемых веществ.

В помещении, в котором размещена установка для титрования, должна быть приточно-вытяжная вентиляция, горячая и холодная вода и контур заземления.

Прибор для амперометрического титрования ПАТ (рис. 190) предназначен для количественного определения большинства элементов периодической системы и многих органических веществ в малых концентрациях. ПАТ имеет следующие технические данные:

Частота вращения электрода, об/мин	800
Напряжение наложения, В	3,7
Пределы измерения, мкА	0—10; 0—50
Цена деления микробюретки, мл	0,01
Напряжение, В	220

Потребляемая мощность, Вт	12
Габариты, мм	500×195×175
Масса (без микроамперметра), кг	6,2

Штатив 1 является несущей частью прибора. К стойке штатива крепятся привод 3 и зажим для каломельного электрода 2. Штатив имеет устройство для подъема (опускания) стойки В основании штатива смонтированы выключатель, предохранитель, конденсаторы. На корпусе штатива консольно закреплены столик для сосуда с исследуемым раствором. К столику крепится зажим 6 для микробюретки 4. Основной частью привода 3 являются электродвигатель с редуктором и электрод-мешалка 5 который служит индикаторным электродом (вращающийся платиновый электрод). Платиновая проволока диаметром 0,5 мм впаяна в стеклянную трубку так, чтобы наружный рабочий конец имел длину 4—5 мм. Внутри трубки платиновая проволока выступает на 2—3 мм для обеспечения контакта с налитой в трубку ртутью.

При работе без наложенного (внешнего) напряжения пользуются электродом-мешалкой с длинным платиновым контактом, согнутым в форме «восьмерки».

Электрод каломельный (рис. 191) служит электродом сравнения. Он состоит из стеклянного сосуда 3, содержащего ртуть, каломель и насыщенный раствор хлорида калия. В сосуд 3 вставляют стеклянный стержень 2 с впаянной на конце платиновой проволокой, которая через ртуть и медную проволоку соединена с внешним выводом электрода 1. Для соединения электрода с анализируемым раствором служит трубка 4, заполненная агар-агаром. Во избежание поляризации электрода сравнения площадь его должна быть больше площади индикаторного электрода.

Блок питания (см. рис. 190) состоит из батарейки для карманного фонаря, вольтметра 7 со шкалой на 3В, переменного сопротивления 10 для регулирования напряжения (закрыты съемным экраном 8). Все составные части блока питания смонтированы в корпусе 11. Для соединения блока питания с прибором служат клеммы 12. Для соединения с микроампермет-

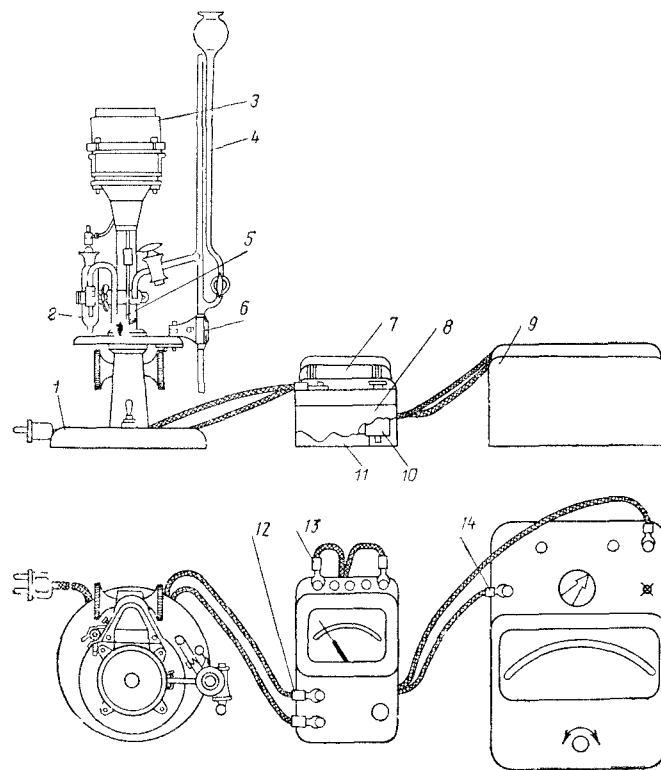


Рис. 190. Прибор для амперометрического титрования ПАТ

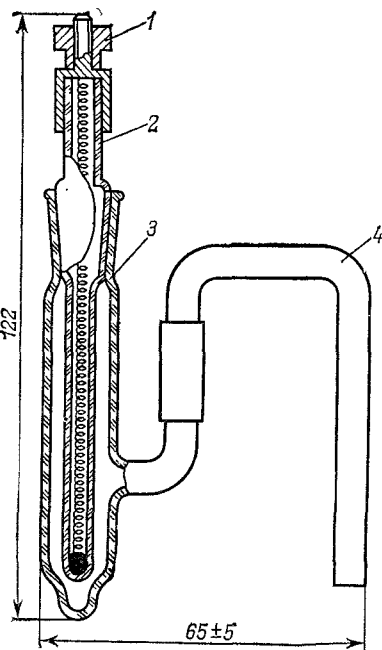


Рис. 191. Электрод каломельный

ром 9 — наконечники 14. Для подключения вольтметра служат наконечники 13.

Микробюретка 4 предназначена для точного измерения реактива, расходуемого на титрование. Титруют непосредственно из микробюретки. Микроамперметр 7 служит для измерения диффузионного тока, возникающего при титровании исследуемого раствора. Чувствительность микроамперметра 10×10^{-8} А.

Порядок работы прибора следующий. Заполнить микробюретку раствором титранта, погрузить в сосуд с титруемым раствором трубку 4 каломельного электрода (см. рис. 191) и электрод-мешалку и опустить стойку штатива с помощью маховичков. Включить электрод-мешалку

(вращающийся платиновый электрод), наложить необходимую внешнюю э.д.с. при помощи переменного сопротивления 10, контролируя его значение по вольтметру 7; при этом наложенный потенциал должен быть на 0,2—0,3 В отрицательнее потенциала полуволны определяемого иона. Немедленно начать титрование, так как при продолжительном холостом вращении электрода-мешалки титруемый раствор обогащается кислородом воздуха, что может сказаться на результатах титрования.

Раствор титранта добавляют определенными порциями — от 0,1 до 1 мл в зависимости от концентрации определяемого иона и после каждого добавления снимают показания микроамперметра. Вычерчивают кривую титрования, откладывая на оси ординат показания микроамперметра, а на оси абсцисс — объем стандартного раствора, израсходованного на титрование. По точке перегиба определяют точку эквивалентности и, зная титр стандартного раствора, находят содержание определяемого иона в растворе.

§ 46. ПРИБОРЫ ДЛЯ МИКРООПРЕДЕЛЕНИЯ ВОДЫ В РАЗЛИЧНЫХ ВЕЩЕСТВАХ ПМВ

Наиболее универсальным методом определения микроколичеств воды является метод, основанный на взаимодействии воды с реактивом Фишера, разработанный в Институте органической химии им. Н. Д. Зелинского АН СССР.

Прибор ПМВ предназначен для микроопределения воды с реактивом Фишера в веществах самого различного строения и состава. ПМВ имеет следующие технические данные:

Пределы определения воды, %	$5 \cdot 10^{-5}$ —100
Навеска в зависимости от предполагаемого содержания влаги в анализируемом веществе, мг:	
при содержании влаги ниже десятых долей процента	0,003—0,005
при содержании влаги выше десятых долей процента	5—15
Вместимость двойной микробюретки, мл:	
для концентрированных растворов реактива Фишера	5
для разбавленных растворов реактива Фишера . .	2
Цена делений микробюретки, мл:	
для концентрированных растворов реактива Фишера	0,01
для разбавленных растворов реактива Фишера . .	0,005
Вместимость сосудов для хранения реактивов, мл . .	500
Номинальная вместимость колб для титрования, мл . .	25; 50
Класс точности микроамперметра	1
Габариты, мм	$520 \times 400 \times 1185$
Масса, кг	25

Реактив Фишера получают растворением иода, диоксида серы и пиридина в метаноле. В некоторых случаях вместо метанола можно использовать другой растворитель, например диметилформамид. При помощи реактива Фишера можно определять гигроскопическую, сорбированную, окклюдированную и кристаллизационную воду в различных веществах.

Особенности конструкции прибора ПМВ дают возможность значительно расширить границы применимости реактива Фишера и повысить точность определения. Высокоточная градуировка бюреток позволяет работать с титрантами двух концентраций, что исключает необходимость холостого хода. Прибор используют для титрования мутных и окрашенных растворов, так как титрование можно проводить как с визуальным, так и с электроамперметрическим определением точки эквивалентности. Набор сосудов для взятия проб твердых и жидких веществ и приспособление для азеотропной отгонки воды и органических растворителей позволяют использовать этот прибор для точного определения влаги в соединениях, реагирующих с реактивом Фишера. Надежная защита титранта и ячейки для титрования от влаги обеспечивает устойчивость водного эквивалента титранта, применение магнитной мешалки и камеры для взятия проб в сухой атмосфере обеспечивает высокую точность анализа.

Основанием прибора (рис. 192) является плита 6, на которой имеется устройство 5 для перемещения и подъема магнитной мешалки 4 и отверстия для двух металлических стоек 7. Корпус 12 крепится к металлическому стойкам 7. Плита 11, изготовленная из органического цветного стекла, защищает реактив от действия света и дает возможность визуально наблюдать за уровнем реактива в микробюретке. Плита 15 выполнена откидной.

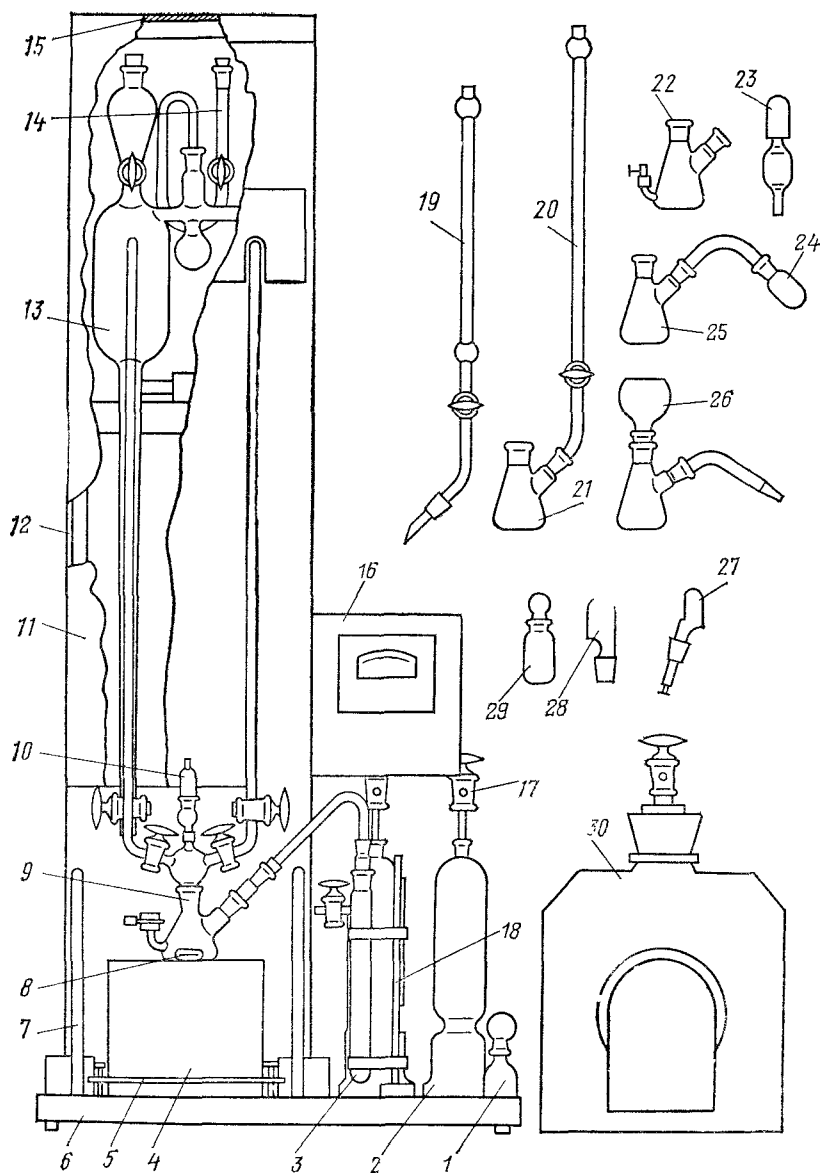


Рис. 192. Прибор для микроопределения воды в различных веществах ПМВ

Сосуд 13 состоит из микробюретки на 5 мл с ценой деления 0,01 мл и микробюретки на 2 мл с ценой деления 0,005 мл, соединенных общей пробкой с колбой для титрования. Каждая из микробюреток имеет запасную емкость для титрования. Микробюретка имеет муфту под трубку 14, на пробке сделан штуцер для присоединения трубки 10.

Осушительные колонки 2 соединены между собой с помощью резиновых пробок, стеклянных 17 и резиновых трубок. Осушительные колонки с помощью резиновой трубки соединяются с боксом 30. Колонки и защитные трубки заполняют слоями силикагелем-индикатором, ангидроном и силикагелем-индикатором.

Контрольно-измерительный блок прибора 16 устанавливают на правой стороне корпуса микробюретки, блок легко снимается и может использоваться отдельно. На лицевой и правой боковой сторонах блока расположены сигнальная лампа, микроамперметр, переключатели, маховичок переменного резистора, предохранитель, клемма заземления («земля»), втулка для ввода проводов. Блок может работать от сети и от батареи.

Колбы плоскодонные 9 и 22 с двумя платиновыми электродами (на рисунке не показаны) служат для биамперметрического определения точки эквивалентности (одна для работы, вторая для смены первой). Электроды отстоят на 2—3 мм от дна колбы и не должны касаться ее стенок. При помощи металлических зажимов и проводов они присоединяются к контрольно-измерительному блоку. Через тубус колбы соединяются с пробиркой 3, установленной в держателе 18.

Полиэтиленовый бокс 30 для взятия навесок с правой и левой стороны имеет мешки, заменяющие перчатки. В левый мешок вклеена полиэтиленовая молния. Стеклая трубка с краном вставляется в отверстие резиновой пробки, через которую в камеру подводится сухой газ (азот). При работе камера должна быть заземлена.

Навески вещества с большим содержанием воды берут как обычно; при определении микроколичеств воды для этой цели пользуются боксом. Навески твердых веществ (3—400 мг) берут в пробирку 29, переносят в пробку 28, которую затем вставляют в боковой тубус колбы для титрования. Навески сыпучих веществ берут в пробирку для сыпучих веществ 27. Пробы жидкостей берут в пробирку 29 или (по объему) в микропипетки 19 и 20 (2—5 мл), которые на конусах затем присоединяют к колбе для титрования. Для разгрузки колб для титрования применяют приспособление 26. При многократном взятии навесок жидкостей, например при определении водного эквивалента по воде или бензолу, удобно пользоваться трубкой 23, представляющей собой микродозатор, при помощи которого можно легко отбирать одинаковые объемы жидких веществ. Пробы мазей, технических смазок и т. п. отбирают на

пластинки матового стекла и вносят их в колбу для титрования через боковой штуцер.

При содержании воды более 0,1 % титрование можно проводить с визуальным или биамперометрическим определением точки эквивалентности. При визуальном установлении конца титрования изменение окраски раствора (от соломенно-желтого до темно-бурого) достаточно отчетливо при использовании относительно концентрированного раствора реактива Фишера (если исследуемое вещество прозрачно и неокрашено). Биамперометрическое определение конца титрования более просто и надежно.

При содержании воды менее 0,01 %, а также при определении ее в окрашенных и мутных растворах конец титрования следует устанавливать только биамперометрически. Раствор помещают в колбу с платиновыми электродами, на которые подается напряжение 15—100 мВ. Появление свободного иода в процессе титрования приводит к увеличению тока до какого-то определенного предельного значения, которое остается постоянным при дальнейшем прибавлении реактива. Это предельное значение тока соответствует точке эквивалентности.

В левую микробюретку помещают реактив Фишера с водным эквивалентом 0,8—1,2 мг/мл (для определения больших количеств воды), а в емкость правой микробюретки — реактив с водным эквивалентом 0,01—0,4 мг/мл (для определения микро- и субмикроколичеств воды).

Эти растворы готовят из поступающего в продажу реактива, в качестве растворителя используют метанол с содержанием воды 0,05—0,08 %.

Для проведения анализа в сухую колбу 9 или 22 помещают якорь 8 магнитной мешалки и присоединяют колбу к сосуду 13. Затем при помощи микропипетки 19 или 20 через боковой тубус вводят 1 мл сухого метанола, диметилформамида или любого растворителя, подходящего для растворения пробы. Электроды должны быть полностью погружены в жидкость. Включают магнитную мешалку, обезвоживают предварительно растворитель реактивом Фишера, доводят объем титранта в бюретке до нуля, вносят пробу в колбу и проводят титрование. Затем проверяют точность титрования. Для этого останавливают мешалку и по секундомеру замечают время начала движения стрелки в обратном направлении. Оно должно быть 3—8 с.

Водный эквивалент реактива Фишера устанавливают точно в тех же условиях по навескам дистиллированной воды или тригидрата тартрата натрия и вычисляют по формуле:

$$T = m/V,$$

где T — водный эквивалент (титр реактива Фишера, мг/мл); m — навеска воды, мг; V — объем реактива Фишера, израсходованного на титрование пробы, мл.

Содержание воды x (в %) вычисляют по формуле:

$$x = VT \cdot 100/q,$$

где q — навеска анализируемого вещества, мг.

Малые количества воды (меньше 0,1 %) определяют в больших навесках, титруя их разбавленным реактивом Фишера с водным эквивалентом 0,01—0,4 мг/мл; при этом пользуются бюреткой с ценой деления 0,005 мл. Анализ проводят аналогично описанному выше.

При определении воды в веществах, реагирующих с реактивом Фишера, проводят отгонку воды в виде азеотропной смеси. Навеску помещают в пробирку 24 и вносят в нее 1—2 мл абсолютированного растворителя (ксилола, толуола, бензола, хлороформа). Пробирку присоединяют при помощи изогнутой трубки к боковому тубусу колбы для титрования 21 или 25, в которой находится 1 мл предварительно обезгаженного метанола. Объем титранта в микробюретке доводят до нулевой отметки. На микропламени спиртовки 1 отгоняют весь растворитель в колбу для титрования и определяют содержание в нем воды. Водный эквивалент определяют в том же растворителе, в котором проводили титрование образца. Ниже перечислены соединения, в которых можно определять воду прямым титрованием реактивом Фишера, и соединения, реагирующие с этим титрантом.

Органические соединения, воду в которых можно определять прямым титрованием реактивом Фишера: кислоты одноосновные, многоосновные, оксикислоты, аминокислоты, сульфокислоты, ангидриды и галоидангидриды; спирты одноатомные, многоатомные, фенолы; эфиры простые и сложные, ортоэфиры, эфиры неорганических кислот, карбаматы, лактоны; альдегиды и кетоны устойчивые, ацетали; углеводороды насыщенные, ненасыщенные, ароматические; алкилгалогениды; пероксиды, гидропероксиды, диалкилпероксиды; азотсодержащие соединения нейтральные, основные и слабокислые, амиды, анилиды, амины ($K \leq 2,4 \cdot 10^{-5}$), аминокислоты ($K \leq 2,4 \cdot 10^{-5}$), пуриновые производные, белки, лактамы, имины, азосоединения и азолы, нитрилы, циангидрины, оксимы, гидроксамовые кислоты, соли амидинов, изоцианаты, нитрозосоединения, производные циановой кислоты, алкалоиды; сульфиды, дисульфиды, тиоцианаты, изотиоцианаты, тиоэфиры.

Органические соединения, воду в которых нельзя определять прямым титрованием реактивом Фишера: альдегиды и кетоны малоустойчивые; амины и аминокислоты ($K \leq 2,4 \cdot 10^{-5}$); диоксиметилкарбамат, соли гидразония; меркаптаны, гиокарбамат, тиокислоты; аскорбиновая кислота; хинон; надкислоты; диацетилпероксиды.

Неорганические соединения, воду в которых можно определять прямым титрованием реактивом Фишера:

соли — $K_2C_2O_4$, $CdCl_2$, $NH_4H_2PO_4$, $BaCl_2$, KF , NH_4NO_3 , NaI , $KCNS$, $FeSO_4$, $CaHPO_4$, $KMnO_4$, $CuCO_3$, FeF_3 ; осушающие вещества — $CaCl_2$, $CaSO_4$, Na_2SO_4 , $Mg(ClO_4)_2$, силикагель, инфузорная земля; оксиды — SO_2 , SiO_2 , Al_2O_3 ; глина; кислоты HI , HCl , NF , HNO_3 , HCN , H_2SO_4 .

Неорганические соединения, воду в которых нельзя определить титрованием реактивом Фишера: гидрокарбонаты и карбонаты щелочных металлов, сульфиты и пиросульфиты щелочных металлов; борная кислота и оксиды бора; соли меди (II) и железа (II); оксиды и гидроксиды многих металлов; арсенат и арсенит натрия; тетраборат натрия; тиосульфат натрия; хлорид олова.

§ 47. ПРИБОРЫ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ АЗОТА

Из методов определения азота в органических соединениях наиболее распространены газометрический (микрометод Дюма) и определение в виде аммиака (микрометод Кьельдаля). Метод Кьельдаля наиболее удобен для массовых определений и особенно для определения азота в водных растворах. В этом разделе рассматриваются приборы, работа которых основана на этом методе.

Прибор для определения азота в органических веществах ПАВ. Принцип работы прибора основан на определении азота в органических веществах по методу Кьельдаля. Азотсодержащие органические вещества при кипячении с горячей концентрированной серной кислотой разлагаются, при этом азот переходит в аммиак, который в кислом растворе образует аммонийную соль. Эту соль разрушают концентрированной щелочью и выделившийся газообразный аммиак отгоняют с водяным паром в 4 %-ный раствор борной кислоты и затем титруют хлороводородной кислотой. Содержание азота определяют по расходу хлороводородной кислоты.

Несущей частью прибора является штатив 1 (рис. 193), на котором с помощью винтовых зажимов закреплен столик 2 для горелки 16, столик 3 для колбы 15, колба 4 вместимостью 100 или 250 мл и парообразователь 5. Парообразователем служит круглодонная трехгорлая колба: через одно горло колбу заполняют водой, в другое горло колбы вставляют предохранительную воронку 10, предотвращающую переброс воды и возрастание давления. Парообразователь 5 соединен переходником 18 через форштос 7 с колбой 4 и поддерживается кольцом 14, обмотанным асбестовым шнуром. В отвод переходника 18 вставлена воронка 9 для раствора щелочи. Переходник поддерживается крючком 8. Верхний конец холодильника 13 соединен с боковым отводом форштоса 7 через насадку 11 сферическим шлифом с зажимом 12, а нижний конец холодильника опущен в коническую колбу-приемник 15. Холодильник

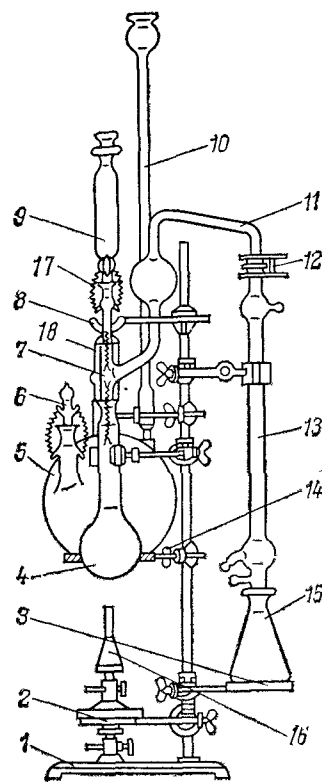


Рис. 193. Прибор для определения азота в органических веществах ПАВ

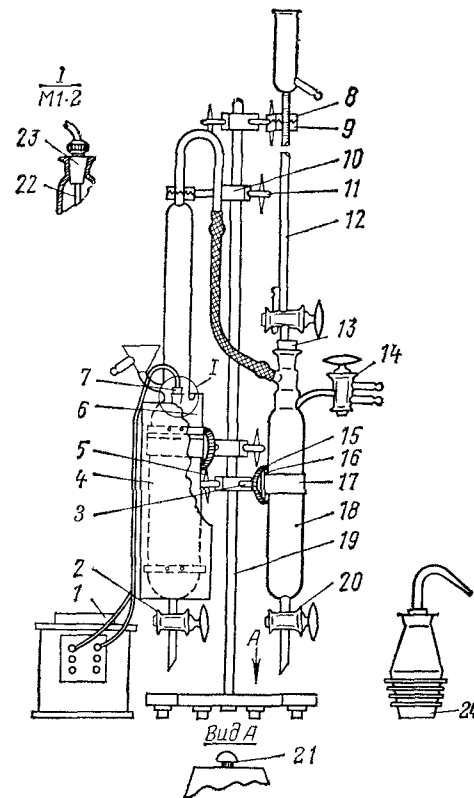


Рис. 194. Прибор для определения аммонийного азота ПС

имеет боковой отвод, через который система сообщается с атмосферой. Все детали испарителя соединены между собой с помощью конусов, закрепленных пружинами 17, и одним сферическим шлифом, закрепленным зажимом 12.

Подготовка к работе заключается в следующем. Заполняют воронку 9 30 %-ным раствором щелочи, в парообразователь 5 наливают дистиллированную воду и бросают несколько бусинок (кипяильники). Добавляют индикатор метиловый красный и 5 мл 16 %-ного раствора серной кислоты. Боковой отвод парообразователя закрывают пробкой 6. В колбу 15 наливают 15 мл 4 %-ного раствора борной кислоты, к которому добавляют 5 капель смешанного индикатора (метиловый красный и метиленовый синий). Включают подачу охлаждающей воды. После чего приступают к работе.

В колбу 4 помещают точную навеску вещества, добавляют серную кислоту и катализатор, например K_2SO_4 и $CuSO_4$

(10 : 1 по массе). Содержимое колбы кипятят, пока раствор не станет светло-зеленым. При бурном кипении для полного окисления навески требуется 1—4 ч. К полученной массе после охлаждения добавляют 10 мл воды. Колбу подсоединяют к прибору для отгонки аммиака. Нагревают воду в парообразователе 5. После того как вода закипит, в колбу вводят 30 мл 30 %-ного раствора щелочи и продолжают перегонку до получения необходимого количества погона. Погон титруют по смешанному индикатору (метилоранж и метиленовый синий) 0,1 М хлороводородной кислотой.

Содержание азота x (в %) в навеске вычисляют по формуле:

$$x = VK \cdot 0,140/q$$

где V — объем израсходованной 0,1 М хлороводородной кислоты, мл; K — поправочный коэффициент концентрации хлороводородной кислоты; q — навеска анализируемого вещества, г.

Прибор для определения аммонийного азота ПС (прибор Сереньева) предназначен для быстрого макро- и микроопределения аммонийного азота как в озоленных серной кислотой, так и в неозоленных жидких образцах минерального, растительного и животного происхождения. Прибор имеет следующие технические данные:

Диаметр реакционного сосуда, мм	65
Диаметр барботера, мм	40
Продолжительность одного анализа, мин	5—6
Предельная чувствительность прибора, мг азота	0,02
Потребляемая мощность, Вт	120
Масса исходного продукта, г	0,03—20
Остаточное давление, Па (мм рт. ст.)	4000 (30)
Габариты, мм	440×220×1050
Масса, кг	11,0

Принцип метода определения аммонийного азота заключается в титровании точного раствора кислоты раствором образовавшегося аммиака: дотитровании избытка аммиака тем же раствором кислоты при совмещении операций отгона и титрования.

В прибор (рис. 194) входит реакционный сосуд 6, представляющий собой удлиненный стеклянный цилиндр, снабженный воронкой и барботажной трубкой, суженной книзу и доходящей до дна сосуда. Внизу сосуда имеется кран 2, сверху — газоотводная трубка. Сосуд снабжен термостатирующей рубашкой с тремя отводами, для обогрева которой служат титановые электроды 7. Одной из основных частей прибора является барботер 18, снабженный спускным краном 20 и двухходовым краном 14, соединенным с водоструйным насосом. В центре барботера проходит приемная барботажная трубка, суженная у дна сосуда и имеющая сверху горловину для бюретки 12 с проб-

кой 13. Боковой отвод барботера соединяется с реакционным сосудом 6 при помощи шланга. Снаружи барботер имеет водяную рубашку с двумя отводами. Реакционный сосуд 6 и барботер 18 с помощью муфты 10, ленточного держателя 3, зажима 11 и деталей ленточного зажима 5, 15, 16 и 17 крепятся к стойке 19. Бюретка 12 и верхний отвод реакционного сосуда 6 фиксируются держателем 9, закрепленным в муфте 8. На торцевой поверхности основания прибора ПС находится гайка заземления 21.

Электрод 7 состоит из фторопластовой пробки 23, в которую вставлена титановая пластинка 22. Отверстие в пробке залито эпоксидной смолой. Титановая пластинка в верхней части спаяна с проводом, который подсоединен к ЛАТР.

В нижней части титановой пластины закреплена фторопластовая стружка для обеспечения равномерного кипения раствора в сосуде.

Подготовка прибора к работе заключается в следующем. Подсоединяют бюретку 12 к бутылке с раствором титранта, установленной выше бюретки, и заполняют бюретку титрантом до нулевой отметки. Подают воду к холодильнику барботера и к водоструйному насосу, закрыв предварительно спускные краны 2 и 20, а кран 14 переключают на вакуум. Промывают всю систему дистиллированной водой, заполняют водяную рубашку реакционного сосуда 1,1 %-ным водным раствором лимонной кислоты примерно на $\frac{3}{4}$ его объема. Надевают на реакционный сосуд защитный экран 4, подключают электроды 7 через ЛАТР 1 в сеть и нагревают раствор до температуры кипения. Наливают в сосуд 24 35—40 %-ный водный раствор гидроксида натрия и проводят мокрое сжигание в колбе Кьельдаля.

Работу на приборе проводят в следующем порядке. Наливают из бюретки 12 в барботер 18 несколько миллилитров титранта, но заведомо меньше, чем это требуется для связывания всего аммиака. Выливают содержимое колбы Кьельдаля (озоленную пробу, содержащую остаток серной кислоты и сульфит меди) в воронку реакционного сосуда 6, добавляют туда же 30—35 мл дистиллированной воды, а из сосуда 24 — тонкой струей раствор гидроксида натрия до окрашивания содержимого реакционного сосуда в коричнево-бурый цвет (образуется оксид меди), при этом увлекаемый потоком воздуха аммиак из реакционного сосуда 6 будет поступать в барботер 18 и связываться титрантом. Добавляют из бюретки 12 титрант до перехода окраски раствора в барботере от зеленой до лиловой для связывания всего аммиака анализируемой пробы. Устойчивость лиловой окраски в течение 10—15 с свидетельствует о том, что анализ окончен.

Результат анализа рассчитывают, исходя из количества израсходованного титранта, имея в виду, что 1 мл 0,1 М раствора HCl соответствует 0,14 мг аммонийного азота.

§ 48. ПРИБОРЫ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ СОДЕРЖАНИЯ ПРИМЕСЕЙ В НЕФТЕПРОДУКТАХ И ДАВЛЕНИЯ НАСЫЩЕННЫХ ПАРОВ НЕФТИ

Прибор для определения содержания серы в нефтепродуктах ПМСН предназначен для определения связанной и элементной серы в нефтепродуктах — жидких углеводородных смесях, не содержащих смолистых веществ и имеющих бромное число не более 10. Прибор имеет следующие технические данные:

Объем реакционной колбы, мл	100
Материал стеклоизделий	Стекло типа пирекс
Масса исходного продукта, г	1,5—20
Давление в системе, кПа (мм рт.ст.)	120 (900)
Ход подъемника, мм	205
Габариты, мм	540×275×1055
Масса, кг	14

Сущность метода определения микроколичества серы с катализатором никелем Ренея заключается в восстановлении сероорганических соединений, содержащихся в анализируемом продукте, до сульфида никеля. Сульфид никеля разлагается кислотой, и выделившийся при этом сероводород поглощается

щелочным раствором ацетона, титруется раствором уксуснокислой ртути в присутствии дитизона (индикатора). Содержание серы в анализируемом продукте рассчитывают по количеству оттитрованного сероводорода.

Прибор (рис. 195) включает испаритель, состоящий из реакционной колбы 1, переходника 3, холодильника 5, трубки 6, сосуда для поглощения 8 и бюретки 7 вместимостью 5 мл с автоматическим нулем и склянкой. Трубка 6 соединена с сосудом 8 через фторопластовую трубку 9, которая закреплена пружинами 10. Для контроля температуры реакционной смеси служит

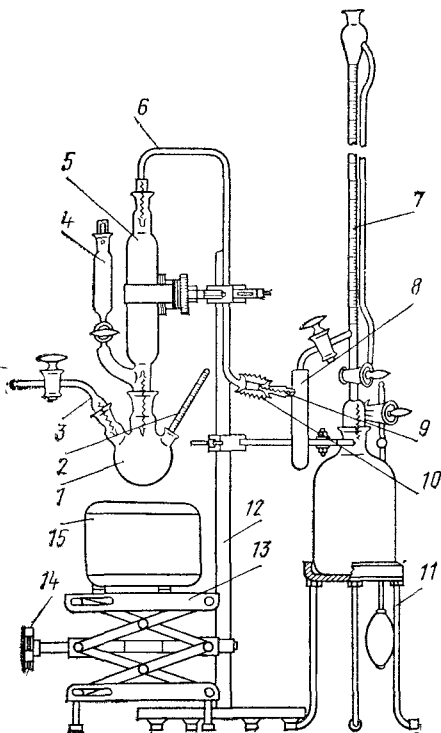


Рис. 195. Прибор для определения содержания серы в нефтепродуктах ПМСН

термометр 2. Подъемник 13 позволяет перемещать колбонагреватель 15 путем вращения маховичка 14. К стойке 12 крепятся холодильник 5 и склянка бюретки 7. Подставка 11 служит для закрепления бюретки 7 на определенной высоте. Капельную воронку 4 заполняют хлороводородной кислотой.

Прибор для определения содержания смол в нефтяных маслах ПОСМ предназначен для определения содержания смол в нефтяных маслах без присадок в соответствии с методикой по ГОСТ 15886—70 «Масла нефтяные. Метод определения содержания смол». Прибор имеет следующие технические данные:

Материал стеклоизделий	Стекло группы ТС
Число адсорбционных колонок	ГОСТ 21400—75
Адсорбционная колонка:	4
высота, мм	930
диаметр, мм	15
рабочий объем, л	0,095
рабочая среда	Нефтяные масла без присадок
Масса исходного продукта, г	2—3
Габариты, мм	1140×340×1020
Масса, кг	13,8

Сущность метода заключается в адсорбции смол на силикагеле из бензольного раствора, извлечении их ацетоном, отгонке или выпаривании ацетона из раствора и доведении остатка до постоянной массы. Содержание смол в анализируемом продукте определяют согласно ГОСТ 15886—70.

Прибор состоит из основных сборочных единиц: колонки, стойки и испарителя (рис. 196). К стойке 1 с помощью зажимов 4 и гаек 3 крепятся четыре колонки 5 и фиксируются скобами 8, закрепленными на кольце 7. Колонка 5 снабжена краном и пробкой с отводом 2. Стойка имеет возможность поворачиваться вокруг своей оси. При необходимости колонки можно повернуть, вращая кольцо 7, и зафиксировать его в определенном положении винтом 6. Стеклоизделия испарителя включают коническую колбу 9, соединенную с холодильником 12 изгибом 10, алонж 13 и коническую колбу для отгона 14. Крепление всех стеклянных деталей испарителя осуществляется пружинками 11. Коническая колба 9 погружается в баню типа БКЛ 17 приблизительно на 2/3 высоты. Холодильник 12 крепится к стойке 15, закрепленной в основании 16, с помощью муфты 19, ленточного держателя 24, зажима 18, стержня 20, призмы 23, сухаря 22 и гайки 21.

Порядок работы на приборе следующий. Помещают в нижнюю часть колонки 5 с помощью металлического стержня стеклянную вату или стекловолокно во избежание попадания зерен силикагеля в испытуемый продукт. Подготавливают набор лабораторной посуды, входящей в комплект прибора и предусмо-

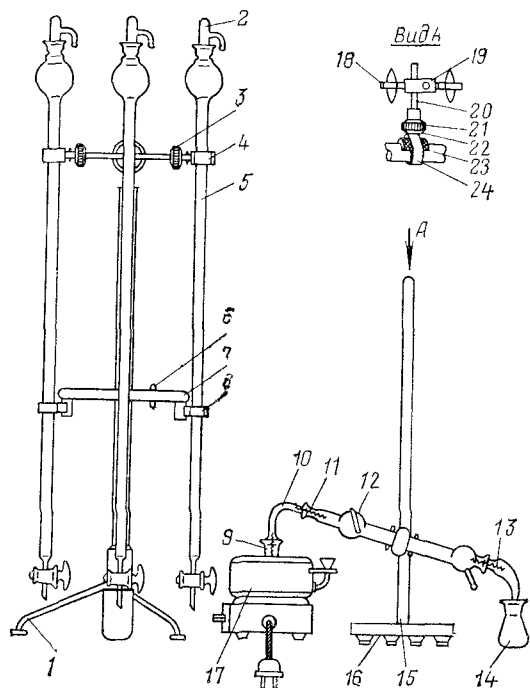


Рис. 196. Прибор для определения содержания смол в нефтяных маслах ПОСМ

тренный методикой по ГОСТ 15886—70. Перемешивают пробу испытуемого продукта 5 мин, помещают навеску продукта 3 г (с точностью 0,001 г) в стакан или колбу вместимостью 50 мл, доливают 20 мл бензола и перемешивают стеклянной палочкой. Внося в колонку 125 г свежеприготовленного охлажденного активного силикагеля, смачивают его, налив в колонку 50 мл бензола при открытом кране и установив скорость его вытекания 2 мл в мин. Выливают бензольный раствор продукта из колбы в колонку небольшими порциями при открытом кране (при этом необходимо следить, чтобы над силикагелем всегда находился раствор), затем ополаскивают колбу 20 мл бензола и выливают его в колонку. Наливают в колонку 50 мл ацетона, при этом смолы, адсорбированные силикагелем, будут передвигаться вместе с ацетоном в виде окрашенного столбика. Когда этот столбик будет находиться на расстоянии 4—5 см от нижнего края силикагеля, стакан для отбора бензольного раствора заменяют на предварительно доведенную до постоянной массы колбу для сбора раствора смол в ацетоне.

Включают баню 17 в сеть, подключают к холодильнику 12 воду и отгоняют ацетон из конической колбы. Просушивают

остаток смол при $105^{\circ}\text{C} \pm 5$, охлаждают в эксикаторе и доводят массу колбы до постоянного значения.

Результаты испытания рассчитывают в соответствии с ГОСТ 15886—70.

Аппарат для измерения объема паровоздушной смеси при определении давления насыщенных паров нефти АДП предназначен для измерения приращения объема паровоздушной смеси при испарении нефти с последующим определением давления насыщенных паров по методу, установленному ГОСТ 24993—81 «Метод определения давления насыщенных паров». Настоящий стандарт распространяется на подготовленную к транспортированию и переработке нефть и устанавливает метод определения давления насыщенных паров при отношении начального объема, занимаемого воздухом, к начальному объему, занимаемому жидкостью, равном 1 : 1, и заданной температуре.

Аппарат имеет следующие технические данные:

Число бюреток, шт.	2
Номинальная вместимость бюреток, мл	100
Цена наименьшего деления в интервале 0—50 (100—50) на узкой части бюретки, мл	0,2
Цена наименьшего деления в интервале 60—90 (40—10) на расширенной части бюретки, мл	1,0
Теплоноситель	Вода дистиллированная (+5)—(+50)
Температура теплоносителя, $^{\circ}\text{C}$	Стекло х/л группы ТС ГОСТ 21400—75
Материал стеклоизделий	Стекло органическое ТОСН5 ГОСТ 17622—72
Материал бани изделия	
Максимальное определяемое давление насыщенных паров, кПа (мм рт.ст)	69,316 (520)
Габариты, мм	465 × 400 × 640
Масса, кг	8,0

Сущность метода заключается в многократной продувке воздухом поверхности нефти в испарителе аппарата и измерении приращения объема паровоздушной смеси в измерительных бюретках вследствие испарения нефти.

Аппарат (рис. 197) состоит из водяной бани 3, закрепленной на штативе 18, измерительных бюреток 4 и 16, испарителя 6 с кранами 9, 10 и 14, уравнивательных склянок 7 и 15, установленных на стойках 2 и 19, переходников с кранами 11 и 13, шаров заборных 12, термометра 5, системы подачи сжатого воздуха, состоящей из пробки 8 со стеклянной трубкой, тройника 1 и крана 17, соединенных резиновыми трубками с трубопроводами сжатого воздуха.

Аппарат подготавливают к работе следующим образом. Заполняют насыщенным раствором хлорида натрия, подкрашенным метиловым оранжевым (индикатором) уравнивательные склянки 7 и 16, водяную баню 3 заполняют дистиллированной

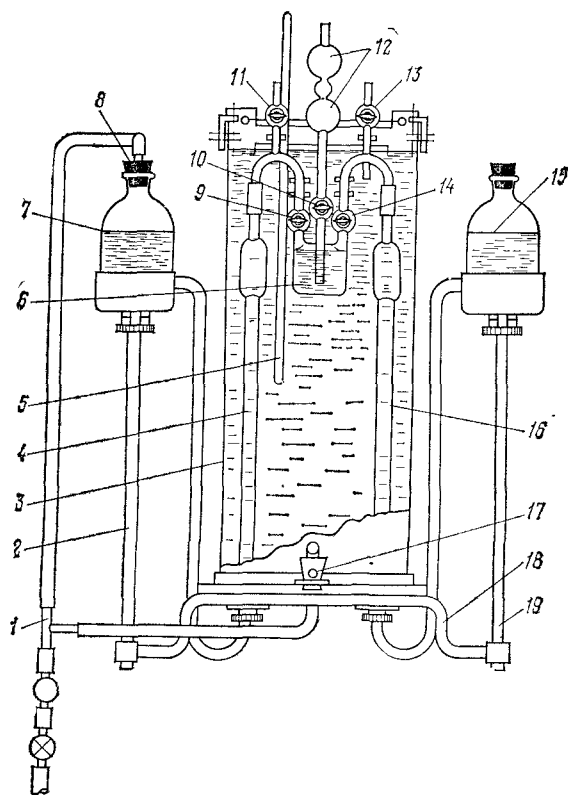


Рис. 197. Аппарат для измерения объема паровоздушной смеси при определении давления насыщенных паров нефти

водой до уровня на 20—30 мм ниже сферических шлифов переходников с кранами 11 и 13, подключают к терmostату, устанавливают заданную температуру по термометру 5 и поддерживают ее в течение испытания с погрешностью не более 0,1 °С. Испаритель 6 перед каждым определением промывают неэтилированным бензином или спиртобензольной смесью, просушивают воздухом.

Краны смазывают вакуумной смазкой и испаритель подсоединяют к пробоотборнику с нефтью (пробу с нефтью хранят в пробоотборнике при температуре не выше 20 °С). Открывают краны 9, 10, 14 и заполняют испаритель нефтью до полного вытеснения воздуха (отсутствие воздушного пузырька в испарителе). Перекрывают кран 10 после заполнения нефтью центральной трубки испарителя, испаритель промывают нефтью в количестве, равном не менее его двукратного объема, после промывки краны 9 и 14 закрывают.

Испаритель, заполненный нефтью, отсоединяют от пробоотборника, удаляют фильтровальной бумагой остатки нефти из отводных трубок (температура нефти при заполнении испарителя не должна превышать температуру определения давления насыщенных паров). Открывают кран 11 и перемещением уравнительной склянки 7 вверх и вниз (не менее 10 раз) продувают воздухом измерительную бюретку 4, затем кран 11 закрывают. Открывают кран 13 и перемещением уравнительной склянки 15 вверх и вниз (не менее 10 раз) продувают воздухом измерительную бюретку 16, затем кран 13 закрывают. Испаритель подсоединяют по схеме, приведенной на рис. 197, предварительно смазав сферические шлифы испарителя и конус заборных шаров 12 вакуумной смазкой.

Проверяют герметичность аппарата. Для этого закрывают краны 9, 10, 14, открывают краны 11, 13 и, опуская поочередно уравнительные склянки 7 и 15 вниз, отбирают в измерительные бюретки 4 и 16 50 см³ воздуха, краны 11, 13 закрывают, затем поочередно опускают уравнительные склянки 7, 15 вниз до уровня дна водяной бани 3, если в течение 60 с уровни жидкости в измерительных бюретках 4 и 16 не сместятся (отсутствует поступление воздуха), аппарат герметичен.

Устанавливают уровни жидкости в измерительных бюретках 4 и 16 на отметке «0» в верхней части бюреток. Для обеспечения точности результатов через каждые 15—20 определений измерительные бюретки последовательно промывают неэтилированным бензином или спиртобензольной смесью и ополаскивают дистиллированной водой, жидкости заливают в склянки 7 и 15. Снятый с аппарата испаритель заливают хромовой смесью на 5—6 ч и после этого промывают дистиллированной водой.

Порядок работы соответствует ГОСТ 24993—81. За результаты испытания принимают среднее арифметическое двух последовательных результатов определений испытуемой нефти. Полученное значение давления насыщенных паров нефти в паскалях (мм рт. ст.) округляют до целого числа.

Результаты определений, полученные на одном и том же аппарате, следует считать удовлетворительными, если расхождение между ними не превышает 1466 Па (11 мм рт. ст.). Результаты испытаний, полученные в разных лабораториях, следует считать удовлетворительными, если расхождение между ними не превышает 1733 Па (13 мм рт. ст.).

§ 49. УСТАНОВКА ДЛЯ ВЫДЕЛЕНИЯ ОРГАНИЧЕСКИХ ВЕЩЕСТВ ИЗ ВОДЫ УВВ

Установка предназначена для количественного определения органических загрязнителей в водопроводной воде. Определение органических загрязнителей (сухого остатка) особенно важно

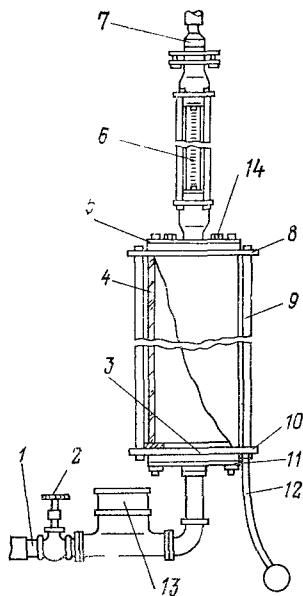


Рис. 198. Установка для выделения веществ из воды

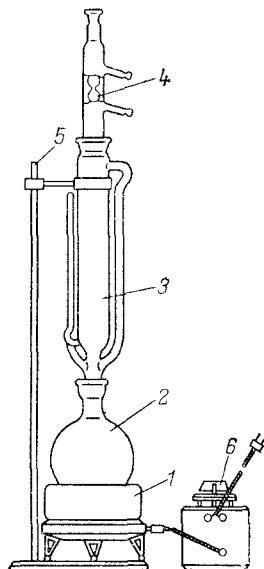


Рис. 199. Прибор для экстрагирования

при первоначальных анализах воды, когда выясняется пригодность нового источника питьевого водоснабжения, а также при периодическом контроле на случай загрязнения воды поверхностными стоками.

Установка имеет следующие технические данные:

Вместимость цилиндра для угля, л	3,6
Адсорбционный материал	Активный уголь или другой поглотитель
Вместимость насадки для экстрагирования, мл	1000
Расход воды, л/мин	1,7
Нижний предел измерения счетчика расхода воды, м ³ /ч	0,06
Предел измерения ротаметра, л/ч	40—250
Вместимость водяной бани, л	2
Потребляемая мощность, Вт	600
Напряжение, В	220
Габариты прибора для выделения веществ из воды, мм	600 × 350 × 1150
Габариты прибора для экстрагирования, мм	350 × 350 × 1150
Масса, кг	35

В установку входят прибор для выделения веществ из воды и прибор для экстрагирования.

Прибор для выделения веществ из воды (рис. 198) состоит из цилиндра 4 с активным углем, счетчика расхода холодной

воды 13 (крыльчатого типа), ротаметра 6, вентиля 2 и соединительной арматуры. Цилиндр изготовлен из стекла типа пирекс с внутренним диаметром 100 мм и высотой 460 мм. Ротаметр с пределами измерений от 40 до 250 л/ч служит для определения скорости протекания воды, скорость регулируется вентилем 2. Для ускорения извлечения активного угля из цилиндра предусмотрены быстродействующие зажимы 14, с помощью которых крепятся переходные фланцы 5 и 11. В цилиндре сверху и внизу установлены сетки 3 с прокладками (для угля). Цилиндр закреплен четырьмя шпильками 9 между кольцами 8 и 10 с прокладками.

Основанием прибора служат три ножки 12, закрепленные в нижнем кольце 10. Трубки 1 и 7 служат для забора и слива воды.

Прибор для экстрагирования (рис. 199) состоит из водяной бани 1, колбы круглодонной 2 вместимостью 2000 мл, насадки для экстрагирования 3, холодильника шарикового 4, штатива лабораторного 5, регулятора напряжения 6.

Через прибор для выделения веществ из воды пропускается от 5 до 20 м³ водопроводной воды. Затем прибор отсоединяют от водопроводной сети. Активный уголь извлекают из цилиндра (см. рис. 198), просушивают, загружают в насадку 3 прибора для экстрагирования и промывают хлороформом. Хлороформ затем удаляют дистилляцией и полученный остаток (примеси) высушивают и взвешивают.

Содержание органических веществ с (в г/л) вычисляют по формуле:

$$c = (m - m_1)/V,$$

где m — масса органических веществ, выделенных из исследуемой воды, г; m_1 — масса органических веществ, полученная в контрольном опыте с углем и растворителем; V — объем воды, пропущенной через установку, л.

Максимальный допустимый уровень содержания органических примесей (сухого остатка) в питьевой воде — 1500 мг/л.

§ 50. АППАРАТ ДЛЯ МИКРОГИДРИРОВАНИЯ АМГ

Аппарат предназначен для количественного определения двойных связей в различных органических соединениях. Он имеет следующие технические данные:

Вместимость сосуда для термостатирования, л	10
Пределы автоматического регулирования температуры в сосуде, °С	20—99
Точность регулирования, °С	±0,5
Масса анализируемого вещества, мг	5—30
Объем растворителя при анализе, мл	2
Вместимость микробюретки, мл	5
Цена деления микробюретки, мл	0,01
Масса, кг	39,0

Принцип определения основан на способности некоторых органических соединений присоединять активный водород. Методика работы с прибором предусматривает растворение навески вещества в соответствующем растворителе, не подвергающемся каталитическому гидрированию, например в спирте или уксусной кислоте, и перемешивание с известным объемом водорода в присутствии катализатора. Количество поглощенного водорода устанавливают, отмечая уменьшение его объема (объемный метод). Тип катализатора оказывает значительное влияние на течение гидрирования. Чаще всего применяют коллоидированный палладий, коллоидированную платину, платиновую чернь, оксид платины. Если строение вещества неизвестно, следует провести несколько опытов с различными катализаторами и в различных условиях.

Аппарат (рис. 200) состоит из узла гидрирования и термостатирования 2, ультратермостата 1, предназначенного для автоматического поддержания необходимой температуры в сосуде 16. Для получения водорода служит аппарат Киппа 19, а для осушки водорода — склянки 17 и 18. Узел для гидрирования и термостатирования состоит из сосуда для гидрирования 14, закрепленного держателем 11 на штативе 9, микробюретки 10, сосуда 16, подставки 3 и магнитной мешалки 4. Сосуд для гидрирования 14 должен иметь такие размеры, чтобы 2 мл растворителя образовывали в нем слой в 2 мм. Боковой конус 6, к которому припаян ковшик, дает возможность с помощью стаканчика 7 загружать анализируемое вещество. Для перемешивания содержимого применяют стержень 5, который входит в комплект магнитной мешалки. Кран 8 служит для сообщения системы с атмосферой, краны 12 и 13 — для соединения и разобщения частей системы.

В реакционный сосуд подают сухой водород из аппарата Киппа до полного вытеснения воздуха из системы, после чего закрывают кран 8, затем кран 13. В системе создается некоторое избыточное давление. Включают магнитную мешалку и перекрывают кран 12. По манометру 15 следят за подачей водорода.

Катализатор насыщают водородом до тех пор, пока уровень ртути в манометре не перестанет изменяться.

Перед началом анализа закрывают все краны, сбрасывают навески. Гидрируемое вещество поглощает водород. Уровень ртути в левом колене манометра поднимается. Спускают ртуть из бюретки до тех пор, пока уровень ее в обоих коленах манометра не сравняется. Число двойных связей x вычисляют по формуле:

$$x = V_0 M / (22,43q),$$

где V_0 — объем водорода, поглощенного веществом, приведенный к 0°C и нормальному давлению, мл; M — молекулярная масса; q — навеска, мг.

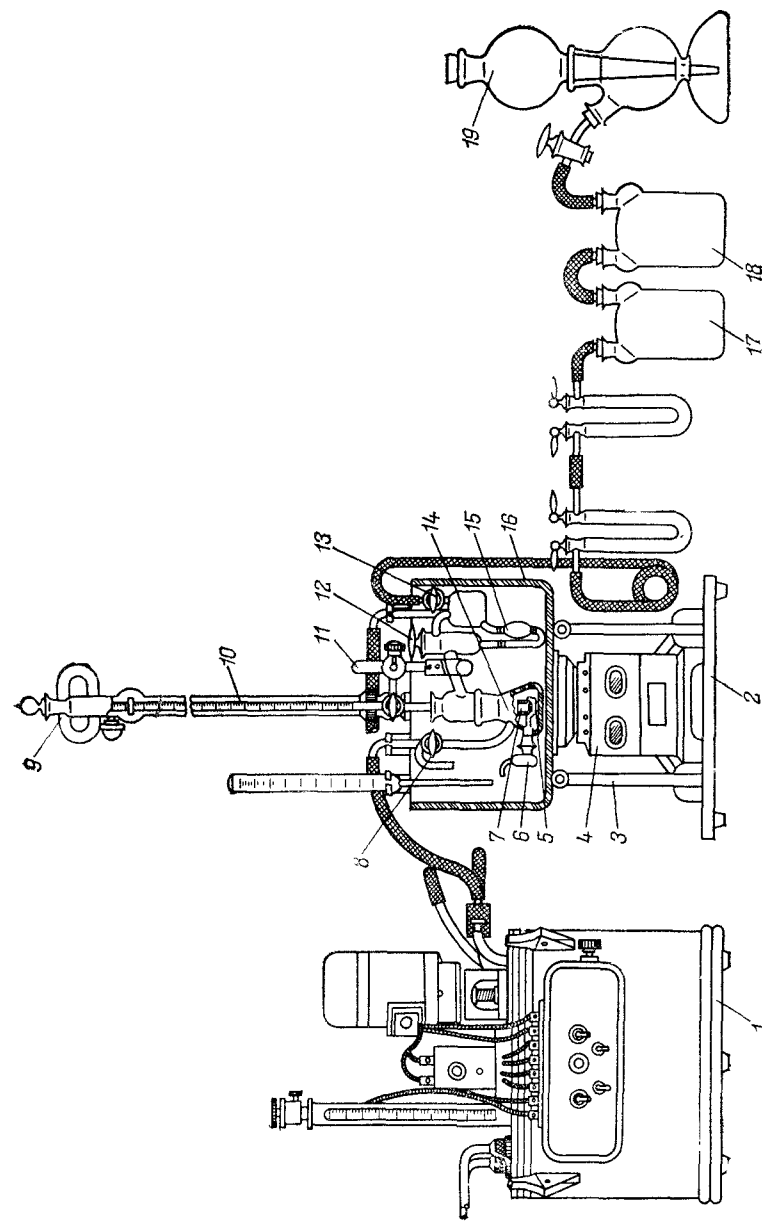


Рис. 200. Аппарат микрогидрирования АМГ

§ 51. АППАРАТ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ СОДЕРЖАНИЯ СПИРТА В РАСТВОРАХ

Для определения содержания спирта в спиртосодержащих растворах существует ряд методов, в том числе: бихроматный, газохроматографический, перегонка с водяным паром, калориметрический, метод фазового титрования, эбулиоскопический, рефрактометрический, ультразвуковой, интерферометрический. Наиболее распространенным методом является бихроматный. Перегонку с водяным паром применяют для выделения спирта из высококипящих смесей нерастворимых в воде веществ. При этом спирт отгоняется в виде азеотропной смеси с водой, температура кипения которой ниже температуры кипения каждого из компонентов. Преимущество перегонки с водяным паром перед обычной перегонкой в том, что она может быть избирательной, так как не все нерастворимые вещества могут перегоняться с паром, некоторые же вещества перегоняются настолько медленно, что представляется возможным четкое разделение.

Аппарат для определения содержания спирта в растворах АПС изготавливают из термически устойчивого стекла типа пирекс и обеспечивает чистоту растворов и визуальное наблюдение за ходом процесса.

Преимуществом аппарата перед другими аналогичными приборами является то, что аппарат выполнен полностью из стекла, сокращено время перегонки растворов, а оригинальный холодильник позволяет сократить потери спирта до минимума. Аппарат прост в эксплуатации и обеспечивает необходимую точность и воспроизводимость анализов. Аппарат АПС позволяет определять спирт в спиртосодержащих растворах до 20 % (об.).

Аппарат имеет следующие технические данные:

Объем перегоняемого раствора, мл	200
Продолжительность перегонки, мин	7—10
Пределы определения спирта, % (об.)	≤ 20
Вместимость перегонного куба, мл	750
Материал реакционной части	Стекло типа пирекс
Расход охлаждающей воды при 13°С, л/ч	90
Напряжение, В	220
Потребляемая мощность, Вт	1800
Габариты, мм	715 × 380 × 970
Масса, кг	48

Аппарат работает по принципу перегонки с водяным паром, который образуется в резервуаре нагревателя. Отгоняемые из испытуемого раствора пары спирта проходят через дефлегматор и конденсируются в водяном холодильнике. Аппарат состоит из двух параллельных реакционных систем, общего нагревателя и пульта управления. Несущей частью аппарата (рис. 201) является станина 25, которая состоит из основания, вертикальной стенки, стоек 18 и кожуха 29. Для крепления составных частей

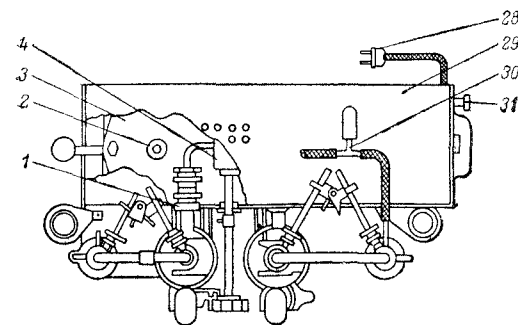
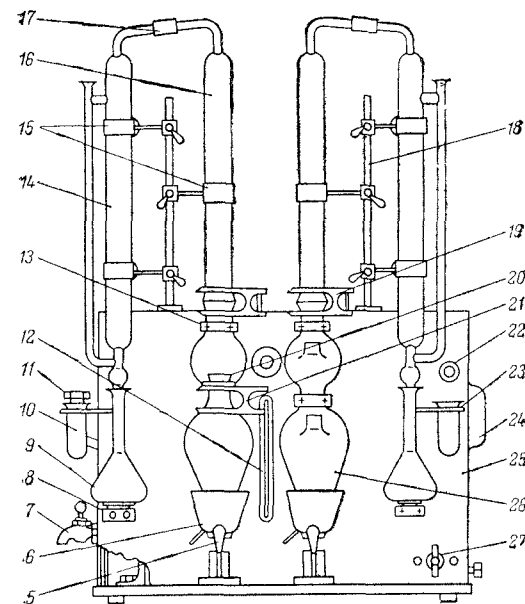


Рис. 201. Аппарат для определения содержания спирта в растворах АПС

аппарата служат держатели 13 и 15, смонтированные на лицевой стороне вертикальной стенки и стойках. Задняя часть станины разделена стенкой на две половины, в одной из которых смонтирован нагреватель 3, в другой — электрооборудование. Рукоятка включения нагревателя 27 выведена на лицевую сторону станины, а рукоятка автотрансформатора 24 — на ее боковую стенку. Нагреватель 3 представляет собой металлический резервуар с крышкой и указателем уровня 12. Источником тепла являются электрические трубчатые нагреватели, смонтированные внутри резервуара. На крышке резервуара имеется предохранительный клапан 2. Сбоку резервуара имеется патрубок

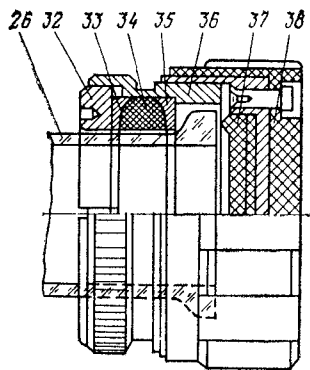


Рис. 202. Пробка сосуда аппарата АПС

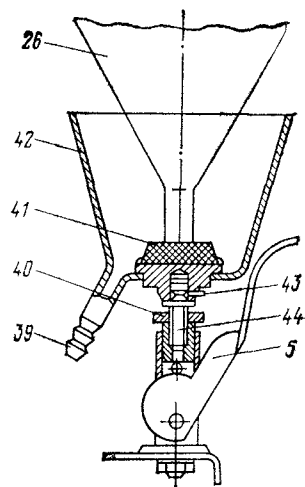


Рис. 203. Затвор аппарата АПС

с пробкой 11 для залива воды. Пар отводится через трубку с краном 4. С помощью этой трубки можно подавать пар в одну из реакционных систем и соединять реакционные системы с атмосферой. Кран 4 снабжен пружиной, удерживающей пробку. Кран приводится во вращение рукояткой, выведенной на лицевую сторону станины. Для обеспечения необходимого режима работы нагревателя служит термодатчик, закрепленный на боковой стороне резервуара, и кулачок с микропереключателем, расположенный на кране 4. Для слива воды из резервуара нагревателя имеется кран 7. Каждая из реакционных систем состоит из сосуда 26, дефлегматора 16, холодильника 14 и приемной колбы 9. Сосуд 26 снабжен патрубком для залива перегоняемой жидкости, который закрывается пробкой 20 с зажимом 21 и патрубком, соединяющим сосуд с нагревателем.

Вторым вариантом пробки 20 является заглушка (рис. 202), которая состоит из полуколец с резьбой 32, полуколец 33 и 35, резьбового кольца 34, корпуса 36, фторопластового вкладыша 37 и крышки 38. Внутри сосуда 26 (см. рис. 201) имеется барботер для обеспечения лучшего контакта водяного пара с испытуемым раствором. Дефлегматор 16 елочного типа соединяется с сосудом 26 при помощи зажима 19.

Холодильник 14 спирального типа, в котором пар проходит по спирали, а охлаждающая вода — по рубашке, снабжен отводной трубкой, заполненной стеклянной насадкой, в которой улавливаются следы летучих продуктов (т. е. спирта), уносимые воздухом в начале отгонки. Холодильник и дефлегматор соединяются через трубку 17.

В качестве приемной колбы 9 использована мерная колба с круговой отметкой. На конец холодильника перед приемной колбой для уплотнения надето резиновое кольцо. Приемная колба 9 поджимается к холодильнику 14 и фиксируется с помощью пружинного держателя 8.

Если требуется установить приемную колбу 9 в стакан со льдом, для устойчивости на держателе 8 закрепляется подставка-столлик с наклеенной на нее резиновой прокладкой. Нижнее отверстие сосуда 26 закрывается затвором 6, который одновременно является и воронкой 42 (рис. 203) для слива отработанного раствора в канализацию. На затворе имеется штуцер 39 и рукоятка с эксцентриком 5. Затвор имеет регулировочный шток 44 и гайку 40 для закрепления пробки 41 на необходимой высоте. На штоке 44 имеется канавка, в которую входит винт 43, удерживающий воронку 42 на штоке. Остатки отгона из холодильника 14 (см. рис. 201) после снятия приемной колбы 9 собирают в стаканчик 10, помещенный на качающемся держателе 23.

В электрооборудование входит пакетный выключатель 27 для включения аппарата в сеть, сигнальная лампа 22 и автотрансформатор 24 для регулирования интенсивности парообразования в нагревателе. Для подключения аппарата к электросети служит двухполюсная вилка 28, для заземления — болт 31.

Реакционный сосуд 26 соединяется с отводом крана 4 нагревателя с помощью муфты 1, состоящей из сильфона и гаек, обеспечивающих герметичность соединения. Для подключения холодильника 14 к водопроводной сети служат соединительные трубки 30 и резиновые трубки, причем оба холодильника соединены параллельно (общая питающая трубка и общая сливная).

Каждая из реакционных систем работает автономно и попеременно. Анализируемый раствор с предварительно зарегистрированной температурой отмеряют приемной колбой 9 и заливают в сосуд 26. Приемную колбу 9 устанавливают на место, сосуд 26 закрывают пробкой 20. При нулевом положении крана 4, когда перегонка не ведется, температуры воды в резервуаре нагревателя 3 доводят до $96^{\circ}\text{C} \pm 2$ и поддерживают ее с помощью трубчатых электронагревателей и терморегулятора. При перегонке кран 4 устанавливают в положение «1» (или «2»). При этом трубчатые электронагреватели переключаются на режим перегонки, интенсивность которой можно регулировать автотрансформатором 24, и полость резервуара нагревателя 3 соединяется с соответствующим реакционным сосудом 26. Поступающий водяной пар нагревает раствор до кипения. Пары спирта направляются в дефлегматор 16, а затем в холодильник 14. Конденсат собирают в приемную колбу 9. После окончания отгонки к конденсату в приемной колбе 9 приливают дометки дистиллированную воду и доводят до температуры, при

которой раствор заливали в сосуд 26. Затем спиртометром определяют содержание спирта в конденсате. Отработанный раствор из сосуда 26 сливают в канализацию. Нагреватель 3 отключают от работающей секции и переключают на подготовительный режим, устанавливая кран 4 в нулевое положение.

§ 52. ПРИБОРЫ ДЛЯ ОЧИСТКИ ГАЗОВ

Многие органические вещества при проведении реакций изменяются под действием кислорода, диоксида углерода, влаги воздуха. Для предотвращения этого воздух заменяют инертным газом (например, азотом, аргонном, водородом). Но инертные газы, поставляемые обычно в баллонах, содержат различные примеси, а для многих тонких химических синтезов и для получения чистых веществ требуется инертный газ высокой чистоты. Применяемые в лабораторной практике различные способы сушки (с помощью поглотителей, глубоким вымораживанием и др.), как правило, недостаточно эффективны.

Для очистки газов применяют приборы различной конструкции. Наиболее удобным и простым по конструкции является прибор для очистки газов ПГ, изготовленный полностью из стекла. Он предназначен для тонкой очистки газообразного азота, аргона, гелия, водорода и других инертных газов от примесей кислорода, водяного пара, серосодержащих соединений, органических, механических и других примесей.

Прибор имеет следующие технические данные:

Скорость пропускания газа, л/ч	10—20
Содержание влаги в очищенном газе, мг/м ³ (точка росы —83 °С)	$1 \cdot 10^{-4}$
Содержание кислорода в азоте, % (об.)	$1 \cdot 10^{-5}$ — $1 \cdot 10^{-6}$
Подогрев колонок	Электрический
Напряжение, В	220
Потребляемая мощность, Вт	500
Материал колонок	Стекло типа пирекс
Рабочее давление, кПа (атм)	≤ 50 (0,5)
Габариты, мм	270 × 270 × 800
Масса, кг (без футляра)	10

Прибор (рис. 204) состоит из пяти стеклянных колонок 6, 7, 8, 9, 10 с наполнителями, фильтра 11, штатива 1 и футляра 2. На каждую колонку намотана проволока из нихрома (для колонок 6, 9, 10 — диаметром 0,4 мм и длиной 12 м; для колонок 7 и 8 — диаметром 0,2 мм и длиной 18 м). Проволока и соединительные провода скреплены хомутиками, надетыми на колонку. Для термоизоляции снаружи на колонку надевается стеклянный кожух. Колонки в верхнем и нижнем держателях закрепляются между призмами планок. Колонки заполняются соответствующими адсорбентами и катализаторами, на входе и на выходе в колонку помещают куски стеклянной ваты.

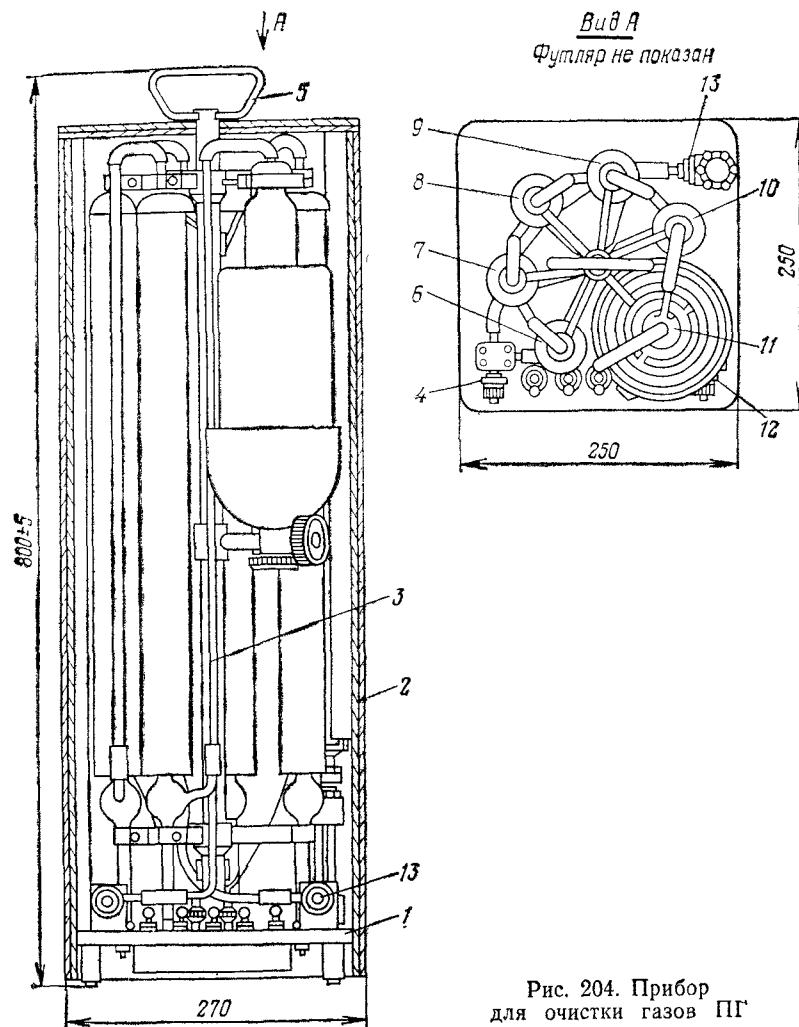


Рис. 204. Прибор для очистки газов ПГ

Колонка 6 заполнена активным оксидом алюминия А-1 (в колонке газ очищается от механических примесей, масла компрессора, предварительно осушается). Колонки 7 и 8 заполнены никельхромовым катализатором. В колонках 7 и 8 примесный кислород связывается уже при +20 °С, однако более глубокая очистка происходит при +100 °С. Никельхромовый катализатор поглощает серосодержащие и частично органические примеси. Колонки 9 и 10 заполнены синтетическими цеолитами, поглощающими примеси СО₂, органических соединений и воду. Тонкая осушка газа происходит в высокоэффективном фильтре 11 благодаря использованию волокнистых фильтрующих материала-

лов типа ФП, улавливающих мельчайшие частицы тумана, увлекаемые потоком осушаемого газа. Для охлаждения фильтра применяют жидкий азот или другой хладагент (твердый диоксид углерода — сухой лед, смесь сухого льда с ацетоном и др.), который заливают в сосуд Дьюара. Скорость пропускания газа в приборе устанавливают с помощью ротаметра 13. На входе и выходе газовой системы установлены вентили 4 и 12. Трубки 3 служат для соединения колонок между собой. Ручкой 5 пользуются при переноске прибора. Прибор включается в сеть с помощью штепсельной вилки, колонки включают тумблером. Последовательность соединения колонок и фильтра показана на рис. 205. Перед началом работы проводят регенерацию прибора. С помощью редуктора, вентилей и ротаметра из баллона на вход прибора подают газ со скоростью 10 л/ч. Прибор включают в электросеть. Тумблерами включают колонки 7 и 8 и нагревают до 100—150 °С (можно проводить очистку газа без нагревания). Остальные колонки работают при комнатной температуре, нагрев необходим при регенерации. В сосуд Дьюара заливают хладагент (при охлаждении фильтра жидким азотом концентрация влаги в очищенном газе снижается с $1 \cdot 10^{-3}$ до $1 \cdot 10^{-7}$ мг/л). Затем прибор продувают газом, подлежащим очистке, в течение 20—40 мин, после чего прибор готов к работе. После очистки 24—30 м³ газа проводят регенерацию, в противном случае степень очистки газа от примесного кислорода изменяется — с $1 \cdot 10^{-5}$ до $1 \cdot 10^{-1}$ % (об.).

Никельхромовый катализатор регенерируют, пропуская через колонки 7 и 8 (см. рис. 204) водород при +180 °С. Оксид алюминия и синтетические цеолиты регенерируют, пропуская через колонки 6 и 9 и 10 азот при +250 °С. Через фильтр пропускают азот при температуре не ниже +70 °С. При регенерации необходимо каждую колонку восстанавливать по отдельности, подавая газ сверху вниз. Степень очистки газа от влаги проверяют с помощью кулонометрического измерителя микро-

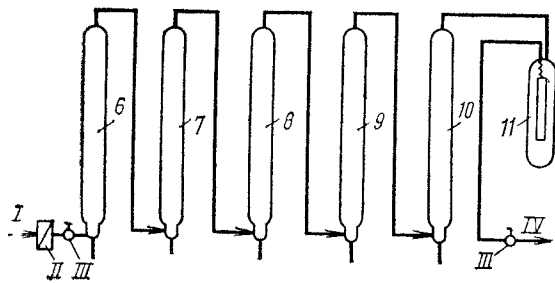


Рис. 205. Схема соединения колонок и фильтра в приборе ПГ:

I — вход; II — ротаметр; III — вентиль; IV — выход

концентраций влаги в газах типа КИВТЛ. Степень очистки газа от примеси кислорода проверяют газоанализатором ГЛ-5108.

§ 53. ПРИБОРЫ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПРЕДЕЛОВ ВОСПЛАМЕНЕНИЯ ГОРЮЧИХ ГАЗОВ И ПАРОВ

Воспламеняться способны только горючие газовые смеси, например смеси метана с воздухом, паров бензина и других горючих жидкостей с воздухом или кислородом, смеси хлора с водородом и др. Причинами воспламенения могут быть открытый огонь, электрическая искра, удар молнии, лучистая энергия, тепло, выделяющееся при химическом процессе или при механическом ударе, трении, давлении. При недостатке кислорода в воздухе горение будет неполным или совсем прекратится. Продукты неполного сгорания могут образовывать с воздухом взрывчатые смеси, обладающие часто ядовитыми свойствами.

Наименьшая концентрация горючего газа, при которой возможно воспламенение, отвечает нижнему, а наибольшая — верхнему пределу воспламенения.

Для определения концентрационных пределов воспламенения горючих газов и паров существуют специальные приборы. Так, в США в начале XX в. был теоретически разработан, а в 1952 г. фирмой «Goward and Jones» был изготовлен опытный образец такого прибора. В Италии фирма «Fiuraga AL» в 1971 г. также разработала аналогичный прибор, но в отличие от американского он был изготовлен из нержавеющей стали. До сего времени приборы для этих целей за рубежом серийно не выпускались.

В настоящее время отечественная промышленность выпускает прибор, позволяющий находить максимальную и минимальную концентрации горючего газа в смеси с воздухом.

Прибор для определения пределов воспламенения горючих газов и паров КП обеспечивает: безопасную работу благодаря блокирующему устройству, предотвращающему ведение работы при открытых дверцах прибора; высокую чистоту эксперимента, обусловленную применением коррозионно-стойких материалов, в том числе стекла и фторопласта; высокую точность при дозировании смесей вследствие применения для измерения парциального давления манометра с наклонной трубкой и конусной линейки; высокую герметичность за счет надежных соединений составных частей и магнитного привода центробежного насоса; высокую производительность; возможность визуального наблюдения за ходом процесса; возможность работы с легко конденсирующимися при комнатной температуре парами жидкостей; возможность многократного чередования дозирования компонентов и перемешивания для

достижения необходимых концентраций смесей; достаточную однородность смеси благодаря применению в качестве перемешивающего устройства двухстороннего центробежного вентилятора с магнитной муфтой.

Прибор предназначен для определения в воздухе при атмосферном давлении и температуре окружающей среды допустимых концентраций газов и паров внутри взрывоопасного технологического оборудования, систем рекуперации, в вентиляции, при расчете предельно допустимой взрывоопасной концентрации горючих газов и паров при проведении огневых работ, при классификации производств по степени пожарной опасности, а также для определения температурных пределов воспламенения насыщенных паров жидких и низкоплавящихся (до $+50^{\circ}\text{C}$) органических продуктов в воздухе при нормальном давлении и температуре от -50 до $+300^{\circ}\text{C}$ при оценке пожарной опасности продуктов.

Прибор для определения пределов воспламенения горючих газов и паров имеет следующие технические данные:

Исследуемые вещества	Горючие газы и пары, в том числе коррозионные
Концентрация газа и пара, % (об.) . .	0,5—99
Давление в системе при дозировании, кПа (мм рт.ст.)	0,7—100 (5—760)
Давление при зажигании	Атмосферное
Перемешивание смеси	Принудительное, механическое
Продолжительность перемешивания, мин	1—6
Размеры реакционного сосуда, мм:	
диаметр	57
высота	1500
Температурный предел воспламенения, $^{\circ}\text{C}$	$-50 \div +300$
Зажигающее устройство	Высоковольтный электрический разрядник и система спирального зажигания
	10
Напряжение спирального зажигания, В	
Размер резервуара реакционного сосуда, мм:	
диаметр	65
высота	125
Материал реакционного сосуда	Стекло типа пирекс
Потребляемая мощность, Вт	1,2
Напряжение, В	220/380
Габариты, мм	910 \times 425 \times 2000
Масса, кг	110

Прибор состоит из металлического шкафа 47 (рис. 206), внутри которого собраны газозоудная система и вакуумметр. Шкаф прикрепляется к стенке болтами 24 и соединяется с системой вытяжной вентиляции при помощи патрубка 26. Газозоудная система образует замкнутый контур, в который входит реакционный сосуд 20, подводные трубопроводы 18, 49 и центробежный насос 14 (рис. 207), соединенные между собой

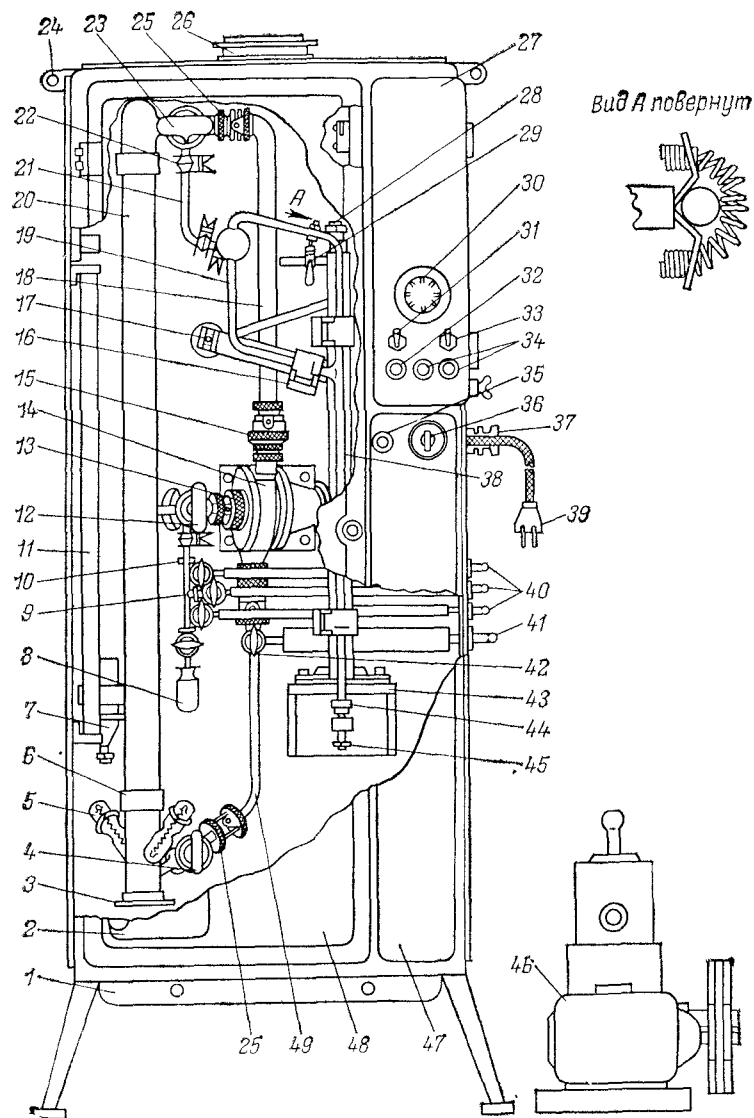


Рис. 206. Прибор для определения пределов воспламенения горючих газов и паров КП

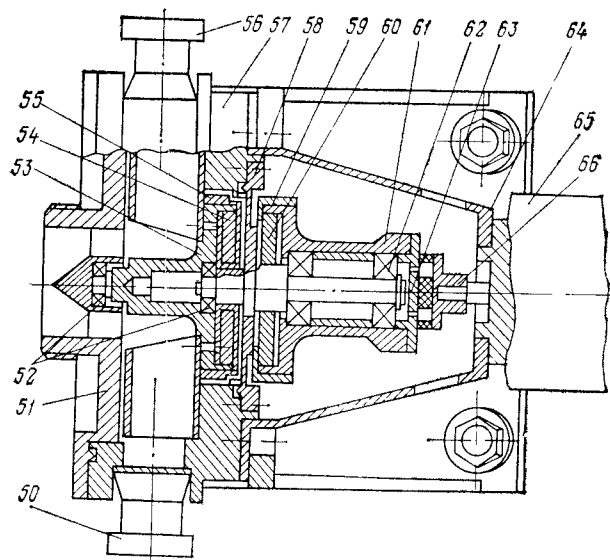


Рис. 207. Насос прибора КП

с помощью сильфонно-шарнирных муфт 13, 15, 25. С реакционным сосудом 20 соединен коллектор 9 с кранами, служащий для заполнения систем испытываемой смесью. С передней стороны шкафа имеется дверца 48 из прозрачного материала, внизу шкафа имеется поддон 1. Прибор снабжен пультом управления 27 и блокирующим устройством, которое делает невозможным включение зажигающего устройства при открытой дверце шкафа. В реакционный сосуд 20 вставлены электроды 5 для поджигания газовой смеси.

Перед заполнением смесью газозвдушную систему с помощью вакуумного насоса 46 вакуумируют, а затем заполняют через коллектор испытываемой смесью, которую дозируют по парциальному давлению с помощью ртутного чашечного вакуумметра.

Смесь газов и паров перемешивается до гомогенного состояния за счет циркуляции по замкнутому контуру, создаваемой центробежным насосом; при этом всасывание происходит из средней части реакционного сосуда, а выброс — в верхнюю и нижнюю части, благодаря чему обеспечивается лучшее перемешивание. Гомогенизированная газозвдушная смесь поджигается при атмосферном давлении с помощью электродов искрового зажигания от высоковольтного разрядника.

Определение температурных пределов воспламенения насыщенных паров в воздухе заключается в определении минимальной и максимальной температур, при которых насыщенные пары продукта, находясь в равновесии с жидкой фазой, обра-

зуют паровоздушную смесь, способную воспламеняться от источника зажигания и распространять пламя по всему объему смеси. Для этого служит нагревательное устройство (рис. 208), состоящее из реакционного сосуда 67, в который помещены двухзонная термопара 71 для замера и регистрации температуры жидкой и паровоздушной смеси, электрод искрового зажигания 68, работающий от высоковольтного разрядника, и электрод спирального зажигания 69.

В реакционный сосуд 67 наливают продукт и закрывают пробкой 70, сосуд помещают в термостат (или криостат) с определенной температурой и поджигают паровую фазу сначала с помощью электродов спирального зажигания, затем опыт проводят с электродом искрового зажигания.

Вакуумметр предназначен для измерения давления в газозвдушной системе при дозировании испытываемой смеси. Он представляет собой ртутный чашечный манометр, состоящий из металлического резервуара 43 с отводом 44, в котором закреплена измерительная трубка 19 и имеется устройство для слива ртути 45. Резервуар 43 снабжен крышкой, в которой имеется отверстие с пробкой для залива ртути (225 мл) и патрубков с колпачком для соединения плоскости резервуара с атмосферой. Измерительная трубка 19 состоит из вертикальной и наклонной частей, соединенных между собой сосудом для сбора выброшенной ртути при резких колебаниях давления в системе. Наклонная часть измерительной трубки предназначена для измерения небольшого остаточного давления до 4000 Па (30 мм рт. ст.). Для отсчета служат линейки, по которым передвигаются указатели 16, позволяющие производить отсчет с точностью до 0,1 мм.

Вертикальная линейка 38, смонтированная на штативе, снабжена винтом 28, позволяющим перемещать ее по вертикали, чтобы совместить нулевое деление шкалы с уровнем ртути при атмосферном давлении. Линейка 17 для наклонной части измерительной трубки также смонтирована на штативе и может отклоняться

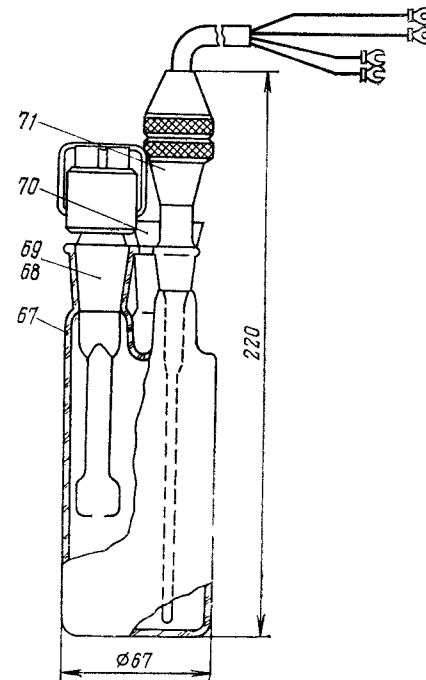


Рис. 208. Нагревательное устройство прибора КП

на некоторый угол, чтобы ее можно было устанавливать точно вдоль оси трубки. Угол наклона линейки, а вместе с ней наклонной части трубки измеряют угломером с необходимой точностью и используют при отсчете показаний по наклонной части вакуумметра. На линейке 17 для наклонной части также имеется указатель с конусной шкалой. Измерительная трубка соединена со штативом с помощью пружинного держателя 29. Штатив смонтирован на резервуаре вакуумметра, который с помощью кронштейна закреплен на задней стенке шкафа. Для соединения вакуумметра с газовой системой прибора КП служит отвод 21 со сферическим шлифом и зажимом 22.

Центробежный насос 46 (см. рис. 207) предназначен для перемешивания газовой смеси, он имеет один центральный патрубок для всасывания и два патрубка 50 и 56 для выхода, расположенные по касательной через 180°. Основной частью насоса является корпус 57, герметично соединенный с двумя крышками 51 и 58, одна из которых представляет собой мембрану с двумя осями. На оси, находящейся внутри корпуса, на подшипниках 52 вращается крыльчатка 53, в ступицу которой вмонтирована и закреплена гайкой 55 магнитная полумуфта 54. Вторая магнитная полумуфта 60 смонтирована на подшипниках 62 на наружной оси крышки 58 и закреплена гайкой 59 в корпусе 61, который с помощью эластичных поводковых муфт 63, 66 соединен с валом электродвигателя 65, закрепленным с помощью стакана 64 на корпусе насоса 57.

Насос работает следующим образом. Вращение от электродвигателя 65 передается через эластичные поводковые муфты 63, 66 на корпус 61 с магнитной полумуфтой 60, которая приводит в движение магнитную полумуфту 54, а вместе с ней и крыльчатку 53. Перемешивание газовой смеси происходит в результате циркуляции ее по замкнутому контуру за счет закручивания потока на лопастях крыльчатки и при смешивании двух встречных потоков в реакционном сосуде.

Пульт управления служит для монтажа электрооборудования. На стенке шкафа смонтированы пакетный выключатель 36 (см. рис. 206) и сигнальная лампа 35, подключенные к общей сети, на лицевой стороне подвижной панели 27 — выключатель 31 и регулятор числа оборотов 30 центробежного насоса, выключатель местного освещения 33 прибора, кнопка включения зажигающего устройства 32 и кнопки «пуск» и «стоп» 34 вакуумного насоса 46. Подключение пульта управления к общей сети производится с помощью 4-полюсной вилки и розетки 39; вакуумный насос 46 подключается к пульта управления через разъем 37. На задней ножке шкафа имеется болт заземления. Высоковольтная катушка зажигания 7 смонтирована на задней стенке шкафа вблизи от электродов зажигания 5. Лампа местного освещения 11 находится на левой стенке шкафа.

Электрод 5 служит для поджигания газовой смеси от высоковольтного разрядника. Он состоит из стеклянного корпуса с конусом. В корпус впаяна молибденовая проволока, к концу которой с помощью втулки и винтов крепится игла. Расстояние между электродами в реакционном сосуде регулируется выдвиганием иглы. Вывод электрода закрыт съемным колпачком. Электрод в реакционном сосуде закреплен пружинами.

Сосуд реакционный 20 служит для сжигания газовой смеси. Он представляет собой стеклянную вертикальную трубку, нижний конец которой открыт и имеет притертый фланец. Сосуд имеет сбоку три отвода с кранами. Нижний кран 4 односторонний, два других — двухходовые. Через эти отводы реакционный сосуд с помощью сильфонно-шарнирных муфт 13, 15, 25 и переходных трубок 18, 49 соединяется с насосом 14. К отводу верхнего крана 23 присоединяется вакуумметр, а к отводу среднего крана 12 — коллектор 9. Пробки кранов подпружинены и закреплены гайками. На переходной трубке 18 имеется кран для сообщения с атмосферой. Реакционный сосуд смонтирован в шкафу с помощью ленточных зажимов 6.

Коллектор 9 служит для наполнения системы испытываемыми газами и парами. Он имеет четыре крана с отводами, три из них соединены эластичными трубками со штуцерами 40, находящимися на боковой стенке шкафа, а четвертый заканчивается конусом, с помощью которого подсоединяются сосуды 8 для жидких испытываемых смесей. Сосуд 8 крепится к коллектору 9 пружинами, а коллектор — держателем 10.

При определении концентрационных пределов воспламенения ориентировочные пределы воспламенения испытываемого газа [в % (об.)] вычисляют по следующим эмпирическим формулам:

$$\text{нижний предел } c_n = (100/1) + (N - 1) \cdot 4,77$$

$$\text{верхний предел } c_v = (4 \cdot 100/4) + 4,77N$$

где N — число атомов кислорода, необходимое для полного сгорания одной молекулы вещества.

Дозировку горючего газа осуществляют по вакуумметру, при этом разность между давлением в системе прибора до впуска горючего газа и после впуска должна быть равна его парциальному давлению p , вычисленному по формуле:

$$p = c p_1 / 100$$

где c — заданная концентрация горючего газа, % (об.); p_1 — атмосферное давление.

Для газов со сравнительно высокой критической температурой следует при определении объемной концентрации по парциальным давлениям учитывать отклонения от состояния идеального газа. Для этого вначале подсчитывают константы ван-дер-

Ваальса a и b по формулам:

$$a = (27/64) \cdot (R^2 T^2 / p_k),$$

$$b = (R/8) \cdot (T_k / p_k),$$

где R — универсальная газовая постоянная; T — критическая температура, K , p_k — критическое давление.

Далее вычисляют объем одного моля газа (V) в литрах по уравнению ван-дер-Ваальса:

$$pV^3 - (bp + RT)V^2 + aV - ab = 0,$$

где p — парциальное давление газа.

Исправленное парциальное давление газа вычисляют по формуле:

$$p_{\text{и}} = RT/V.$$

Затем, суммируя парциальные давления компонентов газовой смеси, приведенные к состоянию идеального газа, получают исправленное общее давление смеси $p_{\text{он}}$.

Исправленную концентрацию газа $c_{\text{и}}$ (в % об.) вычисляют по формуле

$$c_{\text{и}} = 100p_{\text{и}}/p_{\text{он}}.$$

Поправку на неидеальность газа можно не вносить, если исправленная концентрация $c_{\text{и}}$ отличается от заданной концентрации c менее чем на 2 % определяемой величины.

Пригодность собранного прибора к работе проверяют по эталону — жидкому синтетическому аммиаку. Верхний предел воспламенения должен быть 27—28 % (об.).

Работу на приборе проводят в следующем порядке. Соединяют штуцер 41 вакуумным шлангом с насосом 46, открывают кран 4 и ставят кран 12 в положение, при котором коллектор 9 отключен от остальной части прибора. Подключают к прибору через штуцера 40 емкости с испытуемыми газами, заполняют испытуемыми газами трубки, идущие от штуцеров 40 к кранам коллектора 9, и закрывают краны коллектора. Закрывают нижний конец реакционного сосуда 20 стеклянной пластиной 3 и включают прибор пакетным выключателем 36 («сеть»). Ставят кран 12 в положение, при котором коллектор 9 соединен с реакционным сосудом 20 и отключен от насоса 14, включают вакуумный насос 46 кнопкой 34 «пуск» и откачивают систему до остаточного давления 650—1300 Па (5—10 мм рт. ст.). Закрывают кран 42, выключают вакуумный насос и фиксируют по вакуумметру давление в системе.

Заполняют систему прибора рассчитанным количеством горючего газа через коллектор (или последовательно несколькими газами в определенной пропорции), после чего заполняют систему прибора воздухом через коллектор до выравнивания давления с атмосферным. Во избежание конденсации компонен-

тов горючей смеси в измерительной трубке вакуумметра следует следить за тем, чтобы газовый поток шел от коллектора через средний кран 12 в реакционный сосуд 20, затем через нижний кран 4 — в насос 14 и далее через верхний кран 23 — в вакуумметр.

Поворачивают кран 12 в такое положение, чтобы широкий проход в кране соединил реакционный сосуд 20 с насосом 14, а коллектор 9 был отключен от системы. Поворачивают кран 23 в такое положение, чтобы широкий проход соединил реакционный сосуд 20 с трубопроводом 18, а вакуумметр был отключен от системы. Плавно включают насос 14 переключателем 31 и регулятором напряжения 30 для перемешивания газозвушной смеси в течение 5—10 мин, выключают насос 14 переключателем 31 и отключают реакционный сосуд 20 от остальной системы прибора, перекрыв краны 4, 12 и 23. Закрывают дверцу шкафа 48. Через 1—2 мин через окно 2 в дверце 48 шкафа снимают стеклянную пластину 3, затем окно 2 закрывают и быстро поджигают смесь искрой, включенной кнопкой «зажигание» 32 на 2—3 с.

Если при трехкратной подаче искры смесь не воспламенилась или если возникшее пламя не распространилось до верха реакционного сосуда, то в каждом последующем опыте при определении нижнего предела воспламенения парциальное давление горючего газа и смеси повышают не более чем на 10 %, а при определении верхнего предела его понижают не менее чем на 2 %. Если в первом опыте происходит воспламенение с распространением пламени до верха реакционного сосуда, то последующие опыты проводят соответственно с пониженными (для нижнего предела) и повышенными (для верхнего предела) концентрациями горючего газа.

Для каждого опыта прибор следует тщательно продуть воздухом с целью удаления газообразных продуктов сгорания и охлаждения реакционного сосуда.

Результаты вычисления округляются до двух значащих цифр, а если вычисленная величина находится в пределах 10—20 % (об.), то до трех значащих цифр. Предельные концентрации горючего газа, при которых происходит воспламенение с распространением пламени до верха реакционного сосуда, и концентрации, при которых наблюдается «отказ», должны быть воспроизведены не менее трех раз.

Расхождение между параллельными испытаниями не должно превышать 10 % определяемого значения.

При определении пределов воспламенения горючих паров испытуемую смесь жидкостей помещают в широкий или узкий сосуд 8, который подключается к коллектору 9, и закрепляют пружинами. Сосуд подогревают рукой. Весь процесс работы такой же, как при определении пределов воспламенения горючих газов.

Работа на приборе КП требует исключительной осторожности из-за высокой взрывоопасности. В связи с этим все составные части прибора смонтированы в металлическом шкафу, снабженном вытяжной вентиляцией. Дверца шкафа из прозрачного небьющегося материала имеет блокировку, благодаря чему проведение основных работ при открытой дверце невозможно.

К обслуживанию прибора допускаются лица, прошедшие инструктаж по технике безопасности при работе с взрывоопасными, огнеопасными и ядовитыми веществами.

§ 54. ПРИБОР ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ТЕМПЕРАТУРЫ ПЛАВЛЕНИЯ ТВЕРДЫХ ВЕЩЕСТВ ПТП

Температура плавления является точной характеристикой каждого чистого твердого вещества. Для определения температуры плавления предложены приборы различной конструкции, из которых наиболее надежным, простым по конструкции и точным является прибор ПТП. Он предназначен для определения температуры плавления веществ в интервале от 20 до 360 °С в стеклянных капиллярных трубках при различных скоростях нагрева. Прибор имеет следующие технические данные:

Диапазон измерения температуры, °С	20—360
Рабочие скорости нагрева, °С/мин	1; 2; 4; 6; 8; 10
Максимальная скорость нагрева, °С/мин	50
Точность определения температуры, °С	0,5
Питание прибора:	
напряжение, В	220
частота, Гц	50
Потребляемая мощность, Вт	200
Материал блока-нагревателя	Стекло группы ТС ГОСТ 21400—75
Габариты, мм	235 × 340 × 630
Масса, кг	13

Принцип действия прибора основан на нагревании исследуемых веществ в вертикально установленных капиллярах, запаянных с нижнего конца. Стеклянные капилляры вместе с термометром устанавливаются в блок-нагреватель, нагреваемый константановой проволокой, навитой бифилярно. Прибор снабжен номограммой, позволяющей при определенной фиксированной глубине погружения термометров установить напряжение, необходимое для заданной скорости нагревания. Дополнительная коррекция скорости нагрева, учитывающая влияние температуры окружающей среды и движения воздуха, осуществляется вручную регулятором напряжения. На приборе для удобства наблюдения за плавлением веществ и шкалой термометра установлены оптическое приспособление с фокусировкой и два осветителя с рефлекторами.

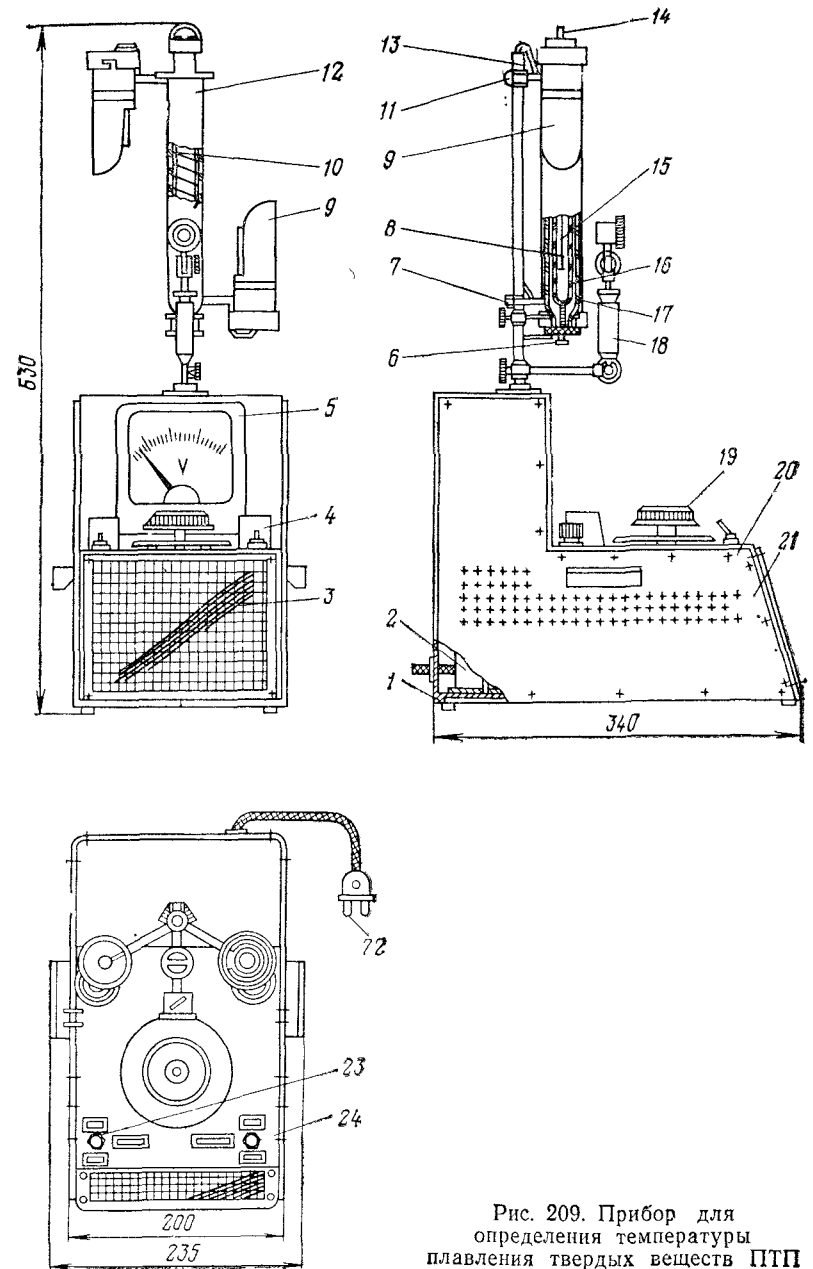


Рис. 209. Прибор для определения температуры плавления твердых веществ ПТП

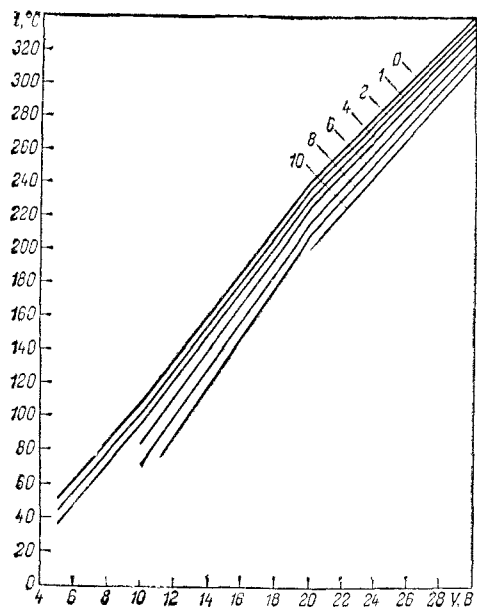


Рис. 210. Номограмма скорости нагрева

Прибор состоит из следующих основных сборочных единиц: основание со щитком управления и номограммой, стеклянный блок-нагреватель, оптическое приспособление, приспособление для установки термометров, приспособление для установки капилляров.

Несущей частью прибора (рис. 209) является основание 1 с кожухом 21, на котором укреплены щиток для управления 20 и номограмма 3. На основании установлены регулятор напряжения 19, трансформатор 2 и вольтметр 5. На кожухе основания 21 установлены стойка 13 и два стакана 4 для хранения капиллярных трубок 15. Основной частью прибора является блок-нагреватель 12, который укреплен на стойке 13 при помощи держателей 7, 11. Блок-нагреватель состоит из двух сосудов, изготовленных из термостойкого стекла и вставленных один в другой. На внутренний сосуд навита бифилярно константановая спираль 10, концы которой выведены снизу через кожух 17 на контакты 6. В блоке-нагревателе с помощью приспособления 14 установлен термометр 16, к которому крепятся капилляры 15 при помощи приспособления 8. На стойке кроме нагревателя установлены оптическое устройство 18 для наблюдения за капиллярами и два осветителя с рефлекторами 9.

Для определения температуры плавления образец исследуемого вещества помещают в капиллярную трубку 15, которая устанавливается при помощи приспособления 8 так, чтобы столбик вещества находился на уровне середины ртутного резервуара термометра. В сеть прибор включают с помощью вилки 22.

По номограмме (рис. 210) определяют напряжение, соответствующее необходимой скорости нагревания: тумблером 23 включают в сеть нагреватель 12, а тумблером 24 — осветитель 9. Следя за показаниями вольтметра 5, при помощи ручки регулятора 19 устанавливают необходимое напряжение. В блок-нагреватель помещают термометр ТЛ-2 или ТЛ-6 с приспособлениями для одного-трех капилляров.

Порядок работы на приборе следующий. Проводят пробное плавление двух-трех эталонных веществ с заведомо известной температурой плавления. Набивают измельченным сухим веществом чистую сухую капиллярную трубку 15 из нейтрального стекла, запаивая с одного конца; длина трубки 40—60 мм, внутренний диаметр 1 мм. Уплотняют вещество в капилляре, бросая его в вертикально установленной трубке диаметром 8—10 мм с высоты 70—80 мм; слой уплотненного вещества в капиллярной трубке должен быть 2—8 мм. Включают прибор в сеть и устанавливают в нагреватель термометр ТЛ-2 при помощи пробки с прорезью или термометр ТЛ-6 при помощи приспособления 14, на термометрах посредством приспособления 8 закрепляются капилляры с веществом.

Определяют по номограмме напряжение, соответствующее необходимой скорости нагрева при определенной температуре плавления. Включают нагреватель 12 тумблером 23, устанавливают регулятором 19 необходимое напряжение и наблюдают за процессом плавления вещества в капиллярах при помощи оптического приспособления 18, а за показаниями термометра — с помощью лупы.

Рекомендуется устанавливать прибор строго горизонтально (в целях точного показания вольтметра) на твердой поверхности стола и в помещениях с минимальным движением воздуха. Температура воздуха в помещении должна быть 19—24 °С. Для большей точности определения температуры плавления прибор может быть проградуирован дополнительно в зависимости от условий работы.

§ 55. ПРИБОРЫ ДЛЯ НЕПРЕРЫВНОГО ПРОТИВОТОЧНОГО ИЗВЛЕЧЕНИЯ (ЭКСТРАГИРОВАНИЯ)

Экстрагирование (экстракция) — извлечение растворителями отдельных компонентов из смеси жидких или твердых веществ — широко применяется для разделения и очистки. В лабораторной практике простое экстрагирование проводят в делительных воронках, аппаратах типа аппарата Сокслета, приборах различной конструкции в зависимости от плотности растворителя (тяжелые и легкие). Небольшие количества вещества экстрагируют в специальных пробирках и капиллярах с применением центрифугирования.

Широкое распространение получил метод непрерывного противоточного распределения в трубках. Такой метод экстракции в системе жидкость — жидкость позволяет разделять вещества с очень близкими коэффициентами распределения. С помощью противоточного распределения удается определять незначительные количества компонентов смеси с высокой степенью чистоты. Простейшими устройствами для противоточного распределения служат наборы делительных воронок и пробирок на кону-

сах, различные ячейки и секции, но на переливание фаз и их встряхивание тратится значительное время. С целью автоматизации процесса противоточного распределения созданы аппараты на 100, 200, 300, 500 и более трубок; такие приборы, например АПР-200, выпускаются как в нашей стране, так и за рубежом. Устройство и принцип действия этих аппаратов здесь не рассматриваются, так как они широко применяются на практике и подробно описаны в литературе.

Метод экстрагирования в противоточных колонках также широко известен. Его применяют для разделения, очистки и концентрирования веществ. Конструкции колонок могут работать по различным принципам. Для жидкостной экстракции применяют автоматическую установку непрерывного действия, изготавливаемую полностью из стекла.

Установка для автоматической жидкостной экстракции УЭ-2 предназначена для разделения смесей органических жидкостей методом экстракции жидкость — жидкость на основе разной растворимости компонентов в несмешивающихся органических растворителях, а также в буферных растворах с различными значениями рН.

Установка имеет следующие технические данные:

Тип колонок	Насадочный
Диаметр колонок, мм	50
Число колонок, шт.	24
Характеристика колонок (отношение диаметра к длине колонки)	1 : 40
Полезная вместимость колонки с набивкой из колец Рашига $d = 8$ мм, мл	2500
Движение растворов из одной колонки в последующие	Принудительное с помощью вакуумного питателя
Остаточное давление, кПа (мм рт.ст.)	33—47 (250—350)
Скорость движения растворов, л/ч	4—6
Подвижная фаза	Тяжелая или легкая (с переналадкой)
Потребляемая мощность, Вт	1000
Напряжение, В	220/380
Габариты, мм	5540 × 3450 × 330

Установка состоит из ресивера, электрошкафа, гидравлического клапана, устройства охлаждения, распределительного устройства, промежуточного резервуара, золотника и станины.

Ресивер 23 (рис. 211) представляет собой цилиндрический сосуд, снабженный двумя кранами: верхний 26 служит для сообщения с атмосферой, нижний 25 — для удаления жидкости, собирающейся в ресивере во время работы. Для соединения ресивера с вакуумной магистралью служат два штуцера. Остаточное давление в ресивере контролируется вакуумметром, установленным на крышке ресивера.

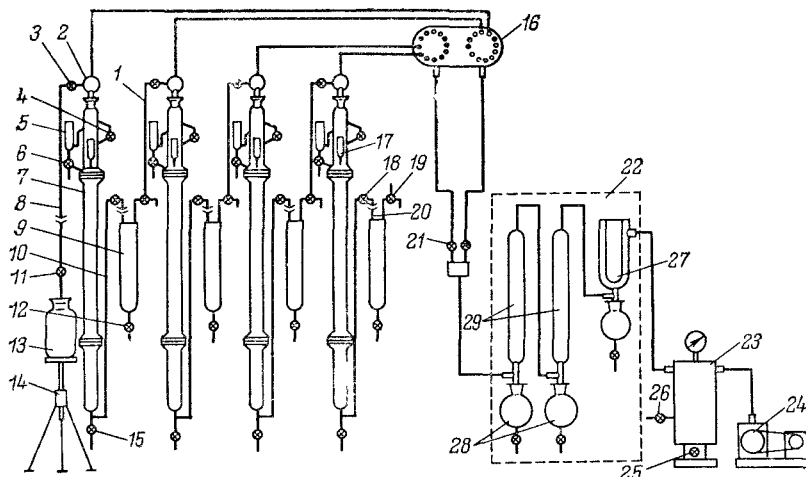


Рис. 211. Схема установки для автоматической жидкостной экстракции УЭ-2 (вариант работы в режиме «движущаяся тяжелая фаза»)

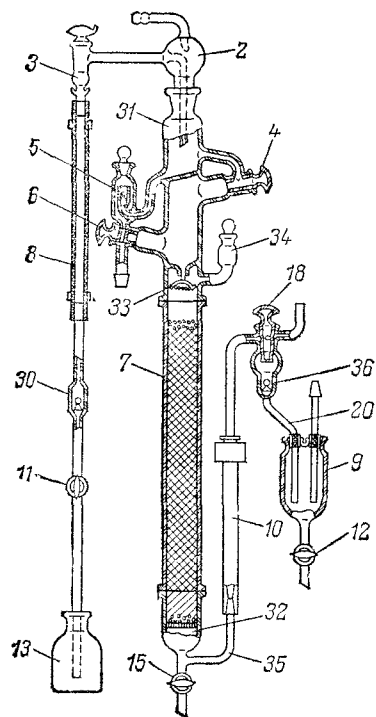
Электрошкаф с пусковой аппаратурой монтируется в соседнем взрывобезопасном помещении. Пусковые кнопки взрывоопасного исполнения монтируются рядом с установкой.

Клапан гидравлический предназначен для регулирования количества всасываемого раствора. Он представляет собой трубку, снабженную регулировочным краном 11 и клапаном 30 (рис. 212), предотвращающим обратный сброс раствора.

Устройство охлаждения 22 (см. рис. 211) служит для улавливания паров растворителей. Оно состоит из холодильников 29 змеевикового типа с водяным охлаждением, резервуара 27 для жидкого азота (или другого хладагента), приемных колб 28 и кранов 21, которые закрепляются на вертикальной стойке с помощью зажимов и держателей. Штуцера холодильников, резервуары для жидкого азота и краны соединены между собой с помощью вакуумных трубок.

Устройство распределительное (см. рис. 212) является основной частью установки, где происходит разделение смеси. Оно содержит насадку 2 с каплеуловителем и краном 3, цилиндры верхний 31, средний 7, заполненный кольцами Рашига, и нижний 32. Верхний цилиндр 31 представляет собой камеру, состоящую из нескольких секций. Верхняя секция соединяется с нижней двумя путями: через трехходовой кран 6 с клапаном 5 и через одноходовой кран 4. В нижней секции цилиндра имеется зонтик 33 для распределения раствора по всему сечению цилиндра и воронка с пробкой 34 для заливания раствора в установку перед работой. Нижний цилиндр 32 распределительного устройства имеет перфорированную решетку, которая удерживает набивку из колец Рашига, кран 15 для слива рас-

Рис. 212. Распределительное устройство установки УЭ-2



тора и боковой отвод 35 для соединения распределительного устройства с промежуточным резервуаром. Все цилиндры (верхний, средний, нижний) соединяются между собой с помощью плоских шлифов и закрепляются набором полуколец.

Промежуточный резервуар предназначен для поддержания необходимого уровня раствора в распределительном устройстве и является промежуточной емкостью при перекачивании раствора по установке. В него входит цилиндр 9, трубка 20 с краном 18 и клапаном 36 внутри, тройник 19 с краном. Тройник одним концом соединяется с цилиндром, через другой конец при переключении крана можно засасывать раствор не из промежуточного резервуара, а из любой другой емкости, что необходимо в работе для подачи чистого растворителя.

Трубка 20 одним концом вставлена в цилиндр 9 и другим концом с помощью ниппеля и фторопластовой трубки 10 соединяется с нижним цилиндром 32 распределительного устройства. С верхним цилиндром распределительного устройства промежуточный резервуар соединяется трубкой, идущей от тройника 19 к отводу трехходового крана 6 верхнего цилиндра 31 распределительного устройства или к отводу крана 3 насадке 2. Промежуточный цилиндр 9 монтируется с помощью скоб и держателей на среднем цилиндре 7 распределительного устройства.

Золотник 16 служит для последовательного соединения верхних цилиндров всех распределительных устройств с вакуумным ресивером 23, а затем с атмосферой (попеременно). Золотник состоит из двух одинаковых секций, приводимых в работу электродвигателем через редуктор.

Станина служит для крепления всех узлов и деталей установки, она представляет собой трубчатый штатив.

Установка работает по методу разделения, основанному на различии коэффициентов распределения разделяемых веществ в двухфазных системах растворителей — верхняя фаза/нижняя фаза. При этом одна из фаз перемещается относительно аппа-

рата, другая остается в покое. Частным случаем этого метода является разделение смеси органических оснований на основе разной их растворимости в буферных растворах с различными значениями pH. Смесь веществ, растворенную в органическом растворителе с большей плотностью, пропускают через буферный раствор с определенным pH (сквозь легкую фазу), которым заполнены все секции установки, где из смеси осаждается какой-то компонент.

Установка состоит из 24 стеклянных последовательно собранных секций: распределительное устройство — промежуточный резервуар — распределительное устройство и т. д. Все распределительные устройства заполняются тяжелой фазой (чистым растворителем) и легкой фазой (например, буферным раствором). Смесь веществ, растворенная в чистом растворителе с большей плотностью (в режиме движения тяжелой фазы и неподвижной легкой фазы), с помощью вакуума засасывается в верхний цилиндр 31 распределительного устройства. Всасывание происходит следующим образом. Через золотник 16 насадка 2 соединяется с вакуумной магистралью, клапан 5 закрывается, происходит всасывание раствора из емкости 13. Затем через золотник 16 насадка 2 соединяется с атмосферой, клапан 5 открывается, и раствор самотеком вытекает в средний цилиндр 7 распределительного устройства, проходит через легкую фазу, которая поглощает один из компонентов смеси, и далее через трубку 10 и кран 18 — в промежуточный резервуар 9; при этом клапан 36 из трубки 20 вынут. Он нужен лишь при работе установки в режиме движущаяся легкая фаза — неподвижная тяжелая фаза. Из промежуточного резервуара 9 с помощью вакуума раствор засасывается в насадку 2 следующего распределительного устройства. Снова повторяется цикл, описанный выше.

Раствор, проходя через все секции установки, собирается отдельными порциями для дальнейшей обработки. После пропускания раствора смеси в органическом растворителе (тяжелой фазе) тем же порядком через все секции установки пропускают чистый органический растворитель (тяжелую фазу) в количестве, значительно превосходящем взятое для растворения смеси разделяемого вещества. В конструкции установки предусмотрена переналадка для работы в режиме движущейся легкой фазы при неподвижной тяжелой фазе.

При работе установки в режиме «движущаяся тяжелая фаза» порядок работы следующий (см. рис. 211 и 212). Закрывают краны 12 и 15 на нижних цилиндрах распределительного устройства и цилиндрах промежуточных резервуаров, заполняют установку тяжелой фазой через воронку 17 верхнего цилиндра распределительного устройства так, чтобы уровень ее был на 100—150 мм выше соединения нижнего цилиндра со сред-

ним, извлекают клапан из трубки 20 в промежуточном резервуаре, кран 18 устанавливают в такое положение, чтобы отверстие пробки крана было соединено с атмосферой. Заполняют установку через воронку 17 верхнего цилиндра распределительного устройства легкой фазой так, чтобы тяжелая фаза из нижнего цилиндра распределительного устройства перелилась в цилиндр 9 промежуточного резервуара (100—150 мм). При этом трубка 20, регулирующая уровень раствора, должна быть установлена в положение, обеспечивающее уровень легкой фазы в цилиндре 7 распределительного устройства на высоте на 100 мм ниже фланцевого соединения цилиндров.

Растворяют разделяемую смесь в тяжелой фазе, устанавливают сосуд 13 с растворенной смесью на штатив 14 и закрывают одноходовый кран 4 на верхнем цилиндре распределительного устройства. Открывают трехходовой кран 6 на распределительном устройстве так, чтобы раствор из клапанного сосуда мог попасть через зонтик в средний цилиндр 7, открывают кран тройника 19 промежуточного резервуара так, чтобы раствор мог засасываться из промежуточного резервуара 9 в насадку 2 распределительного устройства. Регулируют краном 11 на гидравлическом клапане 8 порцию засасываемого раствора и трехходовым краном 6 на верхнем цилиндре скорость истечения раствора. Включают золотник 16 (направление вращения — по часовой стрелке), подключают установку в вакуумной системе и открывают кран 21. Включают вакуумный насос 24, при этом краны на ресивере 23 должны быть закрыты.

После окончания работы открывают кран на ресивере 23, выключают вакуумный насос 24 и золотник 16, сливают растворы из каждой секции установки или из нескольких соседних вместе и проводят дальнейшую их обработку.

Для работы в режиме «движущаяся легкая фаза» необходимо провести переналадку установки (рис. 213). Для этого открывают одноходовой кран 4 верхнего цилиндра распределительного устройства, а трехходовой кран 6 устанавливают в положение, обеспечивающее проход из клапанного сосуда к нижнему отводу крана. Вставляют клапан 36 в трубку 20 промежуточного резервуара, а кран 18 поворачивают так, чтобы не было сообщения с атмосферой. Закрывают кран 3 на насадке распределительного устройства, переводят трубку 1 от тройника 19 промежуточного резервуара на отвод трехходового крана 6 распределительного устройства, устанавливают сосуд с рабочим раствором в правый конец установки, так как движение раствора по секциям будет справа налево.

Заполняют раствором установку так же, как при работе в режиме «движущаяся тяжелая фаза», причем уровень заполнения легкой фазой должен находиться на высоте одноходового крана 4 верхнего цилиндра распределительного устройства, закрывают воронку 34 пробкой, включают золотник (вращение

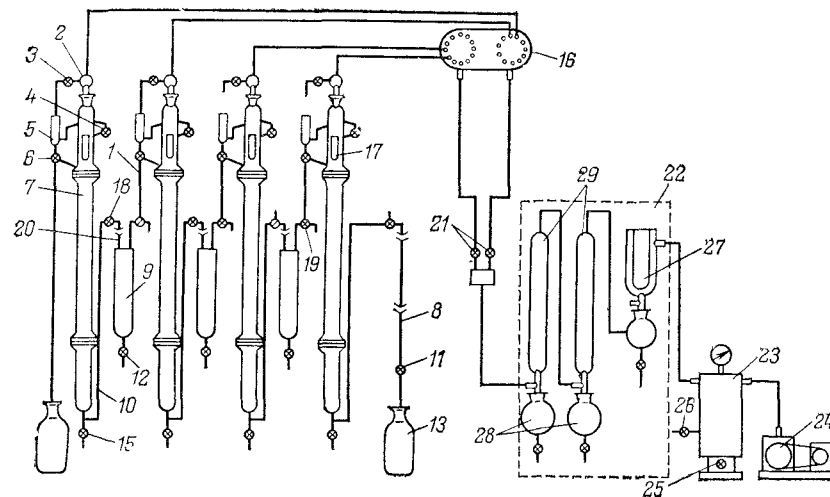


Рис. 213. Схема установки для автоматической жидкостной экстракции УЭ-2 (вариант работы в режиме «движущаяся легкая фаза»)

должно быть против часовой стрелки). Остальной порядок работы тот же, что при работе в режиме «движущаяся тяжелая фаза».

Благодаря своим конструктивным и технологическим особенностям установка обеспечивает визуальное наблюдение за ходом процесса, сохранение первоначальной чистоты продукта, автоматическое ведение процесса, непрерывность процесса, возможность работы в разных режимах.

§ 56. ГАЗОАНАЛИЗАТОРЫ

Газоанализаторы предназначены для количественного определения одного или более компонентов газовой смеси. Известно несколько методов газового анализа.

Ниже описываются газоанализаторы для объемного анализа газов, входящие в группу механических анализаторов. Их принято называть объемно-абсорбционными или объемно-манометрическими. С помощью этих газоанализаторов измеряют изменение объема газовой смеси после удаления из нее определяемого компонента. Газоанализаторы, работающие на этом принципе, были первыми автоматическими анализаторами химического состава газа. Благодаря простоте и надежности конструкции, удобству в обслуживании и невысокой стоимости подобные газоанализаторы получили широкое распространение.

Газоанализатор ГОУ-1 предназначен для отдельного определения в газовой смеси диоксида углерода и углерода в стали, чугуна и других материалах.

Прибор имеет следующие технические данные:

Тип	Лабораторный
Пределы измерения углерода, %	0 ÷ 0,25 ± 0,001 0 ÷ 1,50 ± 0,005 0 ÷ 4,50 ± 0,010
Число бюреток	3
Номинальный объем измерительной части бюреток, мл	5, 30, 90
Предельные отклонения бюреток от номинальной вместимости	±0,02, ±0,10, ±0,20
Условия калибровки измерительных бюреток: температура, °С	16
атмосферное давление, кПа (мм рт.ст.)	100 (760)
Прокатка газовой смеси	Ручная
Габариты, мм	500 × 280 × 1000
Масса, кг	9

Принцип работы газоанализатора основан на измерении количества диоксида углерода, образующегося при сжигании навески анализируемого материала. Содержание углерода определяют, сжигая навеску, например стали, в токе кислорода при температуре не ниже 1300 °С и поглощая образовавшийся диоксид углерода раствором гидроксида калия. Содержание углерода определяют по разности между первоначальным объемом газов и объемом, полученным после поглощения диоксида углерода.

Газоанализатор (рис. 214) состоит из штатива и измерительной системы. Штатив 1 представляет собой деревянную раму, на которой монтируются все части газоанализатора. В измерительную систему входит холодильник 3, измерительная бюретка 2 с термометром 4, соединительная гребенка 5, поглотительный сосуд 6 и уравнительная склянка 7. Все эти узлы и детали соединены между собой резиновыми трубками и смонтированы на штативе. Для определения диоксида углерода служат бюретки трех типов (от 0 до 4,5 % С). Холодильник (змеевиковый) 3 служит для охлаждения смеси газов (СО₂ + О₂), поступающей в газоизмерительную бюретку 2, с которой он сообщается через центральный трехходовой кран соединительной гребенки 5.

Через центральный кран бюретка может быть соединена также с поглотительным сосудом, а через малый одноходовой кран — с атмосферой. Измерительная бюретка 2 представляет собой узкий цилиндрический сосуд с расширением в верхней части. Стенки бюретки двойные, пространство между ними заполняется водой через специальное отверстие в верхней части. Образующаяся водяная рубашка служит для поддержания постоянной температуры в бюретке. Температура газов, поступающих в бюретку, измеряется термометром. Капиллярный конец верхней части бюретки соединяется встык при помощи резиновой трубки с соединительной гребенкой 5, а через нее — с ат-

мосферой, холодильником 3 и поглотительным сосудом 6. В верхней части бюретки имеется стеклянный затвор — пустотелый поплавок, всплывающий при заполнении бюретки жидкостью и автоматически запирающий верхнее выходное отверстие. В нижней узкой части бюретки имеется шкала для измерения объема газа. Деления шкалы соответствуют процентному содержанию углерода в навеске вещества в 1 г. Бюретку калибруют при 16 °С и давлении 100 кПа (760 мм рт. ст.). Если объем газа измеряют при других условиях, то вводят поправку, которую находят при прилагаемой к аппарату таблице.

Поглотительный сосуд 6 снабжен автоматическими затворами-поплавками, которые запирают его при наполнении жидкостью, благодаря чему исключается возможность попадания раствора щелочи из поглотительного сосуда в бюретку.

Уравнительная склянка с жидкостью 7 соединена при помощи резиновой трубки с нижним концом бюретки, с ее помощью газовая смесь перекачивается из бюретки в поглотительный сосуд и обратно.

Порядок работы на приборе следующий. Проверяют на герметичность краны и соединения, наполняют поглотительный сосуд 6 40 %-ным раствором гидроксида калия, наливают в уравнительную склянку 7 400—450 мл 20 %-ного раствора хлорида натрия, добавив несколько капель серной кислоты и раствора индикатора (метилового оранжевого), ставят центральный кран гребенки 5 в положение, при котором бюретка, поглотительный сосуд и холодильник разобщены и открывают малый кран на атмосферу. Поднимают уравнительную склянку 7, наполняют бюретку жидкостью и закрывают малый кран, ставят центральный кран в положение, соединяющее бюретку с поглотительным сосудом, опускают уравнительную склянку и дают жидкости вытечь из бюретки. При этом уровень раствора щелочи в поглотительном сосуде повышается, и поплавок закрывает выход

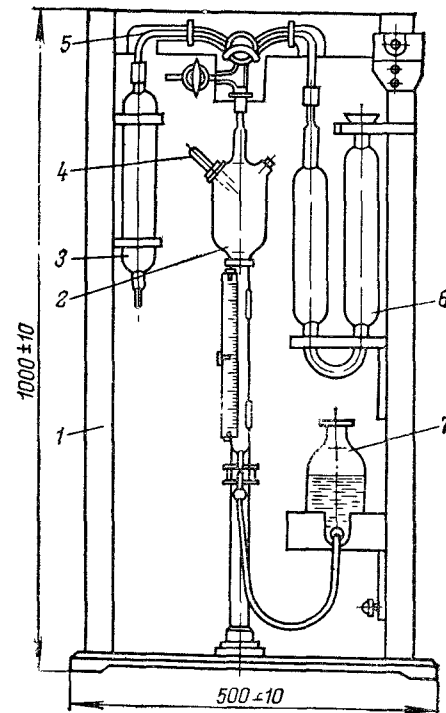


Рис. 214. Газоанализатор ГОУ-1

из поглотительного сосуда. Закрывают центральный кран гребенки, открывают малый кран, поднимают уравнительную склянку, наполняют бюретку жидкостью до верхнего предела, закрывают кран и опускают уравнительную склянку.

На этой стадии проводят сжигание образца. Для этого нужно поместить навеску в фарфоровую лодочку, засыпать плавнем и продвинуть в наиболее нагретое место трубки для сжигания, затем закрыть трубку для сжигания пробкой (соединив таким образом печь с кислородным баллоном и аппаратом). Затем приступают к измерениям.

Ставят уравнительную склянку на нижнее положение подставки, как только продукты горения вытеснят жидкость из верхней части бюретки. Когда уровень жидкости в измерительной бюретке опустится примерно до деления шкалы 0,20, быстро закрывают центральный кран гребенки. При этом уровень жидкости в нижней части бюретки устанавливается на нулевом делении шкалы, а уровень в уравнительной склянке должен быть на одной горизонтали с уровнем жидкости в стеклянной бюретке.

Соединяют поворотом центрального крана бюретку с поглотительным сосудом и поднимают уравнительную склянку для перекачивания газообразных продуктов из бюретки в поглотительный сосуд (повторить не менее двух раз). Перекрывают центральный кран после второго перекачивания из поглотительного сосуда в бюретку, выдерживают 20—30 с, уравнивают мениски в уравнительной склянке и бюретке и берут отсчет по шкале бюретки. Записывают температуру газа в бюретке и атмосферное давление. Содержание углерода c (в %) вычисляют по формуле:

$$c = (V - V_1)/m$$

где V — объем H_2CO_3 , выраженный в % от углерода; V_1 — объем H_2CO_3 в контрольном опыте; K — поправочный коэффициент на давление и температуру, наблюдаемый в момент измерения (берется из таблиц, прилагаемых к аппарату); m — масса навески, г.

Для контроля правильности работы аппарата перед началом анализа и через каждые 2—3 ч определяют содержание углерода в стандартном образце материала.

Газоанализатор ГОУ-1 изготавливают в соответствии с ГОСТ 10713—75. Условное обозначение газоанализатора для определения углерода с ручной прокачкой газовой смеси с измерительной бюреткой исполнения 1: газоанализатор ГОУ-1-1 ГОСТ 10713—75.

Газоанализатор ГОУ-2 предназначен для определения углерода в стали, чугуне и других материалах с автоматической прокачкой газовой смеси. Прибор имеет следующие технические данные:

Тип	Лабораторный
Пределы измерения углерода, %	0 ÷ 0,25 ± 0,001
	0 ÷ 1,50 ± 0,005
	0 ÷ 4,50 ± 0,010
Количество бюреток	3
Номинальный объем измерительной части бюретки, мл	5; 30; 90
Предельные отклонения бюреток от номинальной вместимости	±0,02; ±0,10; ±0,20
Условия калибровки измерительных бюреток:	
температура, °С	16
атмосферное давление, кПа (мм рт. ст.)	100 (760)
Прокачка газовой смеси	Автоматическая
Напряжение, В	220
Напряжение на электродах, В	36
Потребляемая мощность, Вт	56
Газ при пневматическом прокачивании	Кислород, азот, сжатый воздух
Давление прокачки, Н/м ²	0,14 · 10 ⁵
Габариты, мм	530 × 280 × 1000
Масса, кг	12

Принцип работы газоанализатора ГОУ-2 тот же, что и ГОУ-1. Для автоматического прокачивания газовой смеси в ГОУ-2 смонтированы пульт управления, две электромагнитные катушки, в верхних узких частях измерительной бюретки и поглотительного сосуда впаяны по два платиновых электрода.

Газоанализатор ГОУ-2 (рис. 215) состоит из пульта управления 1, штатива 2, холодильника 4, термометра 3, соединительной гребенки 5, измерительной бюретки 6, поглотительного сосуда 7, уравнительной склянки 8, крановой вилки 9 и двух электромагнитных клапанов 10.

Пульт управления 1 состоит из металлического корпуса и панели, на которых смонтированы трансформатор, два промежуточных реле, два переключателя, две сигнальные лампы и предохранитель. Пульт управления предназначен для автоматического включения и выключения системы. Кнопкой «Отбор» поль-

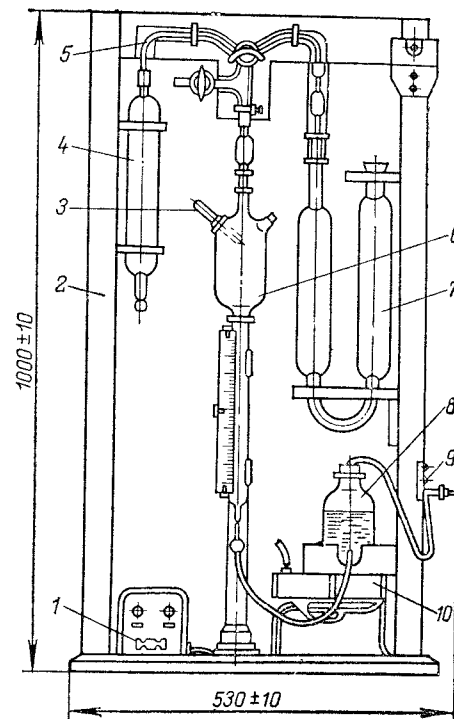


Рис. 215. Газоанализатор ГОУ-2

зуются при удалении из бюретки газа, оставшегося после предыдущего анализа. Кнопка «Прокачка» служит для подачи забранной пробы газа из бюретки в поглотительный сосуд и обратно.

Вилка крановая 9 предназначена для соединения уравнительной склянки с двумя электромагнитными клапанами и атмосферой через одноходовой кран. Клапан электромагнитный 10 служит для автоматической подачи сжатого воздуха и для соединения системы с атмосферой. Он состоит из электромагнитной катушки и клапана-сердечника.

Газоанализатор ГОУ-2 изготавливается в соответствии с ГОСТ 10713—75. Условное обозначение газоанализатора ГОУ-2 исполнения 2: газоанализатор ГОУ-2-2 ГОСТ 10713—75.

Газоанализатор ГХЛ-1 предназначен для общего анализа природных и промышленных газов с целью раздельного определения объемного содержания в газовой смеси компонентов: кислорода (O_2), оксида углерода (CO), суммы всех кислотных газов (CO_2 , SO_2 , H_2S и др.), водорода (H_2), непредельных углеводородов (C_nH_m), предельных углеводородов (C_nH_{2n+2}), азота (N_2) и других инертных газов.

Прибор имеет следующие технические данные:

Число поглотительных сосудов	5	
Объем измерительного сосуда (бюретки), мл	100	
Цена деления, мл	0,05	
Напряжение питания электропечи, В	220	
Максимальная температура разогрева печи, °С	950	
Прокачивание анализируемого газа		Сжатым воздухом, вручную

Принцип работы аппарата основан на избирательном поглощении соответствующими поглотительными растворами ненасыщенных углеводородов, кислорода, оксида углерода и раздельного сжигания водорода и ненасыщенных углеводородов над оксидом меди при различных температурах. Содержание компонентов (в %) определяют по уменьшению объема анализируемой пробы газа после проводимых последовательно поглощения или сжигания.

Газоанализатор (рис. 216) состоит из ящика-футляра 15, поглотительных сосудов 17, 18, 19, 20 и 21, уравнительной склянки 14, измерительного сосуда (бюретки) 7, трубки-компенсатора с манометром 8, цилиндра-мантии 9, электропечи 1 с трубкой для сжигания 2, опоры 10, переходника 11, кранов трехходовых 3, 4 и 5 и 16, штуцеров 6 и 22. Измерительная бюретка (рис. 217) предназначена для измерения объема газа. Она состоит из двух градуированных вертикальных трубок, спаянных верхними концами в один рабочий капилляр с нулевой отметкой в месте спая. Правая цилиндрическая трубка общей вместимостью 21 мл градуирована по всей длине, цена

деления 0,05 мл. Левая трубка общей вместимостью 80 мл разделена цилиндрическими перетяжками на четыре равные части вместимостью 20 мл каждая. Отметки 20, 40, 60, 80 мл нанесены на перетяжках. Выше и ниже этих отметок, в пределах перетяжек, имеется еще четыре отметки на объемы 0,05 мл. Отметки через 0,05; 0,1 мл и целые числа миллилитров для удобства отсчета нанесены в виде штрихов разной длины и окрашены краской, не смываемой водой. Нижние концы бюретки 7 соединены при помощи резиновых трубок со стеклянным переходником 11. К третьему свободному концу переходника с по-

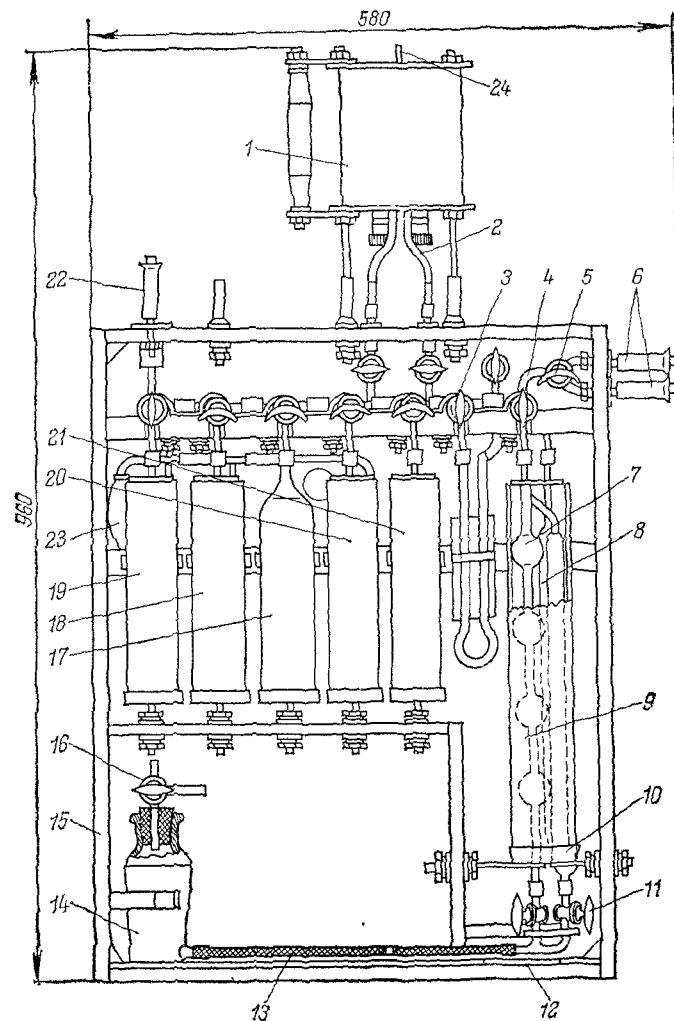


Рис. 216. Газоанализатор ГХЛ-1

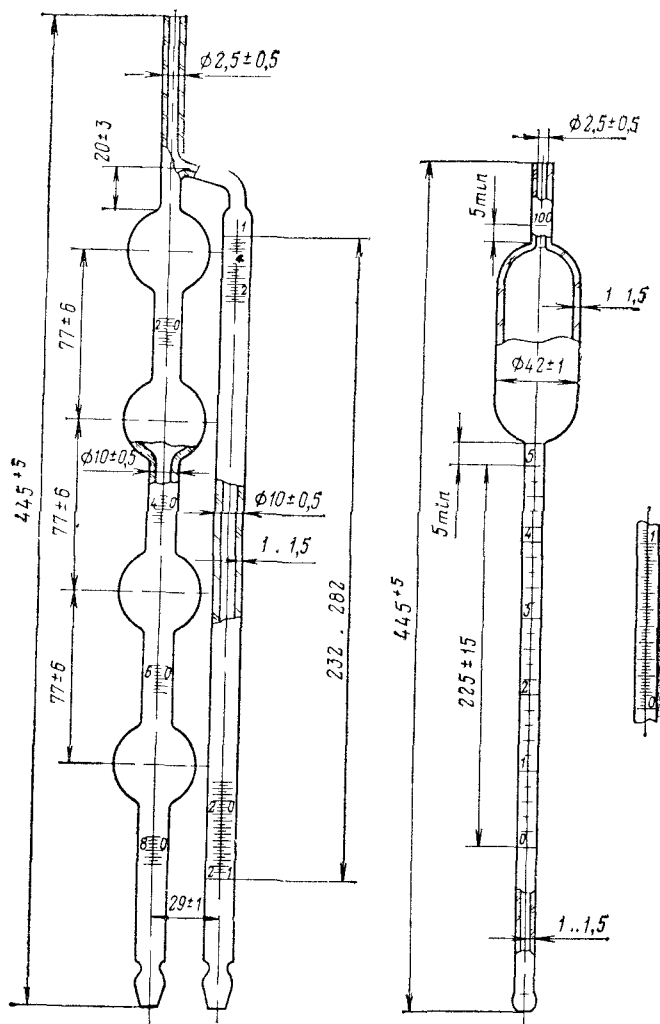


Рис 217. Бюретка аппарата ГХЛ-1

мошью резиновой трубки 13 присоединена уравнивательная склянка 14, используемая для создания разрежения или давления в бюретке при заборе или вытеснении газа. К верхнему капилляру бюретки присоединен трехходовой кран 4, при помощи которого бюретка может сообщаться с поглотительными сосудами, трубкой для сжигания и манометром стеклянного компенсатора.

Компенсатор 8 устраняет влияние колебаний температуры воздуха на измеряемые объемы, что значительно упрощает рас-

четы. Он состоит из запаянной снизу цилиндрической компенсационной трубки и манометра. Через кран манометра компенсационная трубка может сообщаться с атмосферой. Для предохранения от внешних температурных воздействий бюретка вместе с компенсационной трубкой помещена в стеклянный цилиндр, закрытый резиновыми пробками и заполненный водой. Для облегчения отсчета и повышения его точности на задней стенке цилиндра нанесена матовая полоса, при этом мениск жидкости в бюретке становится более четким (как при естественном, так и при искусственном освещении).

Поглотительная часть аппарата состоит из пяти сосудов 17, 18, 19, 20 и 21, расположенных слева от бюретки и соединенных с общей системой через краны. Сосуды заполнены соответствующими растворами для поглощения отдельных компонентов анализируемого газа. Внутренняя часть сосуда — поглотительная камера — в верхней части сведена на конус и заканчивается капилляром.

Для увеличения активной поверхности при применении вязких растворов четыре сосуда заполнены насадкой в виде тонкостенных стеклянных трубочек. В верхней части сосуда трубки также образуют конус, заполняя почти полностью пространство камеры. Наружная часть сосуда представляет собой приемную камеру, в которую вытесняется поглотительный раствор при заполнении сосуда газом. Приемная камера в верхней части закрывается резиновой пробкой. Для предохранения растворов от окисления атмосферным кислородом в аппарате предусмотрена разборная гребенка (глушитель), закрепляющаяся в отверстиях пробок поглотительных сосудов. На выходной отросток гребенки натянут резиновый баллон-мешочек 23, который может быть заменен гидравлическим затвором. Для защиты от действия паров брома в аппарате предусмотрен предохранительный переходник, шарообразное расширение которого заполняется аскаритом.

Деревянный ящик с выдвижными боковыми крышками служит каркасом для крепления всех составных частей аппарата. Он же используется и как футляр при транспортировании и хранении прибора. Дно ящика покрыто стеклом 12 для предохранения дерева от действия растворов. Металлические подвижные подставки, установленные на деревянном мостике прибора, служат для закрепления поглотительных сосудов. Винты и овальные вырезы в мостике допускают некоторое передвижение деталей в горизонтальном и вертикальном направлении при монтаже аппарата. На дно чашек-подставок в качестве упругих прокладок помещены резиновые пластинки.

Для подготовки и проведения работ на аппарате необходимо проверить герметичность аппарата, установить (отрегулировать) компенсатор, отрегулировать температуру печи с помощью автотрансформатора, исключить «холостой» объем (за-

полненное газом пространство, но объем которого не учитывается при замере), приготовить реактивы.

Для анализа газовой смеси на аппарате требуются следующие реактивы.

Гидроксид калия 30—35 %-ный водный раствор для поглощения диоксида углерода и других кислых газов.

Щелочной раствор пирогаллола в соотношении (по массе, в частях): пирогаллола — 20, гидроксида калия — 20, воды — 60 для поглощения кислорода. Приготовленный раствор активно взаимодействует с кислородом воздуха, поэтому его тот час же переводят в поглотительный сосуд, в котором он защищен от взаимодействия с кислородом при помощи гребенки с баллоном из кислото- и щелочестойкой резины.

Суспензия оксида меди(I) NH_4ClCu для поглощения оксида углерода.

Насыщенный раствор брома в водном растворе бромиды калия для поглощения непредельных углеводородов состава C_nH_m .

В качестве запирающей жидкости в бюретке 7 используют 22 %-ный раствор хлорида натрия, 10 %-ный раствор серной кислоты, насыщенный раствор хлорида магния или подкисленный раствор сульфата натрия. Запирающую жидкость подкрашивают индикатором метиловым оранжевым. После этого приступают к работе на аппарате.

Газометр, пипетку или сосуд с пробой газа присоединяют к одному из штуцеров 6 резиновой трубкой. Создав в газометре давление, продувают газом соединительную трубку через свободный штуцер. Затем, установив в соответствующее положение кран штуцеров и кран бюретки 4, набирают в бюретку около 100 мл анализируемого газа. Устанавливают кран бюретки на сообщении с левым капилляром гребенки и в течение 1 мин дают жидкости в бюретке стечь. (Время стекания жидкости в бюретке перед замером объема газа всегда строго выдерживается — 1 мин.) По истечении этого времени замеряют объем газа. Все измерения проводят, пользуясь компенсатором.

Анализ газа на аппарате делится на две стадии: поглощение и сжигание. Поглощение проводят в строгом порядке, при котором каждый последний реагент поглощает только один компонент (или сумму однородных компонентов) газовой смеси, не реагируя с остальными. Прокачивание газа начинают с сосуда, заполненного раствором гидроксида калия, в котором поглощается диоксид углерода и другие кислые газы. Газ прокачивают 3—4 раза, а остаток его переводят в бюретку. Следует помнить, что в процессе анализа жидкость в сосудах всегда поднимают на одну и ту же высоту. Если при этом объем остатка газа меньше 80 мл, уровень жидкости в левой части бюретки устанавливают в зависимости от объема газа на 60, 40 или 20 мл. Остальной газ забирают в правую часть бю-

ретки, устанавливают запирающую жидкость в правой части и в уравнительной склянке на один уровень, закрывают кран на переходнике и оставляют газ на 1 мин для стекания жидкости. По истечении этого времени замеряют остаток газа. Вслед за этим повторяют два-три прокачивания через раствор КОН. Если после повторных прокачиваний объем газа не изменится, поглощение суммы кислых газов считают законченным; если же объем газа продолжает уменьшаться, прокачивание повторяют до постоянного объема; количество поглощенного газа определяют, принимая его за RO_2 .

На следующем этапе определяют сумму непредельных углеводородов, поглощаемых в сосуде с бромной водой. Так как реакция в данном случае идет в газовой фазе, переводят в поглотительный сосуд весь газ на 1—2 мин, после чего, повторив одно-два прокачивания, переводят весь газ в бюретку и тотчас же прокачивают его через первый сосуд с КОН для поглощения выделившихся из бромной воды паров брома. После замера объема газа прокачивание повторяют до постоянного объема. При прокачивании газа через бромную воду, подкрашенную индикатором метиловым оранжевым, запирающая жидкость обесцвечивается, поэтому ее вновь подкрашивают. Количество поглощенного бромной водой газа принимают за сумму C_nH_m . Газ, оставшийся после удаления непредельных углеводородов, так же, как указано выше, прокачивают через сосуд с пирогаллолом до постоянного объема. Поглощенный пирогаллолом газ принимают за кислород. Оставшийся после поглощения кислорода газ прокачивают через сосуд с суспензией оксида меди(I) в серной кислоте. После нескольких прокачиваний газ переводят в бюретку. Прокачивание повторяют до тех пор, пока не наступит постоянство объема. Поглощенный суспензией газ принимают за оксид углерода. На этом заканчивают анализ методом поглощения и переходят к анализу методом сжигания.

Снятую с трубки 2 печь 1 включают в сеть заблаговременно, чтобы к концу первой стадии анализа (поглощение) она была нагрета до 260°C . По окончании поглощения оксида углерода печь надвигают на трубку для сжигания и вставляют в нее термометр. Перекрыв кран на отростке к электропечи на сообщении трубки с бюреткой, открывают один кран на переходнике и в таком положении оставляют на 5—6 мин, пока не прекратится увеличение объема газа. Температуру при сжигании водорода поддерживают в пределах 260 — 270°C . Как только трубка нагреется до 260°C , краны на отростке к электропечи перекрывают на сообщении трубки с сосудом, заполненным насыщенным раствором хлорида натрия. Слегка приподняв уравнительную склянку, открывают краны переходника и медленно пропускают газ через трубку в сосуд. Скорость протекания газа через трубку должна быть 20 мл/мин, в обратном направлении из сосуда в бюретку газ пропускают с такой же скоростью. Все

последующие прокачивания проводят со скоростью, принятой при предыдущих определениях компонентов газа. После достижения постоянного объема термометр 24 вынимают, печь снимают с трубки и переключают на нагревание до 850 °С в том же режиме, что и при предварительном разогреве печи. При открытом кране переходника трубку для сжигания охлаждают влажной тканью, смачиваемой в воде комнатной температуры. Газ вновь прокачивают несколько раз через охлажденную трубку и замеряют объем охлажденного газа. Так как в результате местных перегревов оксида меди (выше 250 °С) окислению могли подвергнуться предельные углеводороды, необходимо дополнительно прокачать газ несколько раз через сосуд со щелочью для поглощения образующегося при этом СО₂. Если количество СО₂ превысит 0,2 %, определение повторяют при 260—270 °С.

Затем нагретую до 850—900 °С печь надвигают на трубку для сжигания при открытом кране переходника. Когда трубка разогреется в течение 5—6 мин и объем газа перестанет увеличиваться, приступают к сжиганию предельных углеводородов. Для этого перекрывают кран на сообщение с сосудом, заполненным гидроксидом калия, и проводят первое прокачивание так же медленно, как и при первом прокачивании в процессе сжигания водорода. Все последующие прокачивания проводят с обычной скоростью.

Образующийся в процессе окисления предельных углеводородов (принимаемых за метан) СО₂ тотчас же поглощается гидроксидом калия. Прокачивание в сосуд с КОН повторяют до постоянного объема, после чего печь снимают с трубки и выключают. Трубку охлаждают влажной тканью до комнатной температуры. Газ вновь прокачивают сначала через охлажденную трубку, потом через раствор пирогаллола для освобождения от кислорода, который мог выделиться в результате термического разложения оксида меди, и затем окончательно замеряют объем газа. Полученное уменьшение объема газа в сумме с объемом СО₂, поглощенного гидроксидом калия, после сжигания водорода принимают за сумму предельных углеводородов. Остаток газа после сжигания предельных углеводородов принимают за азот. Анализ газа на этом считается законченным.

Содержание компонентов газовой смеси x (в %) вычисляют по формуле:

$$x = (V_1 - V_2) \cdot 100/V$$

где V_1 — объем газа перед поглощением (или сжиганием) данного компонента; V_2 — объем газа после поглощения (или сжигания) данного компонента; V — первоначальный объем анализируемой пробы газа.

Газоанализатор ГХЛ-1 изготавливают в соответствии с ГОСТ 7018—75. Условное обозначение газоанализатора с труб-

кой для сжигания водорода и предельных углеводородов с оксидом меди: газоанализатор ГХЛ-1 ГОСТ 7018—75.

Газоанализатор ГХЛ-2 предназначен, как и газоанализатор ГХЛ-1, для общего анализа природных и промышленных газов и является вторым его исполнением. Прибор имеет следующие технические данные:

Число поглотительных сосудов	4
Объем измерительного сосуда (бюретки), мл	100
Цена деления, мл	0,05
Напряжение питания электропечи, В	8—12
Максимальная температура разогрева печи, °С	110
Прокачивание анализируемого газа	Ручное

Принцип работы аппарата основан на избирательном поглощении соответствующими поглотительными растворами ненасыщенных углеводородов, кислорода, оксида углерода и сжигания водорода в присутствии палладиевого катализатора. При этом содержание компонентов определяют по уменьшению объема анализируемой пробы газа при последовательно проводимых операциях поглощения или сжигания.

Газоанализатор (рис. 218) состоит из поглотительных сосудов 5, 6, 7 и 8 электропечи 2, приемника газа 21, сосуда измерительного (бюретки) 14, трубки-компенсатора с манометром 15, цилиндра-мантии 20, уравнительного сосуда 17, переходника 18, опор для уравнительного сосуда 16, кранов 1, 3, 9, 10 и 12, штуцеров с заглушками 4 и 11, ящика 13, предохранительного стекла 19.

Анализ газа на газоанализаторе ГХЛ-2 включает две стадии: поглощение и сжигание. Поглощение проводят так же, как и на аппарате ГХЛ-1. Для определения водорода анализируемый газ сжигают в электропечи 2. Нагревательный элемент печи, заполненный палладиевым катализатором, сообщается нижним концом через кран 1 с приемником газа 21. Приемник газа заполнен подкисленной и подкрашенной индикатором метиловым оранжевым дистиллированной водой и соединен верхним концом с гребенкой. Для поддержания постоянной температуры катализатора (80—100 °С) к зажимам нагревательного элемента через ЛАТР подводится напряжение 8—12 В. При наличии в анализируемой смеси водорода и кислорода на поверхности катализатора при прохождении газа через трубку образуется вода. Так как объем образующейся воды ничтожно мал по сравнению с объемом газа, считают, что содержание водорода в анализируемом газе составляет $\frac{2}{3}$ общего сокращения объема. Стехиометрическое соотношение водорода и кислорода при сжигании равно 2 : 1. Для полного сжигания водорода необходим избыток кислорода (полное сгорание происходит при соотношении 2 : 1,5), поэтому при сжигании богатых водородом смесей объем пробы газа должен составлять 20 мл, а объем воздуха — 80 мл.

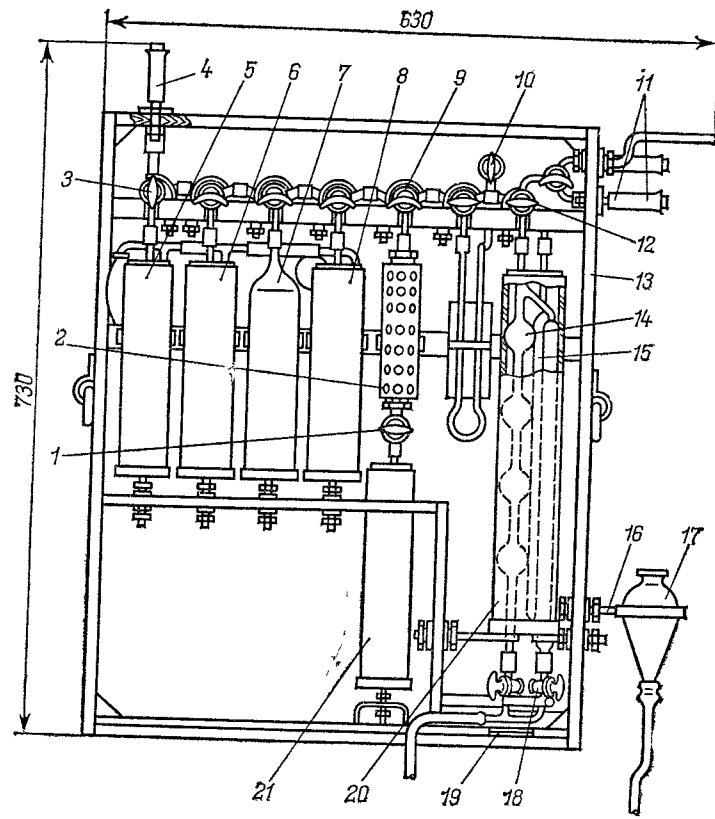


Рис. 218. Газоанализатор ГХЛ-2

Содержание компонентов газовой смеси вычисляют по той же формуле, что и для аппарата ГХЛ-1.

Газоанализатор химический стеклянный переносной ручного действия ГХП предназначен для раздельного определения в газовой смеси суммы всех кислотных газов, кислорода, оксида углерода или непредельных углеводородов путем избирательного поглощения поглощительными растворами. Прибор имеет следующие технические данные:

Вместимость бюреток, мл	75; 100
Цена деления в расширенной области бюретки, мл	1,0; 1,0
Цена деления в узкой части бюретки, мл	0,1; 0,2
Предельные отклонения показаний на полную вместимость, мл	$\pm 0,1$; $\pm 0,2$
Масса, кг	4,35
Габариты, мм	$525 \pm 330 \pm 160$

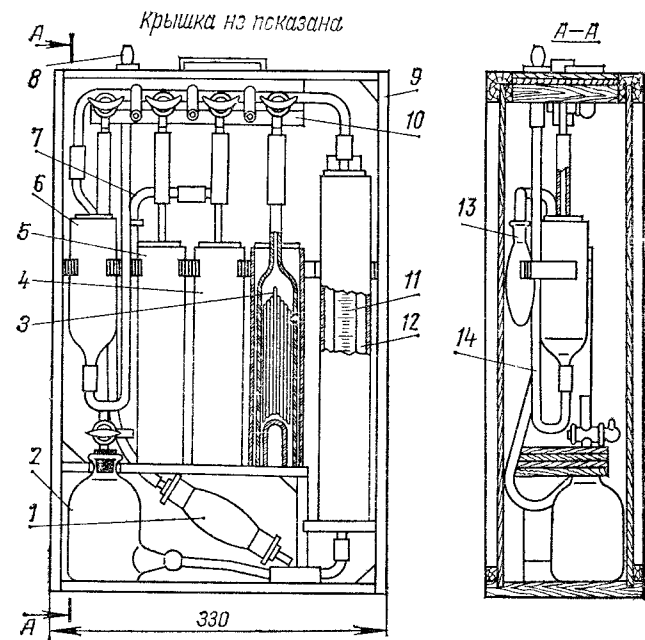


Рис. 219. Газоанализатор ГХП

Газоанализатор ГХП (рис. 219) состоит из деревянного футляра 9, гребенки 10, поглотительных сосудов 3, 4, 5, сосуда 12,

сосуда-фильтра 6, уравнильной склянки 2, тройника 7 с баллоном-мешочком 1, всасывающего баллона 1. В сосуде 12 установлена бюретка 11 (рис. 220). Поглотительные сосуды с помощью резиновых трубок соединены со средними кранами гребенки, сосуд-фильтр соединен через изогнутую трубку с левым краном, а нижний отвод его с помощью соединительной трубки 14 — со штуцером 8, бюретка соединена с правым краном гребенки и с уравнильной склянкой 2.

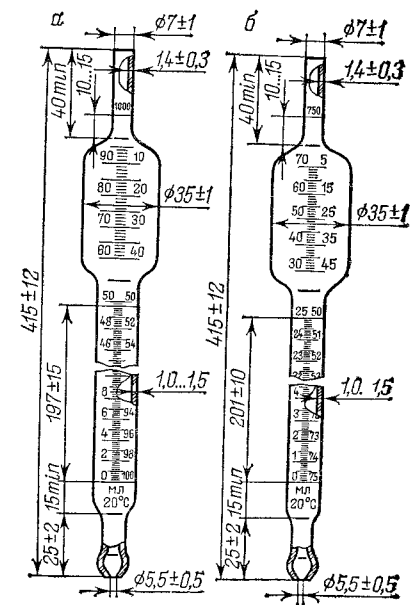


Рис. 220. Бюретка аппарата ГХП:
а — бюретка вместимостью 100 мл;
б — бюретка вместимостью 75 мл

Порядок работы на аппарате следующий. Проверяют аппарат на герметичность, прокачивают газ через сосуд-фильтр 6 с помощью всасывающего баллона 1. Поворачивают краны гребенки и набирают газ в бюретку. Вытесняют набранный газ в атмосферу и набирают газ в бюретку 100 (75) мл. Уравнивают давление газа с атмосферным с помощью уравнительной склянки, установив уровень раствора в бюретке на высоте нулевого деления шкалы. Перекрывают кран на сообщении бюретки с поглотительным сосудом (с раствором гидроксида калия) и прокачивают испытуемый газ через раствор. Перекачивают газ до полного поглощения CO_2 . Поглощение считается законченным, когда объем газа перестанет уменьшаться. Содержание CO_2 определяют по уменьшению объема газа в бюретке. Замер объема газа проводят через 1 мин, при этом запирающая жидкость должна стечь со стенок бюретки.

Таким же образом определяют содержание O_2 , переведя остаток газа после первого поглощения во второй поглотительный сосуд со щелочным раствором пирогаллола, а также содержание CO , переведя газ в третий поглотительный сосуд с суспензией оксида меди(I) в серной кислоте. Делают третий отсчет и выпускают остаток газа в атмосферу.

Газоанализаторы изготавливаются по ГОСТ 6329—74 двух исполнений: исполнение 1 — с измерительной бюреткой № 1 вместимостью 100 мл; исполнение 2 — с измерительной бюреткой № 2 вместимостью 75 мл.

Условное обозначение газоанализатора с измерительной бюреткой 100 мл: газоанализатор ГХП 100 ГОСТ 6329—74.

Справочное издание

Правдин Павел Васильевич

**ЛАБОРАТОРНЫЕ
ПРИБОРЫ
И ОБОРУДОВАНИЕ
ИЗ СТЕКЛА
И ФАРФОРА**

Редактор **В. Л. Абрамова**
Художник **И. К. Капралова**
Художественный редактор **К. К. Федоров**
Технический редактор **С. Ю. Титова**
Корректор **Т. С. Васина**

ИБ № 2228

Сдано в набор 09.09.87. Подписано в печать 04.03.88. Т-09129.
Формат 60×90^{1/16}. Бумага кн.-журн. Гарнитура «Литературная».
Печать высокая. Усл. печ. л. 21,0. Усл. кр.-отг. 21,0. Уч.-изд.
л. 21,14. Тираж 20 700 экз. Заказ № 717. Цена 1 р 43 к.

Ордена «Знак Почета» издательство «Химия»
107076, Москва, ул. Строммынка, д. 21, корп. 2

Ленинградская типография № 2 головное предприятие ордена Трудового Красного Знамени Ленинградского объединения «Техническая книга» им. Евгения Соколовой Союзполиграфпрома при Государственном комитете СССР по делам издательств, полиграфии и книжной торговли. 198052, г. Ленинград, Л-52, Измайловский проспект, 29.