

ГЛАВА 45

ВЫПАРНЫЕ ТРУБЧАТЫЕ СТАЛЬНЫЕ АППАРАТЫ

45.1. Общие сведения

В главе описаны конструкция и принцип действия выпарных вертикальных трубчатых аппаратов общего назначения с паровым обогревом, с естественной и принудительной циркуляцией, разработанных в соответствии с ГОСТ 11987—81.

Приведены технические характеристики, чертежи общих видов, таблицы основных штуцеров и обозначение аппаратов.

Выпарные аппараты общего назначения изгото-

ляют в общепромышленном исполнении без учета нормативных требований для эксплуатации их в пожаро- и взрывоопасных средах. Этими аппаратами комплектуют выпарные установки с учетом требований технологического процесса и автоматизации, управления.

Типы, исполнения, основные параметры аппаратов приведены ниже в табл. 45.1.

Таблица 45.1

Типы, исполнения, основные параметры

Тип	Испол-нение	Наименование	Поверхность теплообмена, м ²												Условное избыточное давление, МПа			
			50	63	80	100	125	160	200	250	315	400	500	630	800	в грею-щей камере	в сепара-торе	
I	2	Выпарные аппараты с естественной циркуляцией, соосной греющей камерой, вынесенной зоной кипения и солеотделением								+		+		+		0,3; 0,6		
II	1	Выпарные аппараты с естественной циркуляцией, вынесенной греющей камерой и кипением раствора в трубках			+		+		+	+						0,3; 0,6;		
	2	Выпарные аппараты с естественной циркуляцией, вынесенными греющей камерой и зоной кипения	+			+		+		+	+	+	+	+				
III	1	Выпарные аппараты с принудительной циркуляцией, соосной греющей камерой и солеотделением		+			+		+		+	+				- 0,092*; 0,3; 0,6		
	2	Выпарные аппараты с принудительной циркуляцией, соосной греющей камерой и вынесенной зоной кипения													+	+	0,3; 0,6	
IV	—	Выпарные аппараты с принудительной циркуляцией, вынесенными греющей камерой и зоной кипения		+			+		+		+	+	+	+				
V	1	Выпарные пленочные аппараты с восходящей пленкой и соосной греющей камерой	+			+		+		+	+	+	+	+	+	+	0,3; 0,6;	

* Соответствует вакууму 700 мм рт. ст.

Выпарные аппараты применяют для концентрирования водных растворов в производстве различных минеральных солей, органических полупродуктов и удобрений, белково-витаминных концентратов, кормовых дрожжей и других продуктов, а также для регенерации различных растворов с целью возврата их в технологи-

ческий цикл и термического обезвреживания промышленных стоков.

Тип аппарата подбирают в зависимости от конкретных свойств раствора и области его применения (см. приведенную классификацию).

Таблица 45.2

Классификация выпарных аппаратов

Индекс группы	Тип	Исполнение	Наименование	Область применения
121	I	2	Выпарные аппараты с естественной циркуляцией, соосной греющей камерой, вынесенной зоной кипения и солеотделением	Упаривание растворов, выделяющих кристаллы и образующих на греющих поверхностях растворимый осадок, удаляемый при промывке
122	II	1	Выпарные аппараты с естественной циркуляцией, вынесенной греющей камерой и кипением раствора в трубках	Упаривание растворов, не образующих значительного осадка на греющей поверхности
		2	Выпарные аппараты с естественной циркуляцией, вынесенными греющей камерой и зоной кипения	Упаривание растворов, образующих на греющих поверхностях осадок, удаляемый механическим способом
126	III	1	Выпарные аппараты с принудительной циркуляцией, соосной греющей камерой и солеотделением	Упаривание растворов, выделяющих кристаллы и образующих на греющих поверхностях осадок, удаляемый при промывке
		2	Выпарные аппараты с принудительной циркуляцией, соосной греющей камерой и вынесенной зоной кипения	Упаривание вязких растворов и растворов, образующих на греющих поверхностях незначительный труднорастворимый осадок, удаляемый механическим способом и промывкой
126	IV	—	Выпарные аппараты с принудительной циркуляцией, вынесенными греющей камерой и зоной кипения	Упаривание растворов, образующих на греющих поверхностях труднорастворимый осадок, удаляемый механическим способом
127	V	1	Выпарные пленочные аппараты с восходящей пленкой и соосной греющей камерой	Упаривание пеняющихся или термостойких растворов, не образующих осадка на греющих поверхностях

Таблица 45.3

Размеры труб греющих камер выпарных аппаратов

Тип аппарата	Исполнение	Длина труб, мм	Диаметр и толщина стенки трубы, мм
I	2	5000	38×2
II	1	4000	38×2
	2	5000	38×2
III	1	6000	38×2
	2	6000	38×2
IV	—	6000	38×2
V	1	5000	38×2
		7000	57×2,5

В случае выпаривания растворов, не вызывающих эрозию и не требующих механической очистки осадка, по согласованию с заводом-изготовителем допускается применение труб из коррозионностойких сталей со стенкой толщиной 1,5 мм.

Производительность аппарата определяется в зависимости от конкретных технологических параметров работы.

Материальное исполнение аппаратов. Аппараты

или отдельные их элементы могут быть изготовлены из сталей, разрешенных к применению Госгортехнадзором и ОСТ 26-291—94 (Ст3сп, Ст3пс, Ст3гпс, 06ХН28МДТ, 20К, 0912С, 10Г2С1, 16ГС, 08Х18Г8Н2Т, 08Х22Н6Т, 08Х21Н6М2Т, 12Х18Н10Т, 10Х17Н13М2Т) и двухслойных сталей с плакирующим слоем (08Х13, 12Х18Н10Т, 10Х17Н13М2Т).

Применение других конструкционных материалов необходимо согласовать с заводом-изготовителем.

Таблица 45.4

Наибольшая ориентировочная пропускная способность сепараторов аппаратов при скорости пара 3,7 м/с (при вакууме) и 2 м/с (при избыточном давлении)

Диаметр сепаратора D_s , мм	Количество вторичного пара, кг/ч · 10 ⁻³	
	при вакууме	при давлении 0,1 МПа и более
1000	2,1	3,2
1200	3	4,5
1400	4,1	6,2
1600	5,4	8,1
1800	6,8	10,2
2000	8,5	12,6
2200	10,2	15,6
2400	12,1	18,2
2600	14,2	21,4
2800	16,5	24,8
3000	19	28,5
3200	21,6	32,4
3400	24,4	36,6
3600	27,4	41,1
3800	30,4	45,6

Таблица 45.5

Индексы, указывающие давление в межтрубном пространстве греющей камеры и сепараторе

Индекс	Условное избыточное давление, МПа	
	в сепараторе	в греющей камере
01	Вакуум	0,3
02	0,3	0,3
03	Вакуум	0,6
04	0,3	0,6
05	0,6	0,6
06	Вакуум	0,10
07	0,3	0,10
08	0,6	0,10

Таблица 45.6

Таблица штуцеров для аппаратов всех типов

Обозначение	Назначение
<i>A</i>	Вход греющего пара
<i>B</i>	Выход вторичного пара
<i>B, B₁, B₂</i>	Вход раствора
<i>G, G₁, G₂</i>	Выход раствора
<i>D</i>	Выход конденсата
<i>E</i>	Технологический
<i>Ж, Ж₁, Ж₂</i>	Вход воды для промывки и опрессовки
<i>З, З₁, З₂</i>	Вход воды для промывки
<i>И</i>	Резервный
<i>K, K₁, K₂</i>	Отбор проб
<i>L, L₁, L₂</i>	Слив
<i>M, M₁, M₂</i>	Сдувка неконденсирующихся газов
<i>П, П₁, П₂</i>	Воздушник

Материал прокладок — в зависимости от рабочих параметров аппаратов и среды.

Марка стали и материал прокладок выбираются заказчиком и указываются в опросном листе.

Циркуляционные насосы. Для обеспечения принудительной циркуляции различных жидкостей в выпарных аппаратах применяются осевые химические насосы типа ОХГ в соответствии с ТУ 26-06-1086—77.

Основные элементы аппаратов изготавливают:

эллиптические днища — по ГОСТ 6533—78; конические днища — по ГОСТ 12621—78, ГОСТ 12619—78, ГОСТ 12623—78 и ГОСТ 12624—78; фланцевые соединения аппаратов — по ОСТ 26-425—79 — ОСТ 26-433—79; фланцы арматуры на $P_y = 1$ МПа в зависимости от рабочей среды и условий работы — по ГОСТ 12820—80, ГОСТ 12822—80 и ОСТ 26-830—73 — ОСТ 26-835—73; заглушки — по ГОСТ 12836—67;

люки — по ОСТ 26-2000—77 — ОСТ 26-2017—77; смотровые окна — по ОСТ 26-01-341—71 и ТУ 25-11-857—73; прокладки — по ГОСТ 15180—78 и ОСТ 26-430—78; опоры сепаратора — по ОСТ 26-467—78; опоры греющей камеры — по ОСТ 26-665—79; строповые устройства — по ГОСТ 13716—73; линзовидные компенсаторы — по действующим отраслевым нормативно-техническим материалам; запорное устройство указателя уровня — по ГОСТ 9652—68; трубы для указателя уровня — по ГОСТ 8446—74.

Изготовление и испытание на прочность и плотность производят в соответствии с ОСТ 26-291—94 «Сосуды и аппараты стальные сварные. Технические требования», «Правила устройства и безопасной эксплуатации сосудов, работающих под давлением».

Лакокрасочное покрытие деталей аппаратов, изготовленных из углеродистой стали, — по ГОСТ 9.032—74.

Для установки аппарата на фундамент изготавливают штыри выверки вертикальности.

Устройство для крепления теплоизоляции — по ГОСТ 17314—71. Детали для крепления теплоизоляции приваривает завод-изготовитель.

Теплоизоляция в комплект поставки завода-изготовителя не входит.

После теплоизоляции наносят сигнальные цвета и знаки безопасности по ГОСТ 15548—70.

Завод-изготовитель разбивает аппарат на поставочные блоки, производит контрольную сборку стыкуемых частей и наносит монтажную маркировку.

При транспортировке, монтаже и демонтаже линзовидные компенсаторы следует защищать предохранительными скобами.

При установке линзовидных компенсаторов производят растяжку их на 5 мм.

Консервация аппаратов — по ОСТ 25-01-890—73.

Выпарной аппарат рекомендуется устанавливать в соответствии с отметками, указанными на чертеже.

Обозначение аппарата. Каждый типоразмер аппарата имеет условное обозначение: первые три цифры — индекс группы аппаратов в соответствии с классификатором изделий основного производства заводов отрасли; четыре цифры после тире — регистрационный номер технической документации; следующие две цифры после тире — основные размеры аппарата; последние две цифры — индекс, учитывающий давление в греющей камере и сепараторе аппарата.

Материал аппарата указывается в опросном листе.

Например, выпарной аппарат типа II, исполнения 2, группы 122, поверхностью теплообмена 250 м², работающий при избыточном давлении пара в межтрубном пространстве греющей камеры 0,3 МПа и избыточном давлении вторичного пара в сепараторе 0,2 МПа обозначается: *Выпарной аппарат 122-2857-0,4-0,2*.

45.2. Аппаратные аппараты с естественной циркуляцией, соской греющей камерой, вынесенной зоной кипения и солеотделением (тип I, исполнение 2)

Аппарат (рис. 45.1) состоит из греющей камеры, сепаратора с трубой вскипания, циркуляционной трубы и солеотделителя.

Греющая камера представляет собой одноходовой кожухотрубчатый теплообменник, в верхней и нижней трубных решетках которого развалцованны концы греющих труб.

Сепаратор — цилиндрический сосуд с верхним эллиптическим и нижним коническим днищами. Внутри сепаратора установлен первичный каплеотбойник, а в верхней части закреплен брызгоотделитель.

Раствор, подлежащий упариванию, подается в аппарат через штуцер B_1 или B_2 .

При работе аппарата уровень раствора должен поддерживаться по верхней кромке трубы вскипания. Снижение уровня приводит к уменьшению производительности, а повышение вызывает гидравлические удары и повышенный унос раствора вторичным паром.

Циркуляция раствора в аппарате осуществляется по замкнутому контуру: сепаратор — циркуляционная труба — солеотделитель — греющая камера — сепаратор. Образовавшаяся при упаривании часть кристаллов осаждается в солеотделителе и выводится с упаренным раствором через нижний штуцер F_1 (F_2). Греющий пар подается в межтрубное пространство греющей камеры через штуцер A .

В аппаратах данного исполнения кипение раствора происходит в трубе вскипания, ввиду чего отложение кристаллов на внутренней поверхности греющих труб уменьшается, а работа аппарата улучшается.

Для наблюдения за работой аппарата предусмотрены смотровые окна, а для установки манометров и термометров — бобышки.

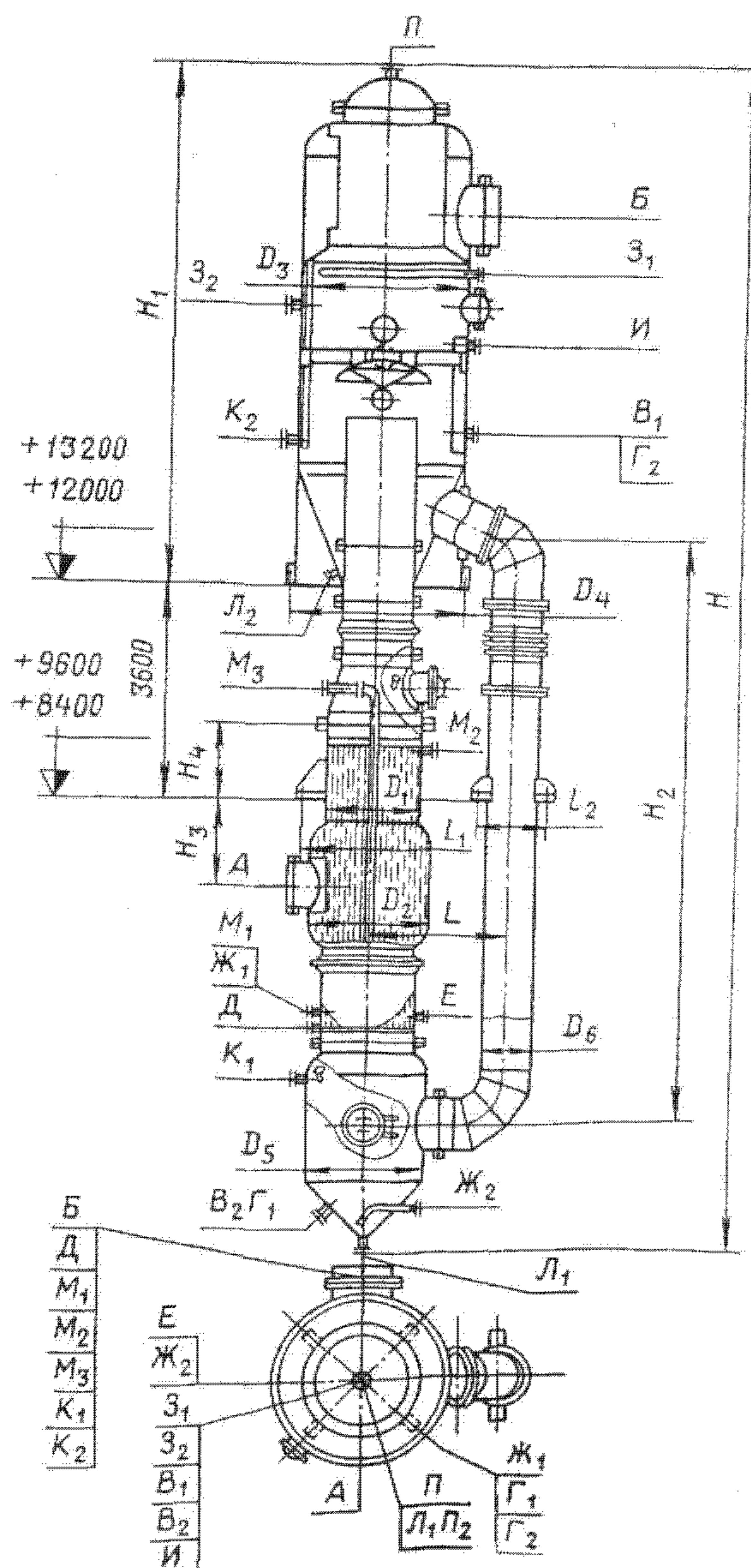


Рис. 45.1. Общий вид аппарата. Тип I, исполнение 2

Техническая характеристика

Типоразмер аппарата	Поверхность теплообмена, м ²	Конструктивно-техническое описание	ММ														Масса аппарата, кг при гидроиспытании	
			D ₁	D ₂	D ₃	D ₄	D ₅	D ₆	H	H ₁	H ₂	H ₃	H ₄	L	t ₁	t ₂		
I2I-2855-01	250	468	1200	1600	2200	2380	1600	700	18820	8070	9955	1450	1050	2000	2190	1270	17600	52120
I2I-2855-02	400	780	1600	2000	2800	3000	2000	900	20050	9000	9750	1800	1450	2500	3110	1600	28290	91190
I2I-2855-03	630	1250	2000	2400	3400	3620	2600	1200	22570	10670	10200	1800	1450	3200	3530	2190	42630	146990

Диаметр условного прохода штуцеров (мм)

Поверхность теплообмена, м ²	A	B	B ₁ , B ₂	F ₁ , F ₂	Д	E	Ж ₁ , Ж ₂	З ₁ , З ₂	H	K ₁ , K ₂	Л ₁ , Л ₂	M ₁ , M ₂	M ₃	H
250	600	600	100	100	100	100	50	80	100	40	80	65	50	40
400	800	1000	125	125	100	100	80	100	125	40	100	65	65	50
630	1000	1000	150	150	125	125	80	100	150	40	100	65	65	50

45.3. Выпарные аппараты с естественной циркуляцией, вынесенной греющей камерой и кипением раствора в трубках (тип II, исполнение 1)

Аппарат (рис. 45.2) состоит из греющей камеры, сепаратора с брызгоотделителем, циркуляционной трубы, нижней и верхней камер.

Конструкция греющей камеры аналогична конструкции этого узла аппарата типа I.

Сепаратор — цилиндрический сосуд с коническим днищем и верхней эллиптической крышкой, в верхней части которого установлен брызгоотделитель.

В циркуляционном контуре выпарного аппарата совершается многократная циркуляция выпариваемого раствора. Из сепаратора по циркуляционной трубе раствор поступает в нижнюю часть греющих трубок, в которых по мере продвижения вверх нагревается и вскипает. Образующаяся парорастворная смесь из греющих труб поступает в сепаратор, где разделяется на жидкую и паровую фазы.

Вторичный пар, проходя сепаратор и брызгоотделитель, очищается от брызг и выходит из аппарата через штуцер *Б*.

Аппарат обогревается конденсирующимся в межтрубном пространстве греющей камеры водяным паром, который поступает через штуцер *А*. Конденсат удаляется через штуцер *Д*.

Уровень раствора в сепараторе поддерживается постоянным, соответствующим нижней образующей штуцера ввода парорастворной смеси в сепаратор.

Для наблюдения за работой аппарата предусмотрены смотровые окна, для установки манометров и термометров — бобышки.

Аппарат рассчитан на непрерывную и периодическую работу.

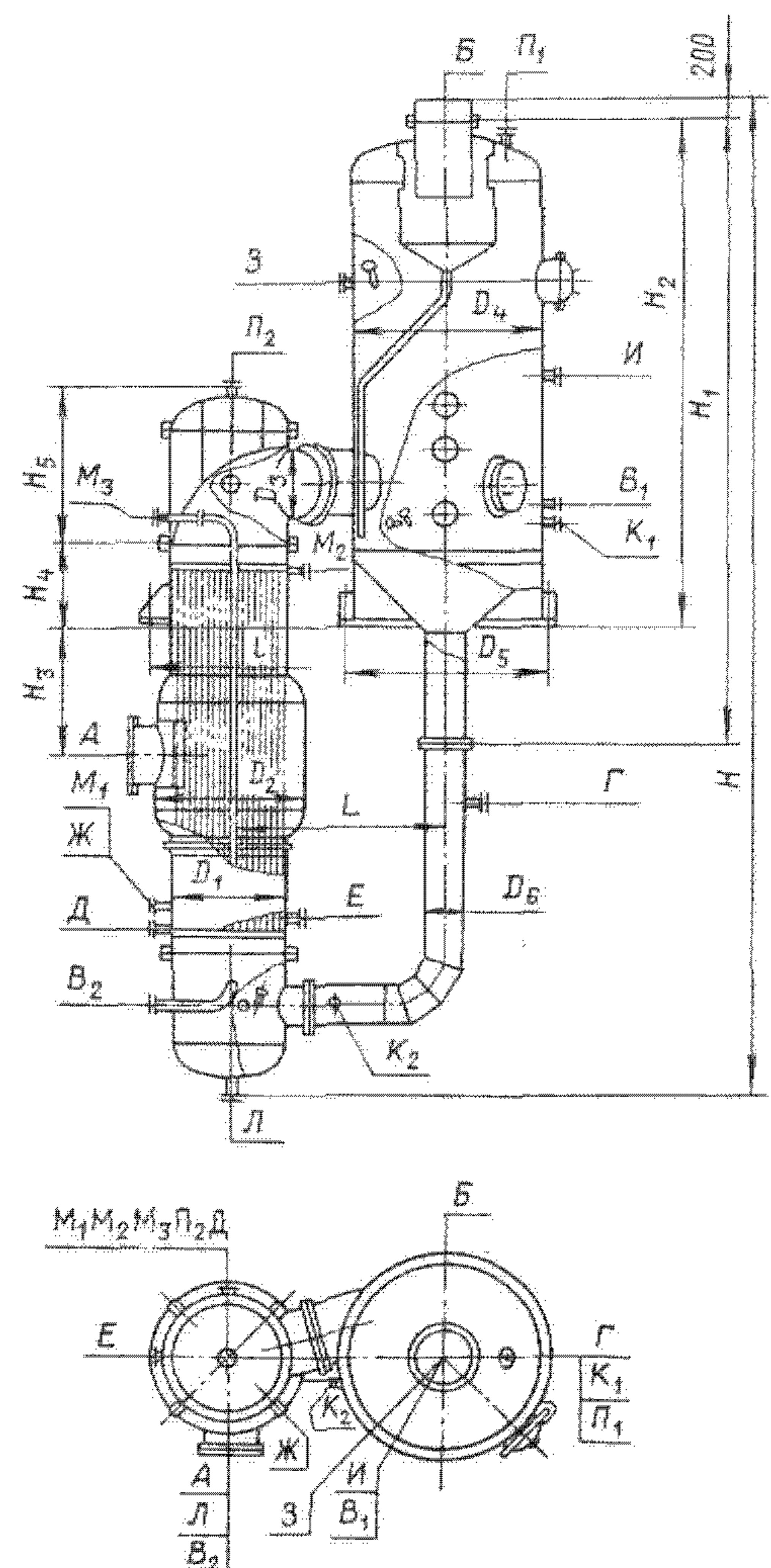


Рис. 45.2. Общий вид аппарата. Тип II, исполнение 1

Техническая характеристика

Типоразмер аппарата	Поверхность теплообмена, м ²	Количество труб	<i>D₁</i>	<i>D₂</i>	<i>D₃</i>	<i>D₄</i>	<i>D₅</i>	<i>D₆</i>	<i>H</i>	<i>H₁</i>	<i>H₂</i>	<i>H₃</i>	<i>H₄</i>	<i>H₅</i>	<i>L</i>	<i>I</i>	Масса аппарата, кг	
																	при гидроиспытании	сухого
122-2856-01	80	195	800	1200	400	1200	1360	250	9570	6000	4680	1400	800	1400	1600	1380	5690	11980
122-2856-02	125	310	1000	1400	600	1400	1560	300	9800	6200	4910	1400	900	1650	1800	1710	8240	18110
122-2856-03	200	468	1200	1600	700	2000	2180	400	10470	6750	5480	1350	1050	1900	2300	2190	12615	31980
122-2856-04	250	626	1400	1800	800	2200	2380	500	11100	7250	5990	1300	1200	2050	2500	2610	16930	45510

Диаметр условного прохода штуцеров (мм)

Поверхность теплообмена, м ²	<i>A</i>	<i>B</i>	<i>B₁, B₂</i>	<i>G</i>	<i>D</i>	<i>E</i>	<i>Ж</i>	<i>Z</i>	<i>И</i>	<i>K₁, K₂</i>	<i>Л</i>	<i>M₁, M₂</i>	<i>M₃</i>	<i>P₁, P₂</i>
80	400	500	65	65	50	50	40	50	65	40	50	50	—	32
125	500	500	80	80	65	65	40	50	80	40	50	50	—	32
200	600	500	100	100	100	100	50	80	100	40	80	50	50	50
250	600	800	100	100	100	100	50	80	100	40	80	50	50	50

45.4. Выпарные аппараты с естественной циркуляцией, вынесенным греющей камерой и зоной кипения (тип II, исполнение 2)

Аппарат (рис. 45.3) состоит из греющей камеры, сепаратора с брызгоотделителем и циркуляционной трубы.

Конструкция греющей камеры аналогична конструкции этого узла аппарата исполнения I. К верхней трубной решетке греющей камеры прикреплена переходная камера со штуцером для соединения с сепаратором.

Сепаратор — цилиндрический сосуд с коническим днищем и верхней эллиптической крышкой. Брызгоотделитель расположен в верхней части сепаратора.

Циркуляция раствора в аппарате осуществляется по замкнутому контуру: сепаратор — циркуляционная труба — греющая камера — сепаратор.

Выпариваемый раствор поднимается по трубкам, нагревается и по мере продвижения вверх вскипает. Образующаяся парорастворная смесь направляется тангенциально в сепаратор, где разделяется на жидкую и паровую фазы. Вторичный пар, проходя сепаратор и брызгоотделитель, освобождается от капель и выходит из аппарата через штуцер *Б*, а раствор возвращается по циркуляционной трубе в греющую камеру.

Греющий пар через штуцер *А* поступает в межтрубное пространство греющей камеры, где конденсируется. Конденсат удаляется через штуцер *Д*.

Подача раствора в аппарат — через один из штуцеров *В₁* или *В₂* (в зависимости от режима работы аппарата).

Для наблюдения за работой аппарата предусмотрены смотровые окна, для установки манометров и термометров — бобышки.

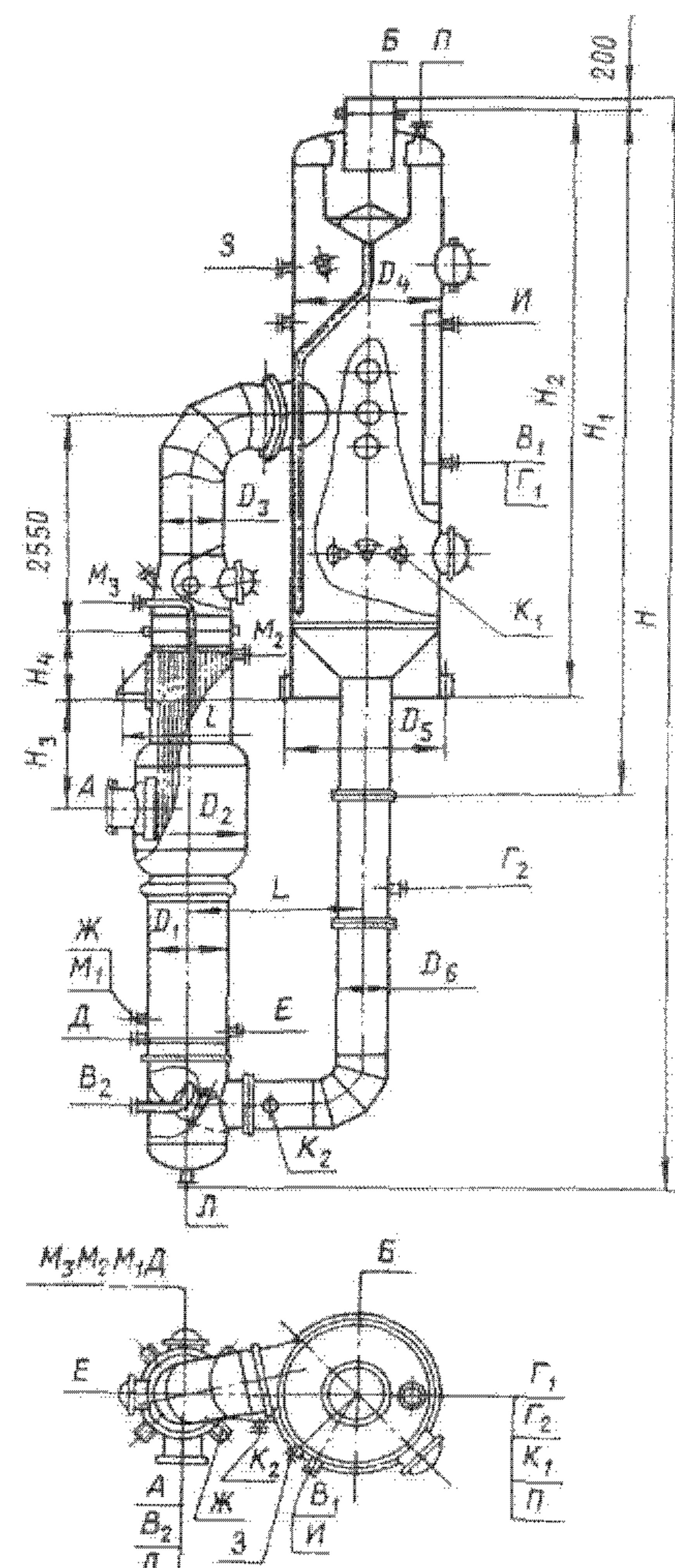


Рис. 45.3. Общий вид аппарата. Тип II, исполнение 2

Техническая характеристика

Типоразмер аппарата	Поверхность теплообмена, м ²	Количество труб	<i>D₁</i>	<i>D₂</i>	<i>D₃</i>	<i>D₄</i>	<i>D₅</i>	<i>D₆</i>	<i>H</i>	<i>H₁</i>	<i>H₂</i>	<i>H₃</i>	<i>H₄</i>	<i>L</i>	<i>t</i>	Масса аппарата, кг	
			мм													при гидроиспытании	
122-2857-01	50	101	600	1000	400	1200	1360	350	12880	8100	6795	1400	800	1600	1160	4850	13600
122-2857-02	100	195	800	1200	600	1400	1560	500	12800	7950	6665	1400	900	1800	1500	8250	20850
122-2857-03	160	310	1000	1400	800	1800	1980	600	13220	8350	7085	1450	1050	2200	1710	11850	34350
122-2857-04	250	468	1200	1600	900	2000	2180	700	13510	8440	7175	1450	1050	2400	2190	14650	44200
122-2857-05	315	626	1400	1800	1100	2600	2780	900	14250	8900	7650	1500	1200	3000	2600	20850	73450
122-2857-06	400	780	1600	2000	1200	2800	3000	1000	14760	9400	8155	1550	1450	3200	3120	27450	89450
122-2857-07	630	1250	2000	2400	1400	3600	4020	1200	16100	10300	9085	1650	1450	4000	3540	38650	145150

Диаметр условного прохода штуцеров (мм)

Поверхность теплообмена, м ²	<i>A</i>	<i>B</i>	<i>B₁</i> , <i>B₂</i>	<i>F₁</i> , <i>F₂</i>	<i>L</i>	<i>E</i>	<i>Ж</i>	<i>З</i>	<i>И</i>	<i>K₁, K₂</i>	<i>L</i>	<i>M₁, M₂</i>	<i>M₃</i>	<i>P</i>
50	250	400	50	50	40	40	40	40	50		32	50	—	32
100	400	500	65	65	50	50	40	50	65		50	50	—	32
160	500	600	80	80	65	65	40	50	80		50	50	—	40
250	600	600	100	100	100	100	50	80	100	40	80	50	50	40
315	600	800	100	100	100	100	50	80	100		80	65	50	40
400	800	1000	125	125	100	100	80	100	125		100	65	50	50
630	1000	1200	150	150	125	125	80	100	150		100	65	65	50

45.5. Выпарные аппараты с принудительной циркуляцией, со сепарацией камеры и солеотделением (тип III, исполнение 1)

Аппарат (рис. 45.4) состоит из греющей камеры, сепаратора с трубой вскипания, отбойником и брызгоотделителем, циркуляционного насоса с электроприводом, циркуляционной трубы и солесборника.

Конструкция греющей камеры аналогична конструкции этого узла аппарата типа II. К верхней трубной решетке греющей камеры присоединена труба вскипания, на которой (во внутренней части сепаратора) расположен отбойник.

Кипение раствора в аппарате происходит непосредственно в трубе вскипания, установленной над греющей камерой. Кипение в трубах предотвращается за счет гидростатического давления столба жидкости в трубе вскипания.

Циркуляция раствора в аппарате осуществляется по замкнутому контуру: сепаратор — циркуляционная труба — циркуляционный насос — греющая камера — сепаратор. Исходный раствор может подаваться через штуцер B_1 или B_2 .

Выпариваемый раствор, перегретый в греющей камере, поднимается по трубе вскипания и по достижении давления, соответствующего температуре насыщения, вскипает. Образующаяся парорастворная смесь вместе с выделившимися кристаллами соли выбрасывается в сепаратор, где происходит отделение паровой фазы. Кристаллы соли в виде пульпы попадают в солесборник и выводятся из аппарата через штуцер Γ_2 (Γ_1).

Вместе с исходным раствором, поступающим в аппарат через солесборник, в аппарат уносятся мелкие кристаллы, которые способствуют снижению инокрустации.

Уровень раствора в аппарате поддерживается по верхней кромке трубы вскипания. Снижение уровня вызывает увеличение расхода мощности или приводит к кавитации насоса.

Насос обеспечивает скорость потока в греющих трубках 2—2,5 м/с.

Мощность привода насоса определяется в каждом конкретном случае в зависимости от вязкости раствора.

Греющий пар через штуцер A подается в межтрубное пространство аппарата, где конденсируется. Конденсат удаляется через штуцер D .

Вторичный пар, проходя сепаратор и брызгоотделитель, освобождается от капель раствора и выходит из аппарата через штуцер B .

Для наблюдения за работой аппарата предусмотрены смотровые окна, для установки термометров и манометров — бобышки.

Аппарат рассчитан на непрерывную и периодическую работу.

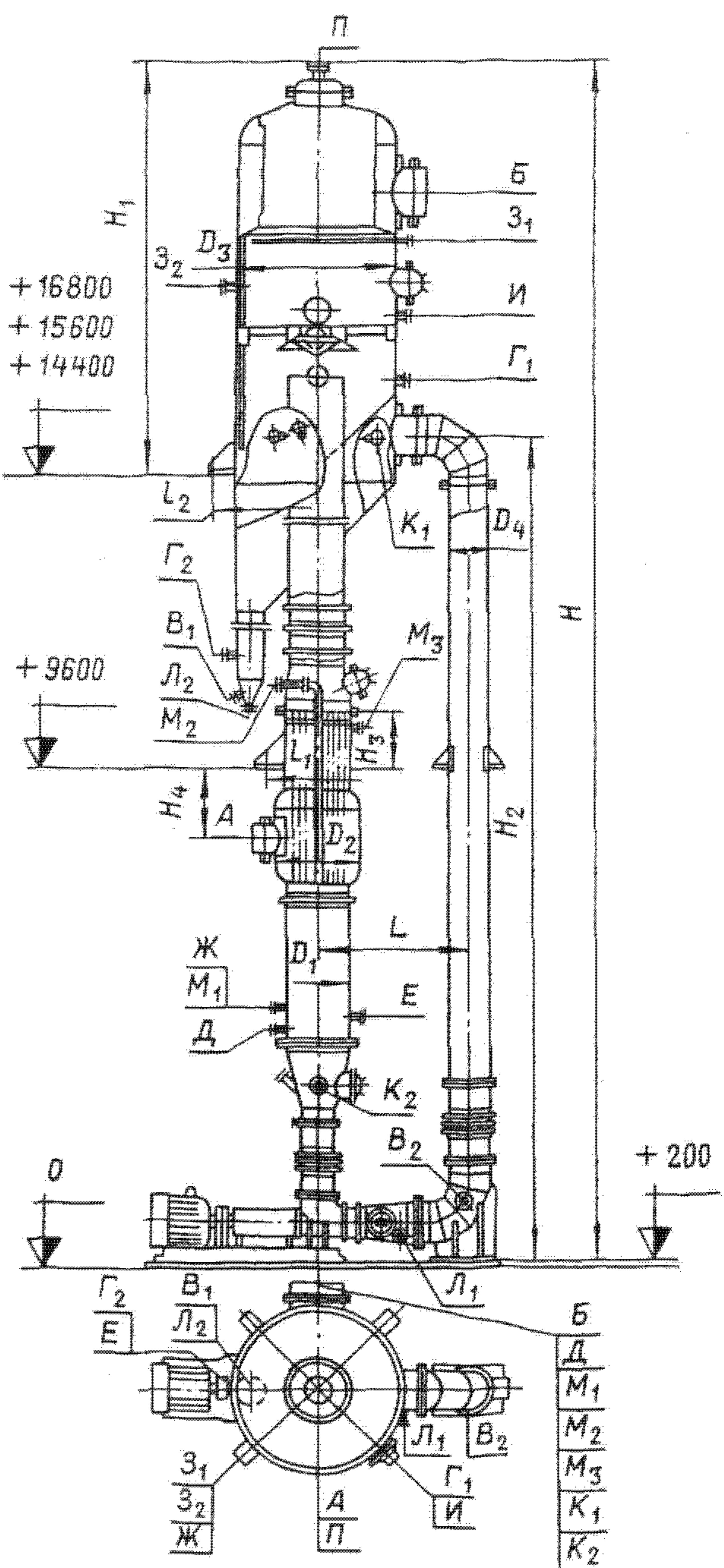


Рис. 45.4. Общий вид аппарата.
Тип III, исполнение 1

Техническая характеристика

Типоразмер аппарата	Поверхность теплообмена, м ²	Количество труб	<i>D₁</i>	<i>D₂</i>	<i>D₃</i>	<i>D₄</i>	<i>H</i>	<i>H₁</i>	<i>H₂</i>	<i>H₃</i>	<i>H₄</i>	<i>L</i>	<i>t₁</i>	<i>t₂</i>	Тип насоса	Масса аппарата, кг	
			мм.													сухого	при гидроиспытании
126-2858-01	63	101	600	1000	1600	400	19940	5740	14600	800	1400	1900	1160	2320	ОХГ6-30	8500	23850
126-2858-02	125	195	800	1200	2000	500	20490	6290	14650	900	1400	1900	1510	3010	ОХГ6-42	13990	40250
126-2858-03	200	310	1000	1400	2600	600	22540	7140	15900	1050	1450	2400	1980	3850	ОХГ6-42	20150	66400
126-2858-04*	315	468	1200	1600	3000	800	23490	8090	16000	1200	1500	2900	2400	4550	ОХГ6-55	33830	135650
126-2858-05*	400	626	1400	1800	3400	900	35290	8690	17300	1200	1500	3200	2620	4960	ОХГ6-70	43600	147750

* При заказе аппарата необходимо предварительное согласование с заводом-изготовителем.

Диаметр условного прохода штуцеров (мм)

Поверхность теплообмена, м ²	<i>A</i>	<i>B</i>	<i>B₁, B₂</i>	<i>Г₁, Г₂</i>	<i>Д</i>	<i>E</i>	<i>Ж</i>	<i>З₁, З₂</i>	<i>И</i>	<i>K₁, K₂</i>	<i>Л₁</i>	<i>Л₂</i>	<i>M₁, M₂</i>	<i>M₃</i>	<i>П</i>
63	250	500	50	50	40	40	40	40	40	150	—	—	50	—	32
125	400	600	65	65	50	50	40	50	50	150	50	—	50	—	32
200	500	800	80	80	65	65	40	50	50	250	50	50	50	—	32
315	600	800	100	100	100	100	50	80	80	250	50	50	50	50	40
400	600	1000	100	100	100	100	50	80	80	250	65	50	65	50	40

45.6. Выпарные аппараты с принудительной циркуляцией, соосной греющей камерой и вынесенной зоной кипения (тип III, исполнение 2)

Аппарат (рис. 45.5) состоит из греющей камеры, сепаратора с трубой вскипания, отбойником и брызготделителем, циркуляционного насоса с электроприводом и циркуляционной трубы.

Кипение раствора в аппарате происходит непосредственно в трубе вскипания, установленной над греющей камерой. Кипение в трубах предотвращается за счет гидростатического давления столба жидкости в трубе вскипания.

Уровень раствора в аппарате поддерживается по верхней кромке трубы вскипания. Снижение уровня вызывает увеличение мощности привода насоса или кавитацию, а повышение — гидравлические удары и повышенный брызгонос.

Циркуляция раствора в аппарате осуществляется осевым насосом по замкнутому контуру: сепаратор — циркуляционная труба — насос — греющая камера — сепаратор.

Упаренный раствор выводится через штуцер *Г₁* (*Г₂*). Раствор в аппарат подается через штуцер *В₁* или *В₂*. Уровень раствора в аппарате должен поддерживаться по верхней кромке трубы вскипания. Снижение уровня вызывает увеличение расхода мощности насоса.

Циркуляционный насос обеспечивает скорость потока в трубках 2—2,5 м/с.

Мощность привода определяют в каждом конкретном случае в зависимости от вязкости раствора.

Греющий пар подается через штуцер *А*, а конденсат удаляется через штуцер *Д*. Вторичный пар выходит из аппарата через штуцер *Б*.

Для наблюдения за работой аппарата предусмотрены смотровые окна, для установки манометров и термометров — бобышки.

Аппарат рассчитан на непрерывную и периодическую работу.

Техническая характеристика

Типоразмер аппарата	Поверхность теплообмена, м ²	Количество труб	<i>D₁</i>	<i>D₂</i>	<i>D₃</i>	<i>D₄</i>	<i>H</i>	<i>H₁</i>	<i>I</i>	Тип насоса	Масса аппарата, кг	
			мм.								сухого	при гидроиспытании
126-2859-01	630	1038	1800	2200	3800	4020	26140	10740	3320	ОХГ6-87	60750	189000
126-2859-02	800	1250	2000	2400	4000	4220	26240	10840	3530	ОХГ6-87	69450	215000

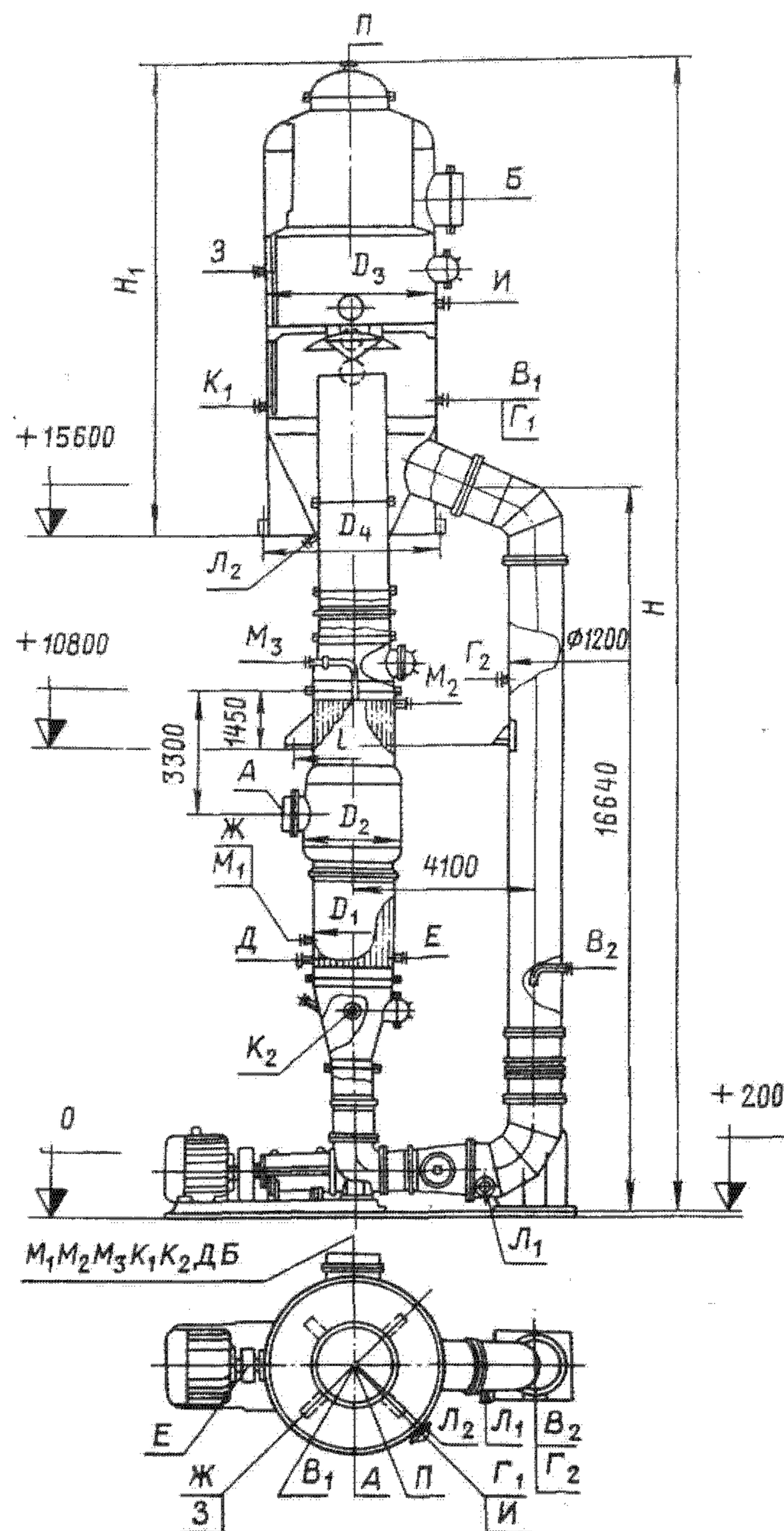


Рис. 45.5. Общий вид аппарата. Тип III, исполнение 2

Диаметр условного прохода штуцеров (мм)

Поверхность теплообмена, м ²	<i>A</i>	<i>B</i>	<i>B₁, B₂</i>	<i>G₁, G₂</i>	<i>D</i>	<i>E</i>	<i>J</i>	<i>Z</i>	<i>I</i>	<i>K₁, K₂</i>	<i>L₁</i>	<i>L₂</i>	<i>M₁, M₂, M₃</i>	<i>П</i>
630	800	1200	125	125	125	125	80	100	125	40	100	80	65	50
800	1000	1200	150	150	125	125	80	100	150	40	100	80	65	50

45.7. Выпарные аппараты с принудительной циркуляцией, вынесенным греющей камерой и зоной кипения (тип IV)

Аппарат (рис. 45.6) состоит из греющей камеры, сепаратора с брызгоотделителем, циркуляционного насоса с электроприводом и циркуляционной трубы.

Конструкция греющей камеры аналогична конструкции этого узла аппарата типа III.

В верхней части сепаратора расположен брызгоотделитель.

Кипение раствора в аппарате происходит в трубе вскипания при выходе раствора в сепаратор.

Кипение в трубах предотвращается за счет гидростатического давления столба жидкости в трубе вскипания.

Уровень раствора в аппарате должен поддерживаться по нижней образующей штуцера входа парожидкостной смеси в сепаратор. Снижение уровня приводит к увеличению расхода мощности электропривода, а повышение вызывает гидравлические удары и брызгонос вторичным паром.

Циркуляция раствора в аппарате осуществляется осевым насосом по замкнутому контуру: сепаратор — циркуляционная труба — насос — греющая камера — сепаратор. Циркуляционный насос обеспечивает скорость потока в трубах 2—2,5 м/с.

Мощность электропривода определяют в каждом конкретном случае в зависимости от вязкости раствора.

Выпариваемый раствор, поднимаясь по трубам, перегревается и по мере выхода из трубы вскипания в сепаратор закипает. Образовавшаяся парорастворная смесь направляется тангенциально в сепаратор, где разделяется на жидкую и паровую фазы. Вторичный пар, проходя сепаратор и брызгоотделитель, освобождается от капель и выходит из аппарата через штуцер *Б*.

Греющий пар через штуцер *А* поступает в межтрубное пространство аппарата, где конденсируется. Конденсат удаляется через штуцер *Д*.

Раствор в аппарат подается через штуцер *В₁* или *В₂*. Упаренный раствор выводится через штуцер *Г*.

Для наблюдения за работой аппарата предусмотрены смотровые окна, для установки манометров и термометров — бобышки.

Аппарат рассчитан на непрерывную работу.

Конструкция аппарата предусматривает возможность механической чистки внутренней поверхности греющих трубок.

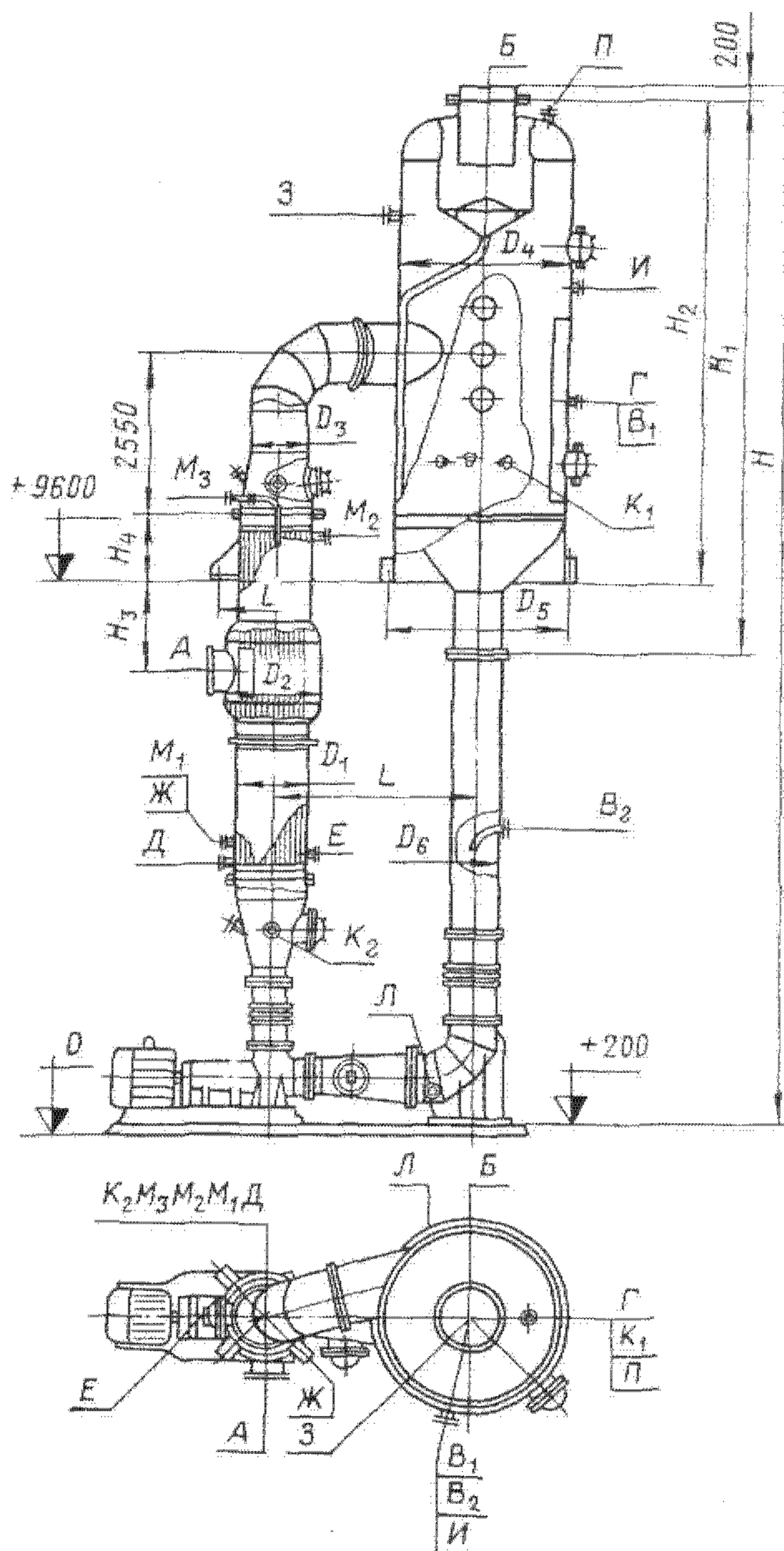


Рис. 45.6. Общий вид аппарата.
Тип IV

Техническая характеристика

Типоразмер аппарата	Поверхность теплообмена, м ²	Количество труб	<i>D₁</i>	<i>D₂</i>	<i>D₃</i>	<i>D₄</i>	<i>D₅</i>	<i>D₆</i>	<i>H</i>	<i>H₁</i>	<i>H₂</i>	<i>H₃</i>	<i>H₄</i>	<i>L</i>	<i>t</i>	Масса аппарата, кг		
			мм	мм	мм	мм	мм	мм	мм	мм	мм	мм	мм	мм	типа насоса сухого при гидроиспытании			
126-2860-01	63	101	600	1000	500	1600	1760	400	16420	8100	6820	1400	800	1900	1160	ОХГ6-30	8100	22850
126-2860-02	125	195	800	1200	700	2000	2180	500	16770	8440	7170	1400	900	2200	1500	ОХГ6-42	12800	37350
126-2860-03	200	310	1000	1400	800	2600	2780	600	17250	8900	7650	1450	1050	2600	1980	ОХГ6-42	18900	73100
126-2860-04	315	468	1200	1600	1000	3000	3220	800	17660	9300	8060	1500	1200	3100	2410	ОХГ6-55	29750	91400
126-2860-05	400	626	1400	1800	1200	3400	3620	900	17680	9300	8080	1500	1200	3500	2620	ОХГ6-70	37300	117700
126-2860-06	500	780	1600	2000	1400	3600	3820	1000	18690	10300	9090	1850	1550	3900	3110	ОХГ6-87	44800	145800

Диаметр условного прохода штуцеров (мм)

Поверхность теплообмена, м ²	<i>A</i>	<i>B</i>	<i>B₁, B₂</i>	<i>Г</i>	<i>Д</i>	<i>E</i>	<i>Ж</i>	<i>З</i>	<i>И</i>	<i>K₁, K₂</i>	<i>Л</i>	<i>M₁, M₂</i>	<i>M₃</i>	<i>M₄</i>	<i>П</i>
63	250	500	50	50	40	40	40	40	50	32	50	—	—	—	32
125	400	600	65	65	50	50	40	50	65	50	50	—	—	—	32
200	500	800	80	80	65	65	40	50	80	50	50	—	—	—	32
315	600	1000	100	100	100	100	50	80	100	40	80	50	50	50	40
400	600	1000	100	100	100	100	50	80	100	—	80	65	50	50	40
500	800	1200	125	125	125	125	80	100	125	100	100	65	65	65	50

45.8. Выпарные пленочные аппараты с восходящей пленкой и соосной греющей камерой (тип V, исполнение 1)

Аппарат (рис. 45.7) состоит из греющей камеры, сепаратора с отбойником и брызгоотделителем и нижней камеры.

Конструкция греющей камеры аналогична конструкции этого узла аппарата типа IV.

В верхней части сепаратора расположен брызгоотделитель.

Раствор подается через штуцер *B*, установленный на обечайке нижней камеры.

Из нижней камеры раствор поступает в греющие трубы, где вскипает под действием тепла греющего пара. Образующийся вторичный пар, поднимаясь вверх, постепенно занимает все центральное пространство трубы и увлекает раствор в виде тонкого слоя по периметру. Раствор, захваченный снизу, благодаря поверхностному трению проходит с большой скоростью по всей длине трубы, выпаривается и выбрасывается в сепаратор. Упаренный раствор отводится из аппарата через штуцер *Г*. Уровень заполнения труб греющей камеры обычно составляет 25—30 %.

Несмотря на большую высоту труб греющей камеры, потери полезной разности температур за счет гидростатического столба невелики и их можно не учитывать при расчете аппарата.

Греющий пар через штуцер *A* поступает в межтрубное пространство аппарата. Конденсат удаляется через штуцер *Д*.

Вторичный пар из сепаратора аппарата выводится через штуцер *B*.

Для наблюдения за работой аппарата предусмотрены смотровые окна, для установки манометров и термометров — бобышки.

Аппарат рассчитан на непрерывную работу.

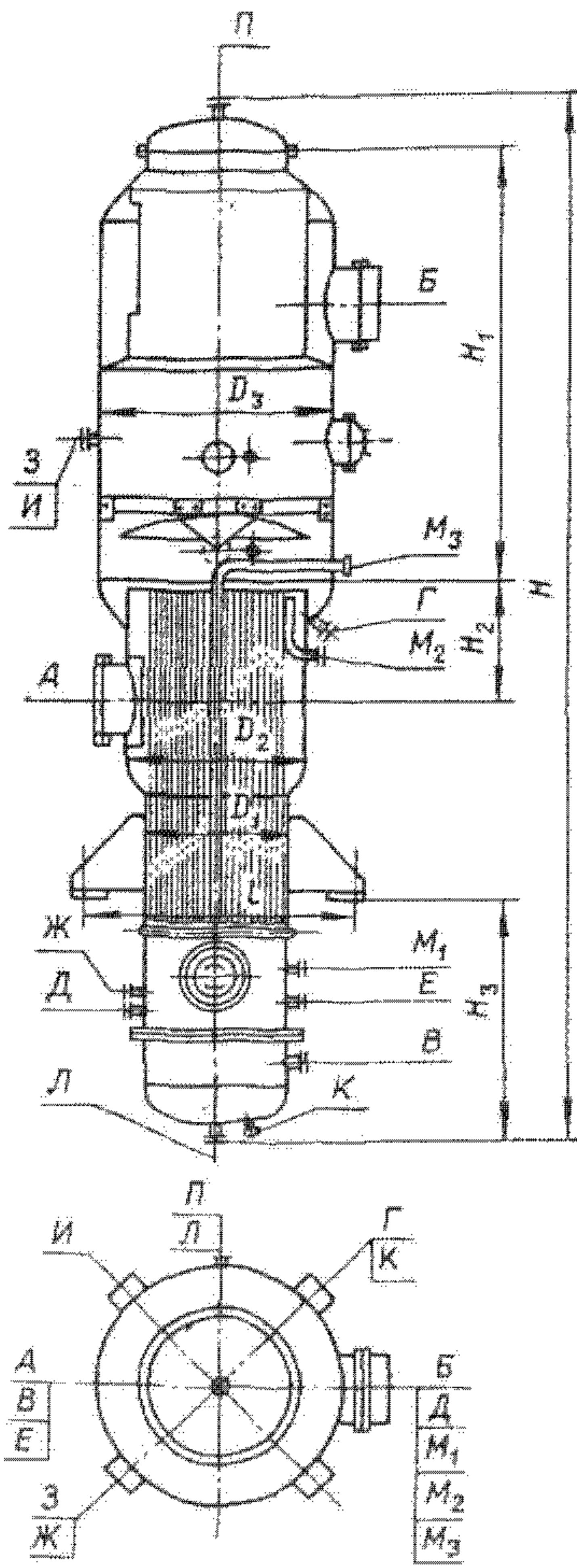


Рис. 45.7. Общий вид аппарата. Тип V, исполнение 1

Техническая характеристика

Типоразмер аппарата	Поверхность теплообмена, м ²		Количество труб	D ₁	D ₂	D ₃	H	H ₁	H ₂	H ₃	I	Масса аппарата, кг	
	при размере труб 38×2×5000 мм	при размере труб 57×2,5×7000 мм		мм									сухого
127-2861-01	50	—	101	600	1000	1600	10720	3760	930	3350	1290	4600	11540
127-2861-02	100	—	195	800	1200	1800	10990	3970	1050	2950	1770	6720	16520
127-2861-03	160	—	310	1000	1400	2000	11120	3980	1130	2900	1980	9040	21820
127-2861-04	250	—	468	1200	1600	2200	11720	3795	1210	2850	2400	12130	29950
127-2861-05	315	—	626	1400	1800	2400	11850	4400	1210	2850	2610	14800	37270
127-2861-06	400	—	816	1600	2000	2600	12410	4810	1380	2700	3110	19810	48880
127-2861-07	—	500	414	1600	2000	2600	14420	4815	1400	4600	3110	23070	59540
127-2861-08	—	630	540	1800	2200	2800	14520	4815	1550	4650	3330	28940	66820
127-2861-09	—	800	666	2000	2400	3000	14790	5024	1550	3890	3540	37990	84880

Диаметр условного прохода штуцеров (мм)

Поверхность теплообмена, м ²	A	B	V	Г	Д	E	Ж	З	И	K	Л	M ₁ , M ₂ , M ₃	П
50	250	325	50	50	40	20	20	32	40		32	50	
100	400	500	65	65	50	40	40	50	50		50	50	
160	500	500	80	80	65	50	50	50	65		50	50	
250	600	600	100	100	100	50	50	80	80		80	50	
315	600	800	125	125	100	80	80	80	80		80	50	32
400	800	800	125	125	125	80	80	100	100		100	50	
500	800	800	125	125	125	80	80	100	100		100	50	
630	800	800	125	125	125	80	80	100	100		100	50	
800	1000	1000	150	150	125	80	80	100	100		100	65	