

МИНИСТЕРСТВО ХИМИЧЕСКОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ
МИНИСТЕРСТВО МОНТАЖНЫХ И СПЕЦИАЛЬНЫХ
СТРОИТЕЛЬНЫХ РАБОТ СССР

ИНСТРУКЦИЯ
ПО ПРИМЕНЕНИЮ ФАСОННОЙ
КИСПОТОУПОРНОЙ КЕРАМИКИ
ДЛЯ ЗАЩИТЫ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО
ОБОРУДОВАНИЯ
И СТРОИТЕЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИИ
ПРЕДПРИЯТИЙ ХИМИЧЕСКОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

ВСН 13 - 78
МИНХИМПРОМ

Министерство химической промышленности
Министерство монтажных и специальных
строительных работ СССР

И Н С Т Р У К Ц И Я
ПО ПРИМЕНЕНИЮ ФАСОННОЙ КИСЛОТОУДОРОННОЙ КЕРАМИКИ
ДЛЯ ЗАЩИТЫ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ
И СТРОИТЕЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЙ
ПРЕДПРИЯТИЙ ХИМИЧЕСКОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

ВСН 13-78
Минхимпром

Утверждены протоколом Министерства
химической промышленности и Министерства
монтажных и специальных строительных работ СССР
от 25 декабря 1978 г.

Согласованы Госстроем СССР – письмо
Госстроя СССР от 20 октября 1978 г.
№ I-4261

Центральное бюро
научно-технической информации
Москва – 1980

Инструкция по применению фасонной кислотоупорной керамики для защиты технологического оборудования и строительных конструкций предприятий химической промышленности разработана впервые институтами Проектхимзащита, Гипрохим, ВНИИкоррозии с использованием материалов ВНИПИ Теплопроект по расчету на прочность (п.2.3.15 - 2.3.18) и на основании анализа и обобщения отечественного и зарубежного опыта применения фасонной кислотоупорной керамики.

Инструкция предназначена для инженерно-технических работников, проектирующих и выполняющих работы по футеровке фасонной кислотоупорной керамикой технологического оборудования и элементов строительных конструкций.

Редактор В.И.Захмирова
Технический редактор Е.А.Мордвинцева
Корректор А.Н.Волков

Л-46392 Подписано в печать 5.03.80.
Формат 60x84/16 Усл.печ.л. 4,42 Уч.-изд.л. 3,9
Бумага тип. № 2 Изд. № 9618 Тираж 1200
Зак. 181 Цена 58 коп.

© ООП ЦБНТИ Минмонтажспецстроя СССР
117949, Москва В-49, ул.Димитрова, 38а

Министерство хими-
ческой промышлен-
ности

(Минхимпром)

Министерство мон-
тажных и специаль-
ных строительных
работ СССР
(Минмонтажспец-
строй СССР)

ВЕДОМСТВЕННЫЕ СТРОИТЕЛЬНЫЕ
НОРМЫ

ИНСТРУКЦИИ
по применению фасонной кис-
лотоупорной керамики для
защиты технологического
оборудования и строитель-
ных конструкций предприя-
тий химической промышлен-
ности

ВСН 13-78

Минхимпром

Разработаны
впервые

I. ОБЩИЕ УКАЗАНИЯ

I.1. Требования настоящей инструкции распространяются на футе-
ровку технологического оборудования цилиндрической формы (га-
баритного и негабаритного) диаметром более 800 мм, перечислен-
ного в п. I.3, и на элементы строительных конструкций (плитусы,
лотки, приямки и каналы), подлежащие футеровке фасонной кисло-
тоупорной керамикой взамен ранее применяемой футеровки кисло-
тоупорным кирпичом или плиткой.

I.2. Требования, предусмотренные настоящей инструкцией,
должны выполняться при проектировании, производстве работ, при-
емке, эксплуатации технологического оборудования и элементов
строительных конструкций, футерованных фасонной кислотоупор-
ной керамикой.

I.3. Технологическое оборудование, подлежащее в соответ-
ствии с п. I.1 футеровке фасонной кислотоупорной керамикой,
подразделяется по материалу корпуса на стальное и железобетон-
ное; по конструкции и назначению на следующие основные группы:

а) вертикальные и горизонтальные реакционные аппараты
(реакторы, отстойники, нейтрализаторы и т.п.);

б) вертикальные и горизонтальные емкостные аппараты (ба-
ки, сборники, хранилища и т.п.);

Внесены институтами
Проектхимзащиты,
Гипрохим,
ВНИИкоррозии

Утвержден
протоколом Минхимпро-
ма и Минмонтажспец-
строй СССР
25 декабря 1978 г.

Срок
введения в
действие
1 мая
1980 г.

- в) колонные аппараты (ректификационные колонны, адсорбера, абсорбера, скрубберы, башни и т.п.);
- г) технологические газоходы;
- д) наливные сооружения (железобетонные хранилища, сборники, нейтрализаторы, отстойники, осветлители и т.п.).

1.4. Требования инструкции не распространяются:

- а) на футеровку технологического оборудования прямоугольной и сферической формы;
- б) на плоские крышки оборудования;
- в) на сооружения из сборного железобетона;
- г) на полы, фундаменты под технологическое оборудование и другие элементы строительных конструкций, не перечисленные в п.1.1.

1.5. Данной инструкцией предусмотрено применение фасонной кислотоупорной керамики (освоенной отечественной промышленностью в соответствии с каталогом рабочих чертежей на фасонную и крупноблочную кислотоупорную керамику для противокоррозионной защиты аппаратуры и строительных конструкций), которая подразделяется на следующие виды:

- а) фасонные плитки (лекальные; прямые шпунтованные; лекальные со шпунтом) для футеровки цилиндрических и плоских поверхностей технологического оборудования, кроме плоских крышек и элементов строительных конструкций;
- б) крупноблочная керамика (прогоны, колосники, распорки) для устройства различных внутренних конструкций;
- в) крупноразмерная керамика (колосники и фиксаторы) для устройства различных опорных конструкций.

Технические условия на вышеперечисленную керамику даны в приложениях I-3.

1.6. В случае применения фасонной кислотоупорной керамики сложной конфигурации (например, для футеровки эллиптических или конусных поверхностей, сооружения сводов и т.п.) необходимо согласование индивидуального заказа с заводом-изготовителем керамики в установленном порядке.

1.7. Футеровку следует производить на следующих вяжущих: кислотоупорных силикатных замазках; замазках на основе синтетических смол (замазки арзамит,

эпоксидные, полиэфирные, слокрил-І, ФАЭД и др.);
портландцементных растворах.

2. ПРОЕКТИРОВАНИЕ ФУТЕРОВОК С ПРИМЕНЕНИЕМ ФАСОННОЙ КИСЛОТОУПОРНОЙ КЕРАМИКИ

2.1. Конструктивные решения

2.1.1. Технологическое оборудование и элементы строительных конструкций, подлежащие футеровке кислотоупорной фасонной керамикой, должны выполняться в соответствии с требованиями следующих нормативных документов и стандартов:

- а) ГОСТ "Сосуды и аппараты цилиндрические стальные сварные" (типы I, II, III, VI и VIII), ОСТ -- "Сосуды и аппараты сварные стальные" для габаритного стального оборудования;
- б) ОСТ "Сосуды и аппараты сварные стальные" для негабаритного стального оборудования с учетом требований раздела 2.2.1-2.2.22 данной инструкций;
- в) СНиП "Заданную общую толщину футеровки фасонной кислотоупорной керамикой и количество слоев футеровки следует провести на основании теплотехнических и прочностных расчетов, исходя из совместной работы системы корпус - футеровка, в соответствии с разделом 2.3 данной инструкции.
- г) СНиП "Заданную общую толщину футеровки фасонной кислотоупорной керамикой и количество слоев футеровки следует провести на основании теплотехнических и прочностных расчетов, исходя из совместной работы системы корпус - футеровка, в соответствии с разделом 2.3 данной инструкции.

2.1.2. Заданную общую толщину футеровки фасонной кислотоупорной керамикой и количество слоев футеровки следует провести на основании теплотехнических и прочностных расчетов, исходя из совместной работы системы корпус - футеровка, в соответствии с разделом 2.3 данной инструкции.

2.1.3. Материалы для футеровки следует предусматривать в соответствии с разделом 2.4. инструкции.

2.1.4. Быстрые составы для футеровки фасонной кислотоупорной керамикой, так же, как материалы подслоев и вкладышей в штуцера, назначаются проектом в зависимости от вида агрессивных воздействий, температуры и других условий эксплуатации.

2.1.5. В проектах необходимо предусматривать вид и марку фасонной кислотоупорной керамики в соответствии с геометрической формой футеруемой поверхности на основании схем футеровки, приведенных на рис.І-15, и в зависимости от диаметра по таблицам І-20.

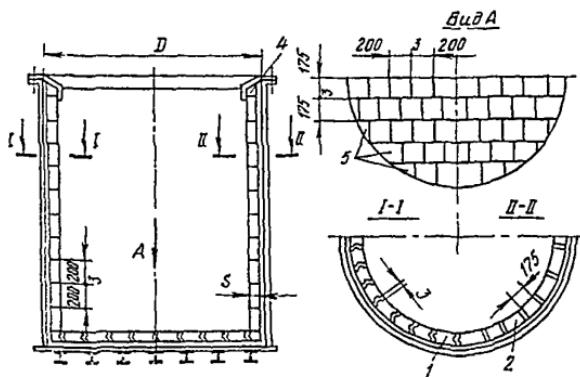


Рис.1. Схема футеровки габаритных вертикальных цилиндрических апшаратов с плоскими днищами диаметром до 4 м: 1 - плитка лекальная ПЛШ; 2 - плитка лекальная ПЛ; 3 - плитка шпунтованная ПШ или кирпич шпунтованный КШ-2; 4 - плитка марки ПЛШ или ПЛ с подгонкой по месту; 5 - плитка ПШ с подгонкой по месту

Таблица I

Количество и марки фасонных плиток для футеровки
габаритных вертикальных цилиндрических аппаратов
с плоскими днищами D до 4 м

Диаметр аппарата D , см	Толщина плитки S , см	Футеровка цилиндрической обечайки плиткой в I слой		Количество плитки ПЛ-1 или ПЛ-2 для футеровки днища в I слой, шт.
		Марка	количество в кольце, шт.	
1400	50	ПЛ-10	25	44
1600	50	ПЛ-10	28	64
1800	70(50)	ПЛШ-3 (ПЛ-10)	31	76
2000	70(50)	ПЛШ-3 (ПЛ-6)	35	96
2200	70(50)	ПЛШ-3 (ПЛ-6)	39	113
2400	70	ПЛШ-4	43	130
2600	70	ПЛШ-4	46	160
2800	70	ПЛШ-4	49	184
3000	70	ПЛШ-4	53	208
3200	70(50)	ПЛШ-4 (ПЛШ-2)	56	240
3600	50	ПЛШ-2	67	320

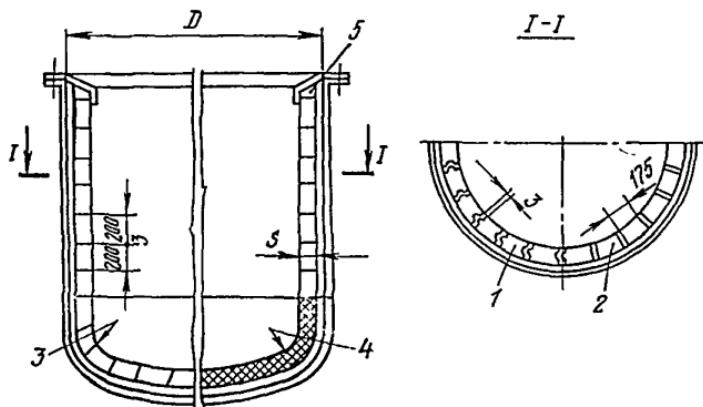


Рис.2. Схема футеровки габаритных вертикальных цилиндрических аппаратов с эллиптическими днищами диаметром до 3 м: 1 - плитка лекальная шпунтованная ПЛШ; 2 - плитка лекальная ПЛ; 3 - футеровка фасонными кислотоупорными изделиями по специзаказу; 4 - футеровка кислотоупорным кирпичом по ГОСТ 474-67; 5 - плитка марки ПЛШ или ПЛ с подгонкой по месту

Таблица 2

Количество и марки фасонных плиток для футеровки габаритных вертикальных цилиндрических аппаратов с эллиптическими днищами D до 3 м

диаметр аппарата, мм	толщина плит- ки, мм	футеровка обечайки плиткой в 1 слой	
		марка	количество в кольце, шт.
1400	50	ПЛ-10	25
1600	50	ПЛ-10	28
1800	70(50)	ПЛШ-3(ПЛ-10)	31
2000	70(50)	ПЛШ-3(ПЛ-6)	35
2200	70(50)	ПЛШ-3(ПЛ-6)	39
2400	70	ПЛШ-4	43
2600	70	ПЛШ-4	46
2800	70	ПЛШ-4	49
3000	70	ПЛШ-4	53

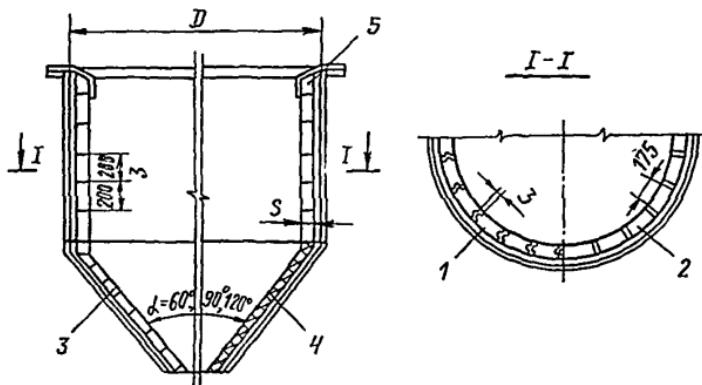


Рис.3. Схема футеровки габаритных вертикальных цилиндрических ашпартаов диаметром до 3 м с коническими днищами: 1 - плитка лекальная шунтованная ПЛШ; 2 - плитка лекальная ПЛ; 3 - футеровка фасонными кислотоупорным изделиями по спецзаказу; 4 - футеровка кислотоупорным кирпичом по ГОСТ 474-67; 5 - плитка марки ПЛШ или ПЛ с подгонкой по месту

Таблица 3

Количество и марки фасонных плиток для футеровки габаритных вертикальных цилиндрических ашпартаов с коническими днищами

Диаметр ашпарата, мм	Толщина плитки, мм	Футеровка обечайки плиткой в I слой	
		марка	количество в кольце, шт.
1400	50	ПЛ-10	25
1600	50	ПЛ-10	28
1800	70(50)	ПЛШ-3 (ПЛ-10)	31
2000	70(50)	ПЛШ-3 (ПЛ-6)	35
2200	70(50)	ПЛШ-3 (ПЛ-6)	39
2400	70	ПЛШ-4	43
2600	70	ПЛШ-4	46
2800	70	ПЛШ-4	49
3000	70	ПЛШ-4	53

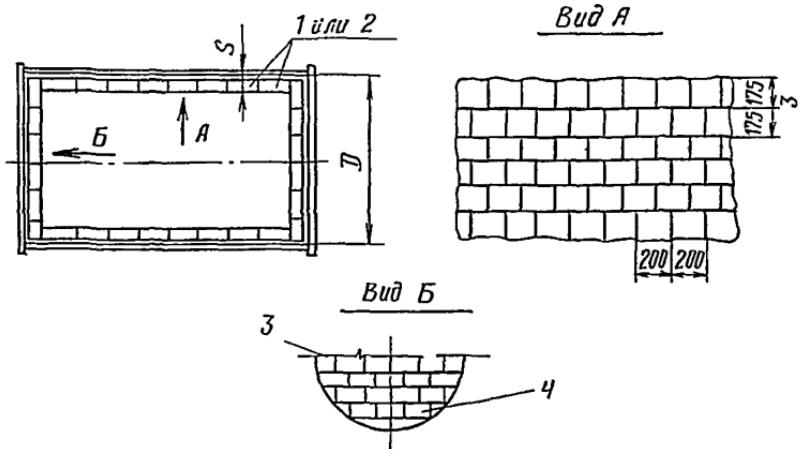


Рис.4. Схема футеровки габаритных горизонтальных цилиндрических аппаратов с плоскими днищами: 1 - плитка лекальная шунтованная ПШ; 2 - плитка лекальная ПЛ; 3 - плитка шунтованная ПГ; 4 - плитка шунтованная ПГС с подгонкой по месту

Таблица 4
Количество и марки фасонных плиток для футеровки габаритных горизонтальных цилиндрических аппаратов с плоскими днищами.

Диаметр аппара- тата, мм	Толщина плитки, мм	Футеровка обечайки плит- кой в I слой		Количество плитки ПШ-I для футеров- ки днища, шт.
		марка	количество в кольце, шт.	
1400	50	ПЛ-10	25	44
1600	50	ПЛ-10	28	64
1800	70(50)	ПГШ-3(ПЛ-10)	31	16
2000	70(50)	ПГШ-3(ПЛ-6)	35	96
2200	70(50)	ПГШ-3(ПЛ-6)	39	118
2400	70	ПГШ-4	43	130
2600	70	ПГШ-4	46	160
2800	70	ПГШ-4	49	184
3000	70	ПГШ-4	53	208
3200	70(50)	ПГШ-4(ПЛ-2)	56	240
3400	50	ПГШ-2	60	260
3600	50	ПГШ-2	64	292
3800	50	ПГШ-2	67	320
4000	50	ПГШ-2	70	360

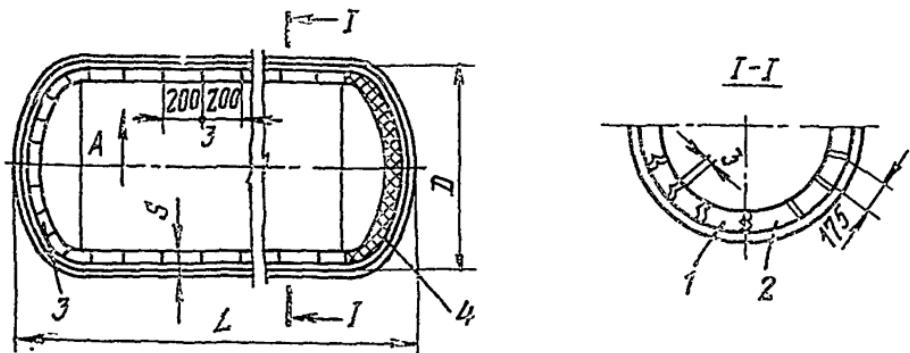


Рис.5. Схема футеровки габаритных горизонтальных цилиндрических аппаратов с эллиптическими днищами: 1 - плитка лекальная штунтованная ПЛШ; 2 - плитка лекальная ПЛ; 3 - футеровка фасонными кислотоупорными изделиями по спецзаказу; 4 - футеровка кислотоупорным кирпичом по ГССТ 474-67

Таблица 5

Количество и марки фасонных плиток для футеровки габаритных горизонтальных цилиндрических аппаратов с эллиптическими днищами

Диаметр аппара- та, мм	Толщина плитки, мм	Футеровка обечайки плиткой	
		марка	количество в кольце, шт.
1400	50	ПЛ-10	25
1600	50	ПЛ-10	28
1800	70(50)	ПЛШ-3(ПЛ-10)	31
2000	70(50)	ПЛШ-3(ПЛ-6)	35
2200	70(50)	ПЛШ-3(ПЛ-6)	39
2400	70	ПЛШ-4	43
2600	70	ПЛШ-4	46
2800	70	ПЛШ-4	49
3000	70	ПЛШ-4	53
3200	70(50)	ПЛШ-4(ПЛШ-2)	56
3400	50	ПЛШ-2	60
3600	50	ПЛШ-2	64
3800	50	ПЛШ-2	67
4000	50	ПЛШ-2	70

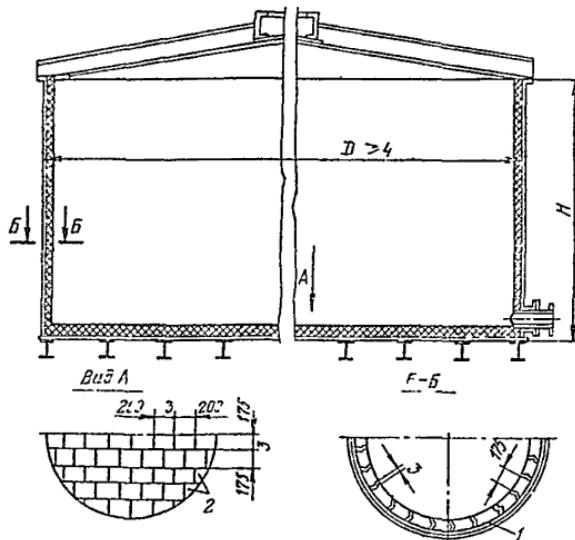


Рис.6. Схема футеровки негабаритных вертикальных цилиндрических аппаратов с плоскими днищами: 1 - плитка штунтованная ПШ; 2 - плитка ПШ с подгонкой

Таблица 6

Количество и марки фасонных плиток для футеровки негабаритных вертикальных цилиндрических аппаратов с плоскими днищами

Диаметр аппара- тата, мм	Толщина плитки, мм	футеровка обечайки плиткой в I слой		Количество плитки ПШ-І для футеров- ки днища, шт.
		марка	количество в кольце, шт.	
3800 - 4000	50	ПШ-2	67 для Ø3800	320 для Ø3800
			70 для Ø4000	360 для Ø4000
4000 - 5000	70	ПШ-І	88 для Ø5000	552 для Ø5000
6000	70	ПШ-І	105	788
7000	70	ПШ-І	124	1100
8000	70	ПШ-І	142	1440
9000	70	ПШ-І	159	1820
10000	70	ПШ-І	177	2250
11000	70	ПШ-І	195	2720
12000	70	ПШ-І	212	3364

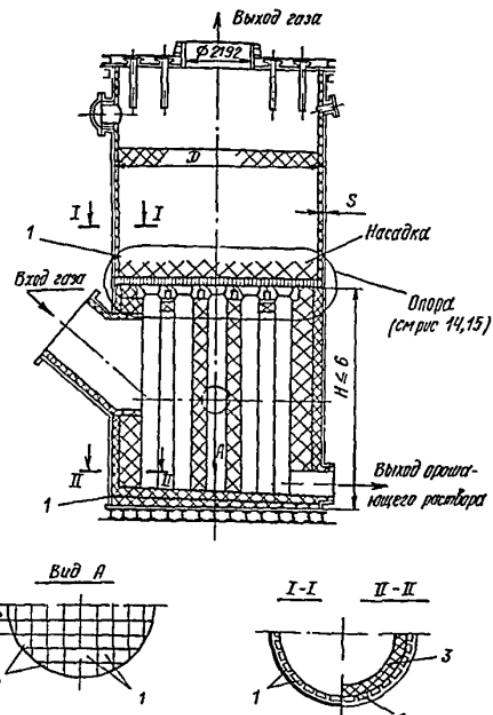


Рис.7. Схема футеровки негабаритных колонных аппаратов: 1 - плитка лекальная шпунтованная ПШ или плитка шпунтованная ПШ с подгонкой; 2 - плитка ПШ с подгонкой; 3 - футеровка кислотоупорным кирпичом по ГОСТ 474-67

Таблица 7

Количество и марки фасонных плиток для футеровки вертикальных негабаритных колонных аппаратов с плоскими днищами

Диаметр аппарата, мм	Толщина плитки, мм	Футеровка обечайки плиткой в I слой		Количество плитки ПШ-1 для футеровки днища, шт.
		марка	количество в кольце, шт.	
3600	50	ПШ-2	64	295
4000	50(70)	ПШ-2	70	360
4500	70	ПШ-1	80	443
5000	70	ПШ-1	88	552
5500	70	ПШ-1	97	660
6000	70	ПШ-1	106	788
6500	70	ПШ-1	115	925
8000	70	ПШ-1	41	1410
10000	70	ПШ-1	177	2180

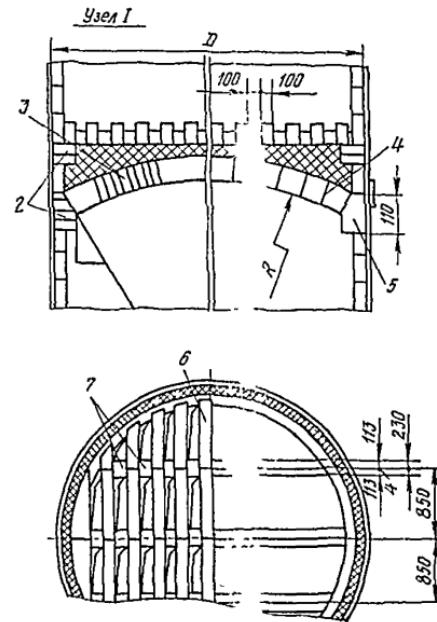
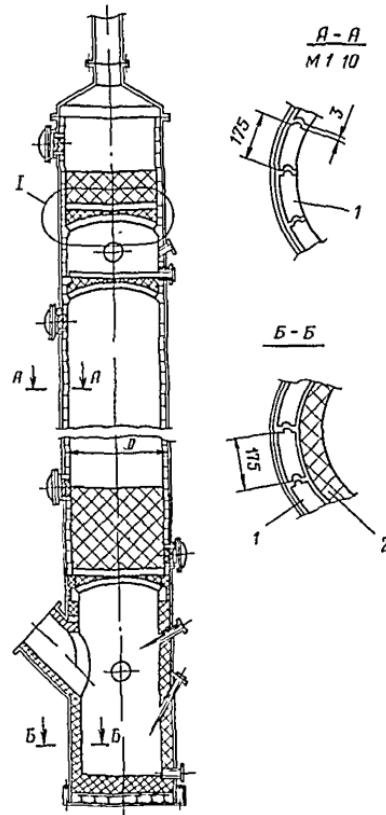


Рис.8. Схема футеровки засорительных колоннных аппаратов с плоскими днищами: узел I - опора под насадку из крупноразмерной керамики; 1 - плитка лекальная шпунтованная ШШ; 2 - футеровка кислотоупорным кирпичом по ГОСТ 474-57; 3 - кирпич кислотоупорный клиновой торцовкой 230x113x65/55; 4 - фасонная кислотоупорная керамика по спецзаказу; 5 - фасонный кислотоупорный пятовый камень; 6 - трёхугольник-колосник кислотоупорный керамический ПК-100, ПК-105 для устройства колосниковой решётки; 7 - фиксатор кислотоупорный керамический для устройства колосниковой решётки марки ФК-101

Т а б л и ц а 8

Количество и марки фасонных плиток для
футеровки габаритных колонных аппаратов
с плоскими днищами

Диаметр аппарата, мм	Толщина плитки, мм	Футеровка обечайки плиткой в I слой	
		марка	количество в кольце, шт.
2000	70	ПЛШ-3	35
2400	70	ПЛШ-3	42
2600	70	ПЛШ-4	46
2800	70	ПЛШ-4	49
3000	70	ПЛШ-4	53
3200	70	ПЛШ-4	56

Т а б л и ц а 9

Количество и марки фасонной керамики
для устройства колосниковых решеток

Диаметр аппарата, мм	2000	2400	2600	2800	3000	3200
Количество колосников ПК-100 /105/, шт.	26	40	42	48	56	60
То же. ФК-101	19	30	31	36	42	45
Радиус R аппарата, мм	550	1950	2150	2350	2550	2750

Примечание. Максимально допустимая нагрузка на колосник 21 кгс/см².

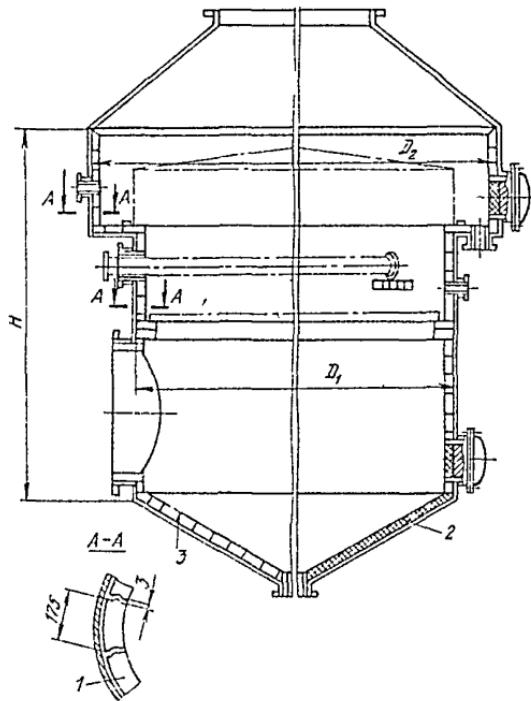


Рис.9. Схема футеровки негабаритных вертикальных колонных аппаратов с коническими днищами:
1 - плитка лекальная ПЛ или лекальная шпунтованная ПШ; 2 - футеровка кислотоупорным кирпичом по ГОСТ 474-67; 3 - футеровка фасонными кислотоупорными изделиями по спецзаказу

Таблица 10

Количество и марки фасонных плиток для футеровки негабаритных вертикальных колонных аппаратов с коническими днищами

D_1 мм	D_2 мм	Тол- щина плит- ки, мм	Футеровка цилиндрической обечайки фасонной плиткой в I слой			
			D_1	D_2	коли- чество в кольце, шт.	коли- чество в кол- це, шт.
600	1200	50	ПЛ-13	II	ПЛ-34	21
1200	1600	70	ПЛ-34	21	ПЛ-34	28
2600	3200	70	ПШ-3	46	ПШ-4	56
3200	3600	70	ПШ-4	56	ПШ-4	64
3200	3800	70	ПШ-4	56	ПШ-4	67

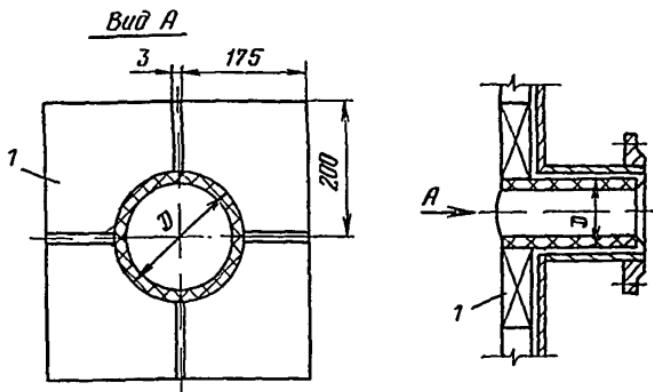


Рис.10. Схема обрамления отверстий около штуцеров диаметром 150, 230, 250 мм: 1 - плитки ПО-15, ПО-22, ПО-30 фасонные для обрамления штуцеров

Т а б л и ц а II
Количество и марки фасонных плиток для
обрамления отверстий около штуцеров
диаметром 150, 230, 250 мм

Диаметр отвер- стий под шту- цер или вкла- дыши, мм	Раскладка плитки при обрамлении отвер- стий штуцеров		
	толщина, мм	марка	количество на 1 штуцер, шт.
250	70	ПО-30	4
230	70	ПО-15	4
150	70	ПО-22	4

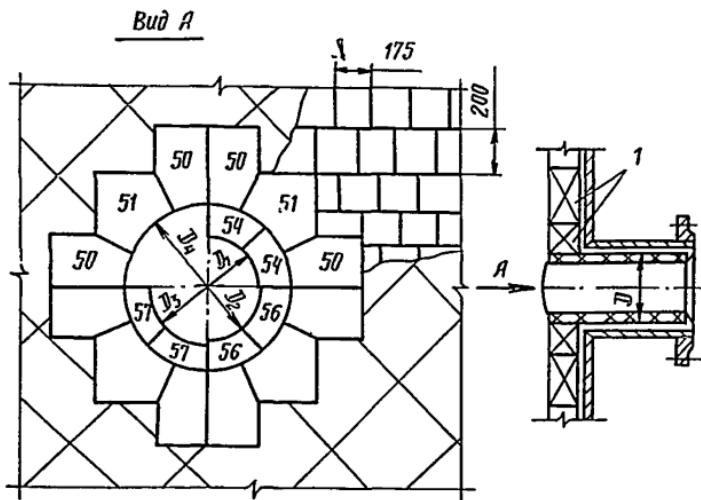


Рис. II. Схема обрамления отверстий около штуцеров диаметром 314, 350, 380, 480 мм; I - блоки фасонные БО-50, БО-52, БО-54, БО-56, БО-57 для обрамления отверстий штуцеров

Таблица 12

Количество и марки фасонных блоков для обрамления отверстий около штуцеров

Диаметр отверстий около штуцеров, мм	Раскладка блоков при обрамлении отверстий штуцеров		
	толщина, мм	марка	Количество на 1 штуцер, шт.
$D_1 \approx 314$	70	БО-50 БО-51 БО-54	8 4 8
$D_2 \approx 350$	70	БО-50 БО-51 БО-56	8 4 8
$D_3 \approx 380$	70	БО-50 БО-51 БО-57	8 4 8
$D_4 \approx 480$	70	БО-50 БО-51	8 4

Вид А

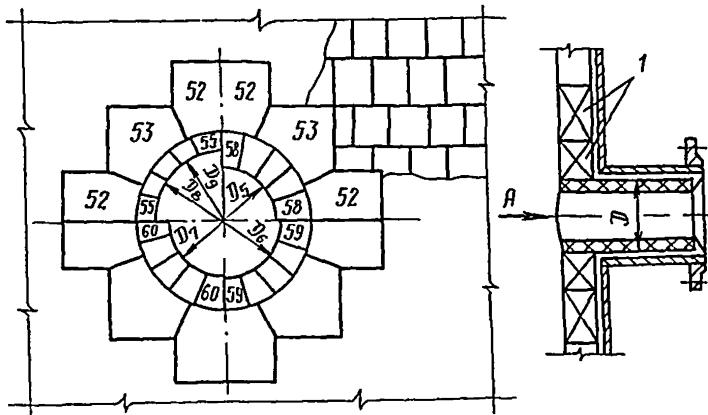


Рис.12. Схемы обрамления отверстий около люков и газоходов диаметром 680, 792, 880, 980, 1080 мм: I - блоки фасонные БО-52, БО-53, БО-55, БО-58, БО-59, БО-60 для обрамления отверстий люков и газоходов

Т а б л и ц а 13

Количество и марки фасонных блоков для обрамления отверстий около люков и газоходов

Диаметр отверстий около штуцеров и люков, мм	Раскладка блоков при обрамлении отверстий люков и газоходов		
	толщина, мм	марка	Количество на 1 штуцер или люк, шт.
$D_5 \approx 680$	70	БО-52 БО-53 БО-58	8 4 19
$D_6 \approx 792$	70	БО-52 БО-53 БО-59	8 4 19
$D_7 \approx 880$	70	БО-52 БО-53 БО-60	8 4 19
$D_8 \approx 980$	70	БО-52 БО-53 БО-55	8 4 19
$D_9 \approx 1080$	70	БО-52 БО-53	8 4

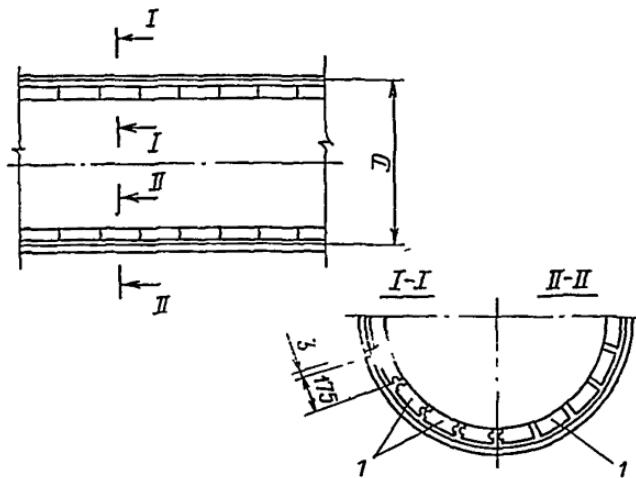


Рис. 13.. Схема футеровок цилиндрических газоходов: I - плитка лекальная ПЛ или лекальная шпунтованная ПЛШ

Т а б л и ц а 14

Количество и марки фасонных плиток
для футеровки цилиндрических газоходов

Диаметр газо- хода, мм	Толщина плитки, мм.	Футеровка обечайки газохода или воздуховода плиткой	
		марка	количество в кольце, шт.
800	70(50)	ПЛ-33(ПЛ-7)	14
1000	70	ПЛ-34	18
1200	70	ПЛ-34	21
1400	50	ПЛ-10	25
1600	50	ПЛ-10	28
1800	70(50)	ПЛШ-3(ПЛ-10)	31
2000	70(50)	ПЛШ-3(ПЛ-6)	35
2200	70(50)	ПЛШ-3(ПЛ-6)	39
2400	70	ПЛШ-4	43
2600	70	ПЛШ-4	46
2800	70	ПЛШ-4	49
3000	70	ПЛШ-4	53

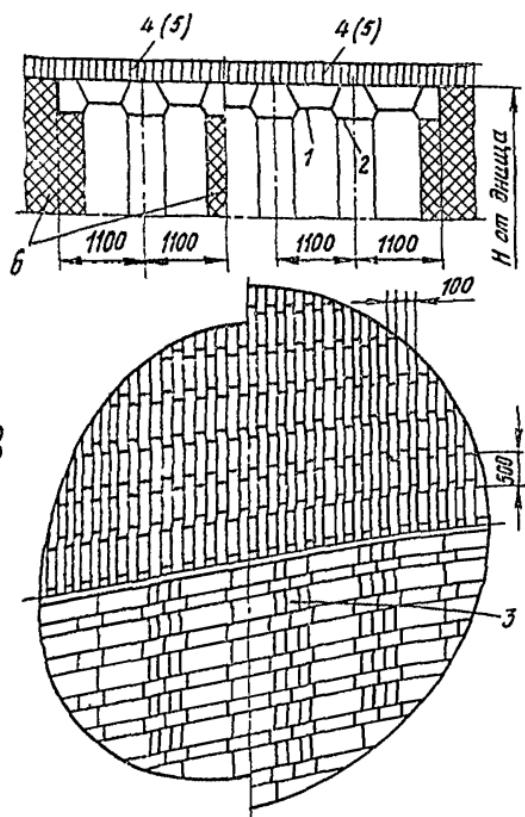


Рис.14. Конструкция опоры под насадку из крупноблочной керамики: 1 - прогон кислотоупорный керамический ПГ-1а для устройства опоры под насадку; 2 - прогон кислотоупорный керамический ПГ-2а; 3 - распорка кислотоупорная керамическая РС-За для устройства опоры под насадку; 4,5 - колосники КЛ-4а, КЛ-5а кислотоупорные керамические для устройства опоры под насадку (максимально допустимая нагрузка на колосник 58 кгс/см²); 6 - кирпич кислотоупорный по ГОСТ 474-67

Таблица 15

Количество и марки прогонов, колосников из крупноблочной керамики для сооружения опоры под насадку

Диаметр аппарата, мм	Количество крупноблочной керамики на одну опору, шт.				
	ПГ-1а	ПГ-2а	РС-За	КЛ-4а	КЛ-5а
3600	17	34	12	-	104
4000	21	38	12	-	128
4500	24	48	26	174	-
5000	36	68	36	204	-
5500	40	76	40	252	-
6000	49	38	44	292	-
6500	53	110	44	344	-
8000	86	172	76	528	-
9000	105	210	116	740	-

2.1.6. Схемы футеровок цилиндрических поверхностей следует принимать:

для вертикально расположенного технологического оборудования – кольцами с перевязкой швов, как показано на рис. I; при этом швы последующих колец не должны совпадать со швами предыдущих;

для горизонтально расположенного оборудования – рядами со смещением швов на половину плитки (см. рис. 4, вид А).

2.1.7. Для футеровки цилиндрических поверхностей следует применять: при диаметре технологического оборудования до 4 м – плитки лекальные шпунтованные марок ШШ или лекальные марок ПЛ; при диаметре ≥ 4 м – плитки прямые шпунтованные марок ШШ.

2.1.8. Футеровку плоских днищ технологического оборудования следует производить по схемам, данным на рис. I, 4, вид А; при этом плитки следует применять прямые шпунтованные марки ШШ.

2.1.9. Футеровку вертикально расположенного технологического оборудования следует предусматривать с днища, после чего производить футеровку обечайки. Конструкции узла сочетания днища с обечайкой даны на рис. I6, а.

2.1.10. Конструкцию узла сочетания футеровки обечайки оборудования со съемной крышкой следует принимать, как показано на рис. I6, д, е; ; несъемной – на рис. I6, в, г. При этом последнее кольцо футеровки обечайки следует предусматривать из основных плиток с подгонкой их по месту.

Зазоры между последним кольцом футеровки обечайки и несъемной крышкой должны разделяться шнуровым асбестом на соответствующем вяжущем (см. п. I.7?).

2.1.11. Схемы защиты штуцеров и люков приведены на рис. I7.

Обрамление штуцеров и люков следует производить по схемам, приведенным на рис. I0-I2, с учетом нижеследующего:

а) при диаметре штуцеров до 150 мм – фасонными плитками марок ПЛ, ШШ и ШШи, применяемых для футеровки обечайки с подгонкой их по месту;

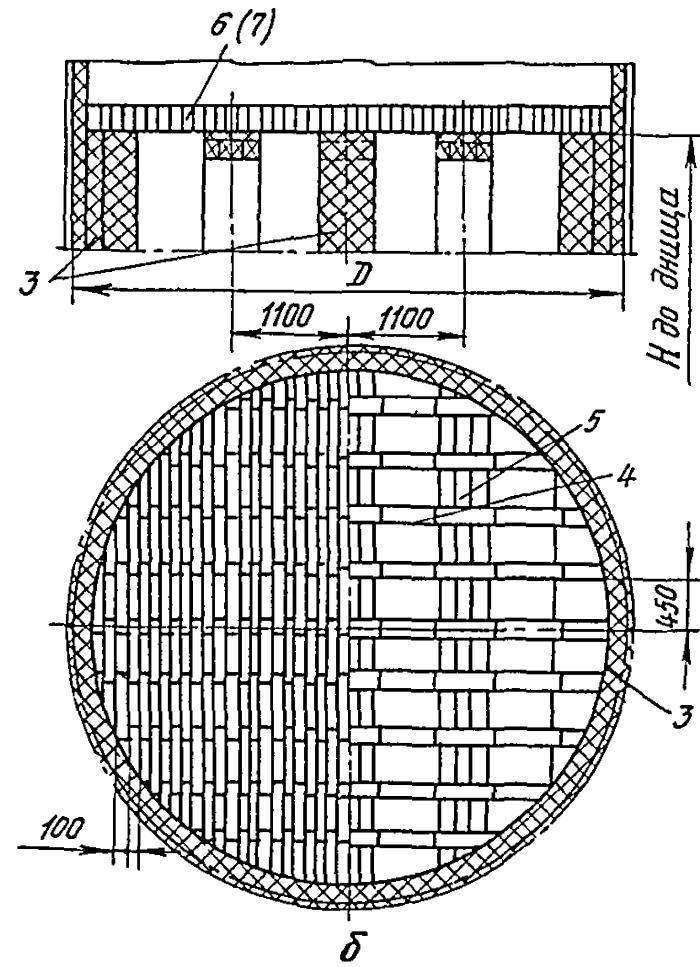
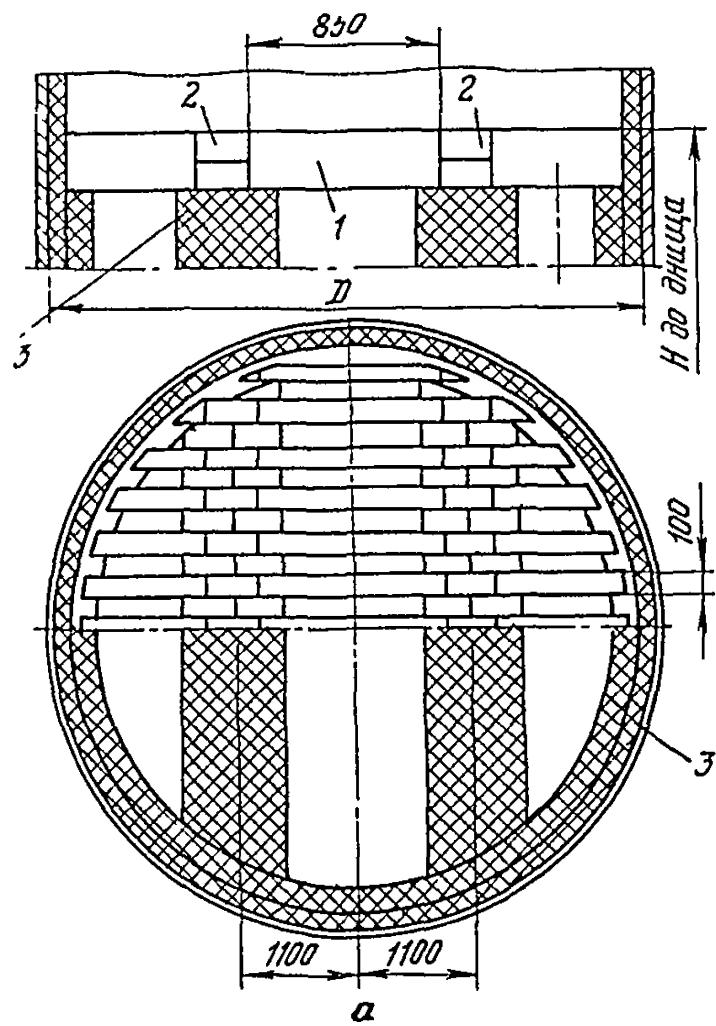
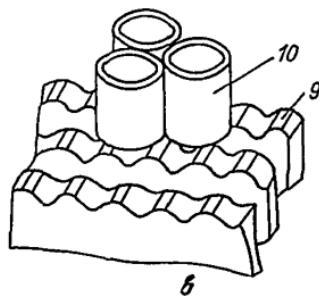


Таблица 16

Количество и марки прогонов, колосников, фиксаторов из крупноразмерной керамики для сооружения опоры под насадку

Диаметр аппарата, мм	Количество крупноразмерной керами- ки на I опору, шт.	
	ПК-100 (ПК-105)	ФК-101
3600	45	116
4000	72	172
4500	75	230
5000	106	274
5500	122	306
6000	143	404
6500	160	452
8000	356	740
10000	365	1420



6

Рис.15. Конструкция опор под насадку из крупноразмерной и крупноблочной керамики: а - из крупноразмерной керамики; б - из крупноблочной керамики; в - колосник ПК-105; г - про-
гоны-колосники кислотоупорные керамические ПК-100, ПК-105
(максимально допустимая нагрузка на колосник 21 кгс/см²);
2 - фиксатор кислотоупорный керамический ФК-101; 3 - кирпич
кислотоупорный по ГОСТ 474-67; 4 - прогон кислотоупорный ке-
рамический III-1а; 5 - распорка кислотоупорная керамическая
РС-За; 6,7 - колосники КЛ-4а, КЛ-5а кислотоупорные керамические
(максимально допустимая нагрузка на колосник 58 кгс/см²);
8 - колосник ПК-105 250x100 (авт.свид. № 466024); 9 - волны
 $R = 20$ мм; 10 - кольца Рашига

Т а б л и ц а I7

Количество и марки прогонов, колосников для сооружения опоры под насадку из крупноблочной керамики

Диаметр аппарата, мм	Количество крупноблочной керамики на 1 опору			
	ПГ-1а	РС-3а	КЛ-4а	КЛ-5а
3600	34	12	-	104
4000	42	12	-	128
4500	48	26	174	-
5000	72	36	204	-
5500	80	40	252	-
6000	98	44	292	-
6500	106	44	344	-
8000	172	76	528	-
9000	210	116	740	-

б) при диаметре штуцеров от 150 до 260 мм - фасонными плитками ПО-15, ПО-22 и ПО-30;

в) при диаметре от 260 до 480 мм - фасонными блоками БО-50, БО-51, БО-54, БО-56, БО-57, изготавляемыми по спецзаказу на Славянском керамическом комбинате;

г) при диаметре от 480 до 680 мм - фасонными блоками по индивидуальным чертежам, согласованным с заводом-изготовителем (из-за отсутствия в нормали на фасонную керамику требуемых блоков);

ж) при диаметре от 680 до 1080 мм - фасонными блоками БО-52, БО-53, БО-55, БО-58, БО-59, БО-60.

П р и м е ч а н и е. Допускается при невозможности индивидуального заказа предусматривать обрамление штуцеров и люков диаметром от 480 до 680 мм стандартным кислотоупорным кирпичом или плиткой.

2.1.12. Опоры в колонных аппаратах, в частности опоры под различные насадки, следует проектировать с учетом: расчетных нагрузок на опору; требуемой площади свободного сечения прохода газа (от 25 до 33 %); максимального расстояния между колосниками, допускаемого при данном виде насадки; диаметра аппарата, в котором предусматривается опора; конструктивной возможности выполнения опоры из фасонной керамики.

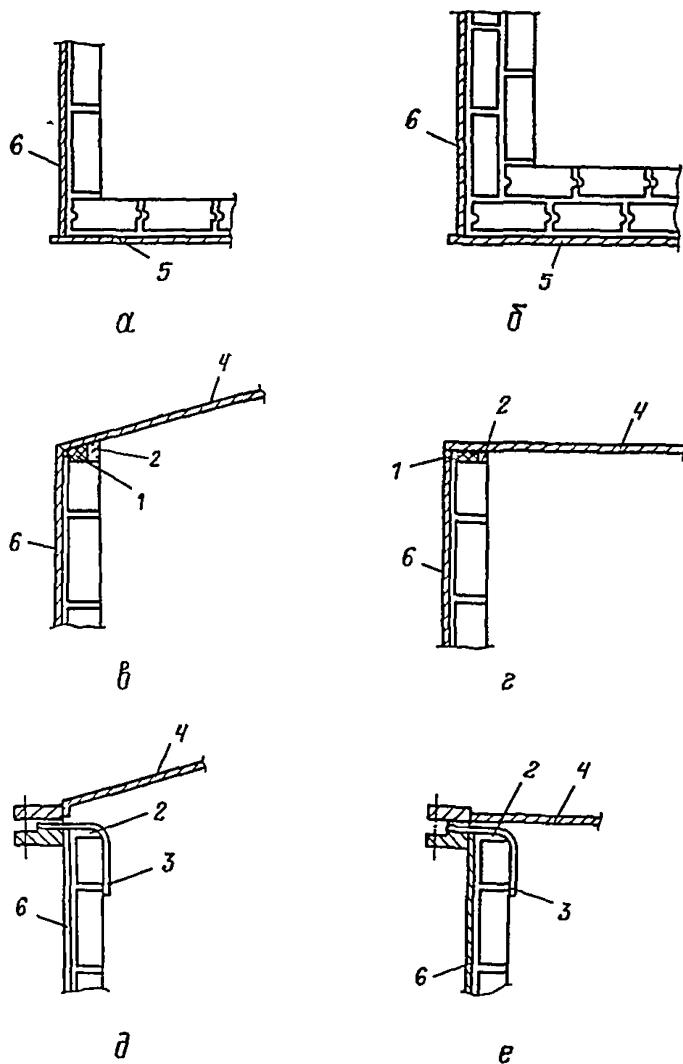


Рис.16. Схемы узлов сочетания фланцев обечайки аппаратов с бутеровкой линии; узлы фланцев обечайки с приварными или съемными плоскими или коническими крышками: а - односторонняя; б - двухсторонняя бутеровка; в - несъемная коническая крышка; г - несъемная плоская крышка; д - съемная коническая крышка; е - съемная плоская крышка; 1 - шнур асbestosовый Ø 16 мм на вяжущем; 2 - разделка вяжущим; 3 - астук; 4 - крышка аппарата из коррозионностойкой стали; 5 - днище аппарата; 6 - обечайка аппарата

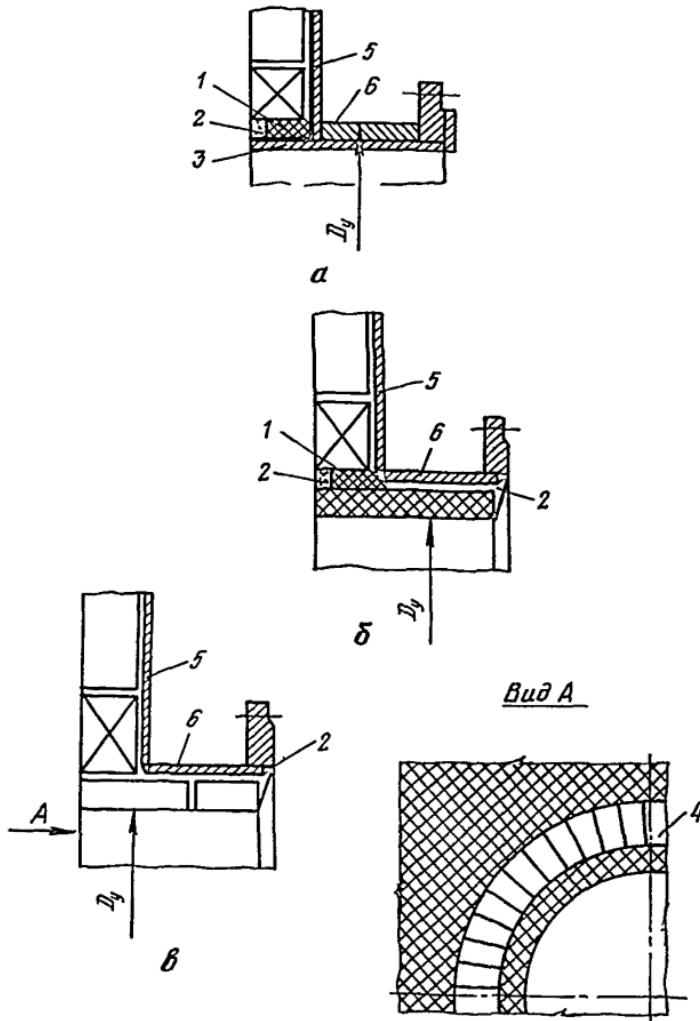


Рис. I7. Схема футеровок штуцеров и люков аппаратов: а - вкладыш из коррозионностойкого материала; б - вкладыш из кислотоупорной керамики; в - футеровка штучными кислотоупорными материалами; 1 - шнур асбестовый Ø 18 мм на вяжущем; 2 - разделка вяжущим; 3 - вкладыш; 4 - арка из кислотоупорного кирпича по ГОСТ 474-67; 5 - обечайка аппарата; 6 - обечайка штуцера или люка

2.1.13. В проектах опор из крупноблочной керамики следует предусматривать применение сложных прогонов, состоящих из одного блока ПГ-1а и двух блоков ПГ-2а, распорок РС-За и колосников КЛ-4а при диаметре башни выше 4 м и КЛ-5а при диаметре до 4 м.

2.1.14. В опорах под насадку из крупноразмерной керамики следует предусматривать применение колосников, являющихся одновременно прогонами - ПК-100 или ПК-105 и фиксаторов ФК-101.

Применение колосников ПК-105 с волнистой поверхностью обеспечивает проходящему через опору газу большую площадь свободного прохода по сравнению с колосниками ПК-101, КЛ-4а или КЛ-5а.

2.1.15. Футеровку плинтусов у стен, колонн, лотков, приямков и каналов следует предусматривать из фасонной кислотоупорной керамики в виде угловых плиток марок ПУ, ПСУ-1, ПСУ-2.

Схемы футеровок приведены на рис.18-20.

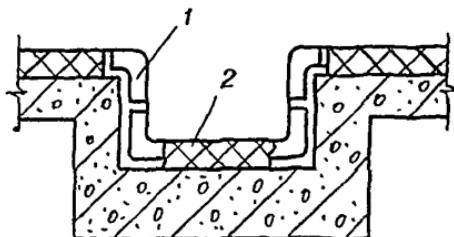


Рис.18. Схема облицовки лотков: 1 - плитка кислотоупорная керамическая угловая ПУ-1, спаренная угловая ПСУ-1,2; 2 - облицовка кислотоупорной плиткой по ГОСТ 961-68

Т а б л и ц а 18
Количество плиток и марки для
облицовки лотков

Обозначение плитки	Толщина, мм	Длина, мм	Ширина, мм	Высота, мм
ПУ-1	30	200	60	100
ПСУ-1	15	200	30	100
ПСУ-2	20	200	40	100

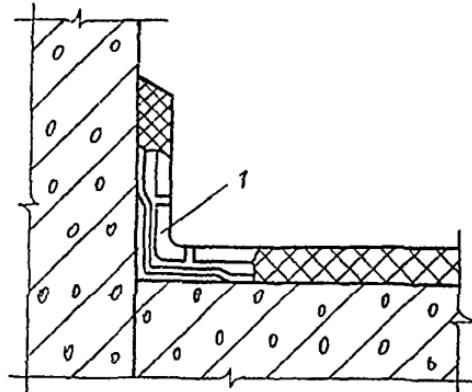


Рис.19. Схема облицовки плинтусов:
1 - плитка кислотоупорная керамическая
угловая ПУ-1, спаренная угловая ПСУ-1,2

Т а б л и ц а 19

Количество плиток и марки для
облицовки плинтусов

Обозначение плитки	Толщина, мм	Длина, мм	Ширина, мм	Высота, мм
ПУ-1	30	200	60	100
ПСУ-1	15	200	30	100
ПСУ-2	20	200	40	100

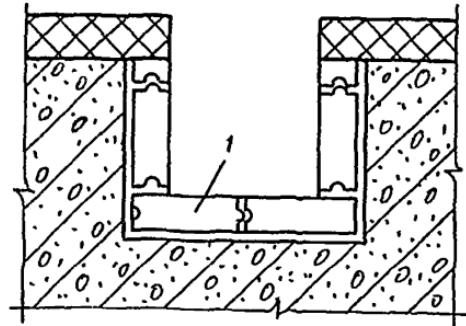


Рис.20. Схема облицовки каналов: I -
плитка кислотоупорная керамическая
шпунтованная ПШ-1

Т а б л и ц а 20

Количество плиток и марки для
облицовки каналов

Обозначение плитки	Толщина, мм	Длина, мм	Ширина, мм
ПШ-1	70	200	175

2.2. Основные требования к разработке технологического оборудования и элементов строительных конструкций, подлежащих защите фасонной кислотоупорной керамикой

**Требования к разработке технологического оборудования
(аппараты, колонная аппаратура, газоходы)**

2.2.1. Расчеты на прочность технологического оборудования (см.раздел 2.3), работающего под налив и подлежащего футеровке, следует выполнять согласно требованиям, указанным в ГОСТ "Сосуды и аппараты. Нормы и методы расчета на прочность", с учетом прибавки (С) к расчетной толщине обечайек, днищ и др. элементов в соответствии с указаниями п.1.6.2.

2.2.2. Исходя из опыта эксплуатации с учетом необходимости защиты наружной поверхности от атмосферной коррозии, толщину обечайки следует принимать по расчету, но не менее:

6 мм при диаметре до 4 м

8 мм при диаметре от 4 м до 6 м

10 мм при диаметре от 6 м до 10 м

12 мм при диаметре от 10 м до 14 м

14 мм при диаметре от 14 м до 18 м

П р и м е ч а н и е. Оборудование диаметром более 10 м, работающее под налив, допускается проектировать из отдельных царг различной толщины в соответствии с расчетом при условии принятия толщины нижней царги не менее указанной выше. При этом требуемую жесткость верхних царг следует обеспечить за счет устройств бандажей или других конструктивных решений.

2.2.3. С целью обеспечения доступа в оборудование во время производства футеровочных работ следует учитывать:

а) закрытые аппараты диаметром до 2 м при высоте менее 2 м должны иметь съемные крышки;

б) закрытые аппараты диаметром более 2 м при высоте более 2 м необходимо проектировать с приварными крышками при условии наличия люков диаметром не менее 800 мм. Люки следует располагать из расчета один люк через 4-6 м высоты или длины аппарата, но не менее двух люков на аппарат.

2.2.4. В газоходах следует предусматривать люки на расстоянии 10-12 м.

2.2.5. Съемные крышки, подлежащие футеровке, следует проектировать эллиптическими или коническими.

Конические крышки, подлежащие футеровке по органическому подслою, необходимо проектировать со следующим наклоном крышки к обечайке:

для аппаратов диаметром до 2 м не менее 45°;

для аппаратов диаметром более 2 м не менее 60°.

2.2.6. На плоских днищах наливного оборудования с внешней стороны должны быть предусмотрены ребра жесткости.

2.2.7. Марки сталей для технологического оборудования в зависимости от расчетной температуры наружного воздуха по району строительства следует принимать по табл. II ОСТ "Сосуды и аппараты сварные стальные". Кипящие стали не рекомендуются.

Для технологического оборудования, на которое распространяются "Правила устройства и безопасности эксплуатации сосудов, работающих под давлением", марки сталей следует принимать в соответствии с нормативными документами Госгортехнадзора СССР.

2.2.8. Крепление несущих конструкций здания к футерованному оборудованию не допускается. Допускается крепление обслуживающих площадок при установке бандажных поясов, скользящих опор или осуществлении других мероприятий, исключающих местные напряжения изгиба.

Примечание. Установка на указанных площадках механизмов, вызывающих вибрацию, не допускается.

2.2.9. В технологическом оборудовании следует предусматривать минимальное количество штуцеров и люков, особенно расположенных в жидкой фазе.

2.2.10. Расположение штуцеров в плоских днищах не допускается. При технологической необходимости в установке такого штуцера его следует предусматривать в нижней части обечайки с учетом толщины футеровки днища.

2.2.11. Расположение переливных штуцеров следует предусматривать на расстоянии не менее 300 мм от крышки или фланца вертикально расположенного оборудования.

2.2.12. Диаметры штуцеров следует предусматривать с учетом толщины их последующей защиты.

2.2.13. Конструкция штуцеров и люков, включая длину патрубков, должна быть такой, чтобы был обеспечен доступ для выполнения футеровочных работ и контроля за их состоянием в процессе эксплуатации.

2.2.14. Не следует проектировать штуцера и люки прямоугольной формы.

Штуцера следует предусматривать из бесшовных стальных труб.

2.2.15. Штуцера в виде бобышек, приваренных к обечайке, не допускаются.

2.2.16. Присоединение к штуцерам следует предусматривать фланцевым с гладкой уплотнительной поверхностью фланцев (риски, шипы, пазы не допускаются).

2.2.17. Конструкция всех внутренних устройств должна быть такой, чтобы был обеспечен доступ в технологическое оборудование при проведении футеровочных работ, а также в период эксплуатации и при ремонтах, например, конструкции брызгоулавливающих устройств из химотайких материалов в адсорберах, скрубберах, брызгоуловителях должны обеспечить возможность футеровки поверхности оборудования в местах их крепления.

2.2.18. Проектирование технологического оборудования, подлежащего футеровке, с нагревательными или охлаждающими элементами в виде рубашек или наружных змеевиков не допускается.

2.2.19. Нагревательные или охлаждающие элементы следует предусматривать в виде установленных внутри оборудования змеевиков, барботеров и т.п. с учетом, что расстояние их от поверхности футеровки должно быть не менее 50 мм. При этом отверстия в барботерах не должны быть направлены на футеровку.

2.2.20. Крепление вала перемешивающего устройства с помощью нижнего подпятника не допускается.

2.2.21. При наличии быстроходных перемешивающих устройств (частота вращения мешалки более 30 об/мин) расстояние от футеровки днища до мешалки должно быть предусмотрено не менее 300 мм.

2.2.22. Тарелки в колонной аппаратуре следует предусматривать разъемными и съемными для возможности монтажа их после

окончания футеровки корпуса. Крепление их следует предусматривать на опорных кольцах или консолях, выполненных из футеровочных материалов.

Требования к железобетонным сооружениям, работающим под налив (хранилища, сборники, отстойники)

2.2.23. Железобетонные сооружения, подлежащие защите фасонной кислотоупорной керамикой, следует предусматривать цилиндрической формы из монолитного бетона.

Состав бетона, тип цемента, марку бетона по прочности, водонепроницаемости и морозостойкости, тип арматуры, величину защитного слоя бетона, допуски по трещиностойкости следует принимать согласно СНиП "Задача строительных конструкций от коррозии. Нормы проектирования".

2.2.24. При проектировании железобетонных сооружений следует учитывать толщину футеровки, необходимость доступа во внутрь сооружения при выполнении работ по футеровке и ремонту.

2.2.25. Раскрытие трещин в работающих под налив конструкциях сооружений не допускается, что следует проверить расчетом.

2.2.26. При проектировании железобетонных сооружений не допускается предусматривать:

использование элементов железобетонных сооружений, находящихся в контакте с агрессивными средами, в качестве опор для стен, колонн и перекрытий здания;

устройство опор (колонн и др.) внутри сооружения;

устройство смежных стен в сооружениях, предназначенных под налив различных по степени агрессивности жидкостей;

наличие скоб, крючьев и др. на внутренней поверхности сооружения.

2.2.27. Бетонирование сооружений под налив должно быть непрерывным без образования рабочих швов.

2.2.28. При проектировании железобетонных сооружений, заглубленных в грунт, следует предусматривать:

а) наружную оклеенную гидроизоляцию в соответствии с табл. I.6 главы СНиП "Задача строительных конструкций от коррозии. Нормы проектирования";

б) контрольные колодцы (не менее двух).

Допускается использовать в качестве контрольных колодцы, которые предусматриваются в местах подсоединения коммуникаций к штуцерам сооружения, заглубленным в грунт, например, колодцы к сливным штуцерам;

в) переливные устройства на высоте не менее 300 мм от перекрытия и автоматические сигнализаторы уровня.

2.2.29. Штуцера и люки следует предусматривать в покрытии сооружения. При необходимости расположения их в боковой поверхности сооружения диаметр патрубков штуцеров и люков следует принимать с учетом толщины футеровки или вкладышей.

2.2.30. Ввод сифонов, змеевиков, барботеров, труб подачи растворов, указателей уровня и других следует предусматривать через специальные штуцера.

2.2.31. Патрубки штуцеров из бесшовных стальных труб следует предусматривать приваренными к арматуре. Установка патрубков после бетонирования не допускается.

Требования к элементам строительных конструкций

2.2.32. При проектировании лотков, каналов и приямков, подлежащих футеровке фасонной кислотоупорной керамикой, должны выполняться требования, изложенные в пунктах 2.2.23 – 2.2.28, а.

2.2.33. При проектировании лотков и каналов для сточных вод следует предусматривать: минимальное количество изгибов в плане, жесткое соединение стенок лотков и каналов с армированным подстилающим слоем пола, уклон не менее 2 %, овальные сопряжения днища со стенками каналов и лотков.

2.2.34. Ширину каналов и лотков принимать:

при глубине до 0,7 м – не менее 0,6 м;

при глубине свыше 0,7 м – не менее 0,8 м.

2.2.35. Сечение туннелей следует принимать не менее I₂ x I₈ м (высота).

В закрытых непроходных или полупроходных туннелях следует предусматривать люки диаметром не менее 800 мм, расположенные через каждые 10–12 м.

2.2.36. Заделку деформационных швов в футеровке туннелей и каналов следует производить эластичными химически стойкими материалами.

2.2.37. При проектировании лотков, каналов, туннелей и приямков следует учитывать толщину футеровки.

2.3. Расчеты футеровок применением фасонной кислотоупорной керамики

Причины расчета футеровок

2.3.1. Футеровки с применением фасонной керамики необходимо рассчитывать как для проверки правильности выбранной конструкции защиты, так и для определения ее толщины и количества слоев футеровки. Следует выполнять теплотехнический расчет футеровки и расчеты по несущей способности (прочности и устойчивости).

2.3.2. Теплотехнический расчет футеровки следует проводить:

для определения необходимости наружной теплоизоляции оборудования;

для определения толщины футеровки по непреницаемому органическому подслою в технологическом оборудовании, работающем при температуре выше +60°C.

Методика расчета приведена в пп. 2.3.6. - 2.3.9.

2.3.3. При наличии в конструкции защиты эластичного подслоя под футеровкой последняя должна быть рассчитана на статическую устойчивость.

Методика расчета приведена в пп. 2.3.10 - 2.3.13.

2.3.4. Проверочный расчет на прочность следует производить для определения напряжений, возникающих в слоях футеровки под действием внутреннего давления, температуры и набухания при эксплуатации технологического оборудования.

Расчет на прочность должен быть произведен в следующих случаях:

для технологического оборудования, работающего при температуре выше +100°C;

для технологического оборудования, гидростатическое или внутреннее давление в котором выше 1,5 кгс/см²;

для технологического оборудования, устанавливаемого вне здания;

для всего технологического оборудования диаметром более 4 м и высотой более 6 м независимо от условий его эксплуатации.

Расчеты на прочность необходимо производить при условии совместности работы системы корпус - футеровка.

Методика расчета на прочность приведена в шп. 2.3.14 - 2.3.18.

2.3.5. Расчет на прочность и устойчивость элементов футеровки следует производить в соответствии с требованиями, изложенными в главе СНиП "Каменные и армокаменные конструкции. Нормы проектирования" и "Руководстве по проектированию каменных и армокаменных конструкций" (М., Стройиздат, 1977).

Т е п л о т е х н и ч е с к и й р а с ч е т

2.3.6. Температуру каждого слоя футеровки следует определять по формуле

$$t_i = t_B - \frac{t_B - t_H}{R_o} (R_B + R_1 + R_2 + \dots + R_{i-1}) \quad (1)$$

где R_o - общее термическое сопротивление футеровки,

$$R_o = R_B + R_H + \sum_{i=1}^n R_i ;$$

R_1, R_2, R_i - значения термических сопротивлений отдельных слоев футеровки;

R_B - сопротивление тепловосприятию;

R_H - сопротивление теплоотдачи;

t_H - температура окружающей среды, $^{\circ}\text{C}$;

t_B - температура среды в аппарате, $^{\circ}\text{C}$.

2.3.7. Для определения термических сопротивлений следует пользоваться следующими формулами:

а) для плоской стенки

$$R_B = \frac{1}{\alpha_B} ; \quad (2)$$

$$R_H = \frac{1}{\alpha_H} ; \quad (3)$$

$$R_1 = \frac{\delta_1}{\lambda_1} ; \quad (4)$$

$$R_i = \frac{\delta_i}{\lambda_i} ; \quad (5)$$

б) для цилиндрической стенки

$$R'_B = \frac{1}{\alpha_B d_{BH}} ; \quad (6)$$

$$R'_H = \frac{1}{\alpha_H \cdot d_H} ; \quad (7)$$

$$R'_i = \frac{1}{2\lambda_i} \cdot \ln \frac{d_{i+1}}{d_i} , \quad (8)$$

где R_B, R_H, R_1, R_i - термические сопротивления для плоской стенки, $\text{м}^2 \cdot \text{ч} \cdot \text{град}/\text{ккал}$;
 R'_B, R'_H, R'_i - термические сопротивления для цилиндрической стенки, $\text{м}^2 \cdot \text{ч} \cdot \text{град}/\text{ккал}$;
 λ_i - коэффициент теплопроводности слоя футеровки, ккал/ $\text{м} \cdot \text{ч} \cdot \text{град}$ (прил.4);
 α_H - коэффициент теплоотдачи от стенки к внешней среде, ккал/ $\text{м}^2 \cdot \text{ч} \cdot \text{град}$ (см. п.2.3.8);
 α_B - коэффициент тепловосприятия от внутренней среды к стенке, ккал/ $\text{м}^2 \cdot \text{ч} \cdot \text{град}$ (см.п.2.3.9);
 δ_i - толщина слоя i футеровки, м;
 d_i - внутренний диаметр слоя i футеровки, м;
 d_H - наружный диаметр корпуса, м;
 d_{BH} - внутренний диаметр футеровки, м.

П р и м е ч а н и е. Для цилиндрической стенки при толщине футеровки не более 0,1 наружного диаметра корпуса допускается определять термические сопротивления слоев по формулам (2) – (5).

2.3.8. Для теплотехнических расчетов многослойных футеровок коэффициент теплоотдачи следует принимать:

при установке технологического оборудования вне здания

$$\alpha_H = 10 - 20 \frac{\text{ккал}}{\text{м}^2 \cdot \text{ч} \cdot \text{град}} ;$$

при установке технологического оборудования в помещения

$$\alpha_H = 5 - 10 \frac{\text{ккал}}{\text{м}^2 \cdot \text{ч} \cdot \text{град}}$$

2.3.9. Коэффициент тепловосприятия допускается принимать: при наличии в аппарате газовых сред

$$\alpha_g = 5 - 30 \frac{\text{ккал}}{\text{м}^2 \cdot \text{ч} \cdot \text{град}} ;$$

при наличии в аппарате жидкых сред

$$\alpha_g = \infty$$

Если температура на непроницаемом подслое превышает допустимую, следует увеличить толщину футеровки и провести теплотехнический расчет заново. Пример теплотехнического расчета футеровки приведен в приложении 5, п. I.

Расчет статической устойчивости футеровки

2.3.10. В связи с малой адгезией футеровки к эластичному подслою футеровку следует рассматривать как свободно стоящую и производить расчет ее статической устойчивости.

2.3.11. Критическую (максимально допустимую) высоту футеровки при выбранной ее толщине необходимо определять по формуле

$$H_{kp} = \frac{E_o \cdot h m}{16 \cdot r \cdot \gamma} \quad (9)$$

при условии, что $H \leq H_{kp}$,

где H – заданная высота футеровки, см;

E_o – начальный модуль упругости футеровки, определяемый согласно СНиП "Каменные и армокаменные конструкции. Нормы проектирования", т.е. $E_o = \alpha \cdot R$, кгс/см²;

α - упругая характеристика футеровки (приведена в табл. 15 СНиП);

\bar{R} - средний предел прочности (временное сопротивление) сжатию футеровки $\bar{R} = K \cdot R$, кгс/см² (коэффициент К следует принимать по табл. I4 СНиП);

R - расчетное сопротивление футеровки следует принимать по таблицам 2 - 5 СНиП;

m - коэффициент условия работы футеровки, учитывающий возможность возникновения продольных вертикальных трещин от усадки футеровки, равный 0,6 (по данным эксплуатации);

γ - объемная масса футеровки, кг/см³ (см. прил. 4);

r - средний радиус футеровки, см;

h - толщина футеровки, см.

П р и м е ч а н и е. Формула (9) справедлива для $r \leq 7,5$ м.

2.3.12. Напряжения сжатия от собственной массы футеровки следует определять в наиболее опасном нижнем горизонтальном сечении по формуле

$$\sigma_{\phi} = \gamma \cdot H, \text{ кгс/см}^2 . \quad (10)$$

2.3.13. В случае передачи на футеровку внешних технологических нагрузок или нагрузок от перекрытий напряжения в нижнем горизонтальном сечении футеровки необходимо проверять с учетом этих нагрузок.

При этом $\sigma_{\phi} \leq R$, где R см.п. 2.3.11.

В случае, если условие $H \leq H_{kp}$ не соблюдается, т.е. максимально допустимая высота футеровки H_{kp} меньше заданной, следует увеличить толщину футеровки и провести расчет на статическую устойчивость заново. Пример расчета футеровки на статическую устойчивость приведен в приложении 5, п.2.

Р а с ч е т ф у т е р о в к и н а п р о ч н о с т ь

2.3.14. Расчет футеровки на прочность является поверочным. Максимальная величина полученных напряжений не должна превышать расчетных значений, которые приведены в табл.2 - II

СНиП "Каменные и армокаменные конструкции. Нормы проектирования".

2.3.15. Систему корпус - футеровка следует рассчитывать на воздействие внутреннего давления, температуры и набухания. Напряжения в слое j футеровки от одновременного воздействия этих факторов равно сумме напряжений в этом слое, возникающих от каждого фактора в отдельности:

$$\begin{aligned}\sigma_{1j}(p, t, q) &= \sigma_{1j}(p) + \sigma_{1j}(t) + \sigma_{1j}(q); \\ \sigma_{2j}(p, t, q) &= \sigma_{2j}(p) + \sigma_{2j}(t) + \sigma_{2j}(q),\end{aligned}\quad (\text{II})$$

где σ_{1j} - осевое напряжение в слое j , кгс/см²;

σ_{2j} - тангенциальное напряжение в слое j , кгс/см².

2.3.16. Напряжения от воздействия внутреннего давления следует определять по формулам:

$$\sigma_{1j}(p) = \frac{E_j}{\sum_{j=1}^n E_j \delta_j} \cdot \frac{\rho R}{2}; \quad (\text{I2})$$

$$\sigma_{2j}(p) = \frac{E_j}{\sum_{j=1}^n E_j \delta_j} \cdot \rho R = 2\sigma_{1j}(p). \quad (\text{I3})$$

2.3.17. Напряжения от воздействия температуры следует определять по формуле

$$\sigma_{1j}(t) = \sigma_{2j}(t) = 1,33 E_j \left[\frac{\sum_{j=1}^n E_j \delta_j \alpha_j t_j \varphi}{\sum_{j=1}^n E_j \delta_j} - \delta_j t_j \right]. \quad (\text{I4})$$

2.3.18. Напряжения от воздействия набухания следует определять по формуле

$$\sigma_{1j}(q) = \sigma_{2j}(q) = 1,33 E_j \left[\frac{\sum_{j=1}^n E_j \delta_j q_j \varphi}{\sum_{j=1}^n E_j \delta_j} - q_j \right], \quad (\text{I5})$$

где E_j - модуль упругости для материала слоя j футеровки, кгс/см²;

δ_j - толщина слоя j футеровки, см;

n - число слоев футеровки, считая и металл корпуса;

ρ - рабочее давление, кгс/см²;

R - средний радиус футеровки, см;

α_j - относительный температурный коэффициент линейного расширения материала слоя j футеровки, $1/\text{град}$;

t_j - разность между температурой на границе слоя j и нормальной температурой ($+20^\circ\text{C}$), $^\circ\text{C}$;

$$t_{j, \text{ср}} = \frac{t_j + t_{j+1}}{2};$$

ϑ_j - набухание на границе слоя j ;

$$\vartheta_{j, \text{ср}} = \frac{\vartheta_j + \vartheta_{j+1}}{2}.$$

П р и м е ч а н и е. Значения величин E , α и ϑ следует принимать по прил.4.

Если суммарные напряжения в футеровке, определенные по п.2.3.15, превышают допустимые, следует изменить конструкцию футеровки и провести новый проверочный расчет. Пример расчета футеровки на прочность приведен в приложении 5, п.3.

2.4. Материалы для футеровочных работ и их расход на 1 м² футеруемой поверхности

2.4.1. Материалы для футеровки (фасонная кислотоупорная керамика и вяжущие составы) должны удовлетворять требованиям технических условий, приведенных в приложениях I-3.

2.4.2. Для футеровки следует применять кислотоупорные фасонные плитки (приложение 6).

2.4.3. Для футеровки эллиптических и конусных крышек и днищ аппаратов в случае отсутствия кислотоупорной фасонной керамики допускается применение кислотоупорного кирпича или плиток по ГОСТ.

2.4.4. Физико-механические показатели фасонной керамики и вяжущих материалов приведены в приложении 7.

2.4.5. Вяжущие составы, не поставляемые промышленностью в готовом к употреблению виде, следует приготовлять на площадке непосредственно перед применением.

2.4.6. Расход фасонных кислотоупорных плиток и вяжущих, наиболее часто применяемых при футеровке поверхностей фасонной кислотоупорной плиткой, приведен в табл.21.

Таблица 21

Материал	Количество, кг/м ²
Плитка керамическая кислотоупорная фасонная (лекальная) толщиной 50 мм	110
Плитка керамическая кислотоупорная фасонная толщиной 70 мм (прямая шпунтованная, лекальная, лекальная шпунтованная)	159
Замазка арзамит:	
а) мука-арзамит	<u>7,2</u> 9,4
б) раствор-арзамит	<u>4,3</u> <u>7,1</u>
Кислотоупорные силикатные замазки (андезитовая):	
а) мука андезитовая	<u>19,1</u> 20,2
б) стекло жидкое	<u>8,5</u> II,5
в) натрий кремнефтористый	<u>1,2</u> <u>1,3</u>

П р и м е ч а н и я: 1. В числителе дан расход замазок при футеровке плиткой толщиной 50 мм, в знаменателе - при футеровке фасонной плиткой толщиной 70 мм.

2. При футеровке или облицовке на вяжущих, не учтенных в табл.21, расход их см. в соответствующих инструкциях или Сборнике № 14-М "Единых районных единичных расценок на монтажные работы" (Госстроя СССР).

3. ПРОИЗВОДСТВО РАБОТ ПО ФУТЕРОВКЕ ФАСОННОЙ КИСЛОТОУПОРНОЙ КЕРАМИКОЙ

3.1. Подготовительные работы

3.1.1. Перед футеровкой технологического оборудования следует произвести работы по монтажу стального технологического оборудования или по возведению железобетонных наливных сооружений, приемку смонтированного оборудования, подготовку по-

верхности под антикоррозионную защиту и контроль качества подготовленной поверхности.

Монтаж стального технического оборудования

3.1.2. Габаритное оборудование следует транспортировать с завода-изготовителя с полным комплектом техдокументации, включающей рабочие чертежи марки "АК" на производство химзащитных работ.

3.1.3. В соответствии с ОСТ "Сосуды и аппараты сварные стальные" смонтированное оборудование должно удовлетворять следующим основным требованиям:

а) овальности обечайки (за исключением колонной аппаратуры и аппаратов, работающих под вакуумом) не должны иметь отклонения более 1 % номинального диаметра, но не более 20 мм при диаметре более 2 м;

б) овальность обечайки для оборудования, работающего под вакуумом, не должна выходить за пределы 0,5 % номинального диаметра, но не превышать 20 мм при диаметре более 4 м;

в) овальность обечайки негабаритного оборудования, монтируемого на монтажной площадке, должна быть не более 1 %;

г) отклонения по длине не должны превышать 0,3 % номинальной длины, но не более 35 мм;

д) непрямолинейность должна быть не более 2 мм на 1 м длины, а по всей длине не более 20 мм при длине (высоте) оборудования до 10 м и 30 мм при длине (высоте) оборудования от 10 до 30 м;

е) поверхность, подлежащая защите от коррозии, должна удовлетворять требованиям к подготовке поверхности в соответствии со СНиП "Задача строительных конструкций и сооружений от коррозии. Правила производства и приемки работ".

3.1.4. Оборудование, эксплуатируемое под давлением, на которое распространяются "Правила устройства и безопасности эксплуатации сосудов, работающих под давлением" Госгортехнадзора СССР, следует испытать на давление, предусмотренное техническим паспортом, до начала производства антикоррозионных работ.

3.1.5. Оборудование необходимо монтировать в рабочее положение до начала фурточки.

Перекатывание зафутерованного оборудования не допускается. Допускается в соответствии с п.8.11 СНиП "Задача строительных конструкций и сооружений от коррозии. Правила производства и приемки работ" футеровать аппараты емкостью до 10 м^3 и царги газоходов до монтажа их в проектное положение при условии проведения футеровочных работ по проекту производства работ, учитывающему применение специальных приспособлений, с обязательной приемкой футеровки после монтажа оборудования в проектное положение.

3.1.6. Монтаж внутренних съемных устройств, а также крышек аппаратов диаметром до 2 м следует производить, как правило, после окончания футеровки корпуса оборудования. Монтаж съемных устройств допускается только по согласованию с организациями, выполняющими антикоррозионные работы.

3.1.7. К крыльям и другим деталям, монтаж которых производят после футеровки, следует избегать специальные опорные кольца и монтаж их производить по специально разработанному ШИР (проект производства работ).

3.1.8. При монтаже оборудования установка его на фундаменты должна исключать чрезмерную осадку и деформацию его во время эксплуатации.

3.1.9. Газоходы и трубопроводы, подсоединяемые к штуцерам футерованного оборудования, следует монтировать на отдельных опорах, предусмотренных в проекте.

Возведение жестких наливных сооружений

3.1.10. Внутренняя поверхность возведенных на монтажной площадке наливных сооружений из монолитного железобетона должна удовлетворять требованиям главы СНиП "Бетонные и железобетонные конструкции монолитные. Правила производства и приемки работ".

Все углы должны иметь радиус закругления не менее 10 мм.

Поверхность должна быть гладкой, не железистой. Свищи, трещины, раковины, напльвы и другие дефекты бетона наливного сооружения не допускаются.

3.1.11. Установку сборных железобетонных плит перекрытия сооружения следует производить после окончания футеровочных работ.

Приемка технологического оборудования, подлежащего антикоррозионной защите

3.1.14. К производству работ по защите технологического оборудования от коррозии разрешается приступать после подписания актов приемки под антикоррозионную защиту смонтированного стального технологического оборудования или возводимых железобетонных наливных сооружений. Акты приемки составляются по форме согласно приложению З к главе СНиП "Задача строительных конструкций и сооружений от коррозии. Правила производства и приемки работ".

3.1.15. Приемка технологического оборудования перед производством антикоррозионной защиты должна включать обязательное испытание его на герметичность.

Железобетонные сооружения следует испытывать заполнением водой до рабочего уровня в соответствии с главой СНиП "Водоснабжение, канализация и теплоснабжение. Наружные сети и сооружения. Правила производства и приемки работ".

Гидравлические испытания подземных наливных сооружений следует производить до нанесения на их наружную поверхность гидрополиэтилен и засыпки грунтом.

Подготовка поверхности под антикоррозионную защиту и контроль ее качества

3.1.16. Подготовку поверхности под антикоррозионную защиту следует производить в соответствии со СНиП "Задача строительных конструкций и сооружений от коррозии. Правила производства и приемки работ".

3.1.17. Подготовленные под антикоррозионную защиту поверхности должны удовлетворять требованиям табл. I, 2 СНиП (см. п. 3.1.16).

3.2. Футеровочные работы

3.2.1. Поверхность технологического оборудования и элементов строительных конструкций, подлежащую футеровке фасонной керамикой, как правило, предварительно защищают подслоем из органических материалов, указанных в проекте.

Нанесение подслоя из полизобутилена или битумно-рулонных материалов, а также гуммирование следует производить в соответствии с инструкциями З-5 "Сборника инструкций по защите от воздействия высокоагрессивных сред" и разделов 5,6 СНиП "Задача строительных конструкций и сооружений от коррозии. Правила производства и приемки работ".

3.2.2. Фасонная керамика должна быть чистой, сухой, без трещин и отбитых углов. Ее необходимо подбирать по размерам и перед футеровкой насухо подгонять на месте установки.

3.2.3. Площадки или помещения для производства подготовительных работ следует располагать вблизи объектов, подлежащих футеровке, и изолировать от попадания атмосферных осадков. В выделенном помещении должно быть светло, сухо, чисто; температуру следует поддерживать в соответствии с требованиями главы СНиП "Задача строительных конструкций и сооружений от коррозии. Правила производства и приемки работ".

3.2.4. Перед футеровкой фасонной керамикой в штуцера и люки (лазы) следует установить вкладыши (материал вкладышей и их конструкцию определяют в рабочих чертежах), зазор между вкладышами и футеровкой следует расчеканить асbestosвым шнуром с вяжущим материалом, указанным в проекте.

3.2.5. Футеровку вертикальных аппаратов следует начинать с днища, затем переходить к футеровке боковых поверхностей (см.рис.1); футеровку цилиндрических поверхностей следует вести кольцами (с перевязкой швов), при этом швы последующих колец не должны совпадать со швами предыдущих.

3.2.6. Футеровку горизонтальных цилиндрических обечаек аппаратов следует производить как показано на рис.4. При этом вначале футеруют торцы аппарата, затем обечайку. Футеровку по обечайке следует производить со смещением швов на половину плитки (см.рис.4, вид А).

3.2.7. Футеровку горизонтальных участков смонтированных газоходов производят аналогично технологии, изложенной в п.3.2.6, а вертикальных участков – в п.3.2.5. При домонтажной футеровке отдельные участки длиной не более 6 м следует футеровать в горизонтальном положении.

3.2.8. Во избежание образования пустот замазку следует наносить на тыльную сторону штучных устанавливаемых материалов, а не на футеруемую поверхность.

Использовать для футеровки затвердевшие или начинающие схватываться замазки, растворы и составы не допускается.

3.2.9. Замазку следует наносить шпателем или мастерком по всей плоскости плитки или блока, а также на боковые грани штучных материалов ранее уложенной футеровки, после чего фасонную плитку или блок укладывают вплотную к защищаемой поверхности, одновременно плотно прижимая ее к боковым граням ранее уложенного штучного материала.

3.2.10. Толщина швов и подстилающего слоя замазки (постель) должны соответствовать требованиям главы СНиП "Задача строительных конструкций и сооружений от коррозии. Правила производства и приемки работ". Постель следует заполнять замазкой без пустот и посторонних включений.

3.2.11. Применение шунтованной плитки при необходимости выполнения футеровки с разделкой швов полимерными замазками допускается при комбинированном способе разделки швов.

В этом случае на тыльную сторону шунтованной плитки и на часть боковой грани наносят основную замазку. Одновременно на боковые перпендикулярные грани плитки наносят полимерную замазку и плотно прижимают ее к ранее установленной плитке.

3.2.12. Места примыкания пола к стенам, колоннам, бортам следует облицовывать плинтусами из фасонной кислотоупорной керамики. Устройство плинтусов следует производить после окончания облицовки пола. Высота плинтуса согласно указаниям главы СНиП "Полы. Нормы проектирования" должна быть не менее 300 мм. Конструкция плинтуса с применением угловых фасонных плиток марок ПУ и ПСУ приведена на рис.19.

3.2.13. Облицовку каналов, лотков и приямков следует начинать с днища, при этом облицовка пола должна ее перекрывать.

3.2.14. С целью повышения водостойкости кислотоупорных силикатных замазок в их состав вводят уплотняющую добавку — фуриловый спирт. Состав замазки дан в инструкции 2 "Сборника инструкций по защите от воздействия высокоагрессивных сред" (ВСН 214-74).
ММСС СССР.

3.2.15. Сушку футеровки из кислотоупорной фасонной керамики следует производить аналогично стандартной в соответствии со "Сборником инструкций по защите от воздействия высокоагрессивных сред".

3.3. Контроль качества

3.3.1. При приёмке футеровки или облицовки кислотоупорной фасонной керамикой следует проверить:

соответствие толщины и конструкции футеровки или облицовки рабочим чертежам марки "АК";

сцепление футеровки или облицовки с нижележащим слоем;

полноту заполнения и толщину швов;

полноту скрепления (отверждения) замазки.

3.3.2. Показатели качества футеровки или облицовки фасонной кислотоупорной керамикой приведены в табл.22.

Т а б л и ц а 22

Извлечение из приложения 1 к главе СНиП "Защита строительных конструкций и сооружений от коррозии".

Правила производства и приемки работ"

Проверяемые показатели качества защитных покрытий	Методы проверки качества защиты покрытий	Допуски
Внешний вид - отсутствие пропусков в футеровке и облицовке, посторонних включений, наплыдов, трещин и сколов	Визуальный осмотр	-
Ширина швов, уклоны поверхностей	То же	10 % швов могут иметь размер на 1 мм больше максимально допустимого
Толщина и конструкция покрытия	--	-
Следимость - отсутствие сквозных пор, трещин, пустот и не заполненных швов	--	-
Сцепление с защищаемой поверхностью и нижележащим слоем	Простукивание стальным молоточком	Не должно быть изменения звука

4. ТРЕБОВАНИЯ К ЭКСПЛУАТАЦИИ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ И ЭЛЕМЕНТОВ СТРОИТЕЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЙ, ФУТЕРОВАННЫХ ФАСОННОЙ КИСЛОТОУПОРНОЙ КЕРАМИКОЙ

Технологическое оборудование

4.1. Превышать предусмотренные в рабочих чертежах марки "АК" концентрации химических сред и температурный режим работы, установленный для данного оборудования, не допускается.

4.2. Резкие перепады температуры в футерованном оборудовании не допустимы. Нагрев и охлаждение футерованного оборудования следует производить равномерно, не допуская резких перепадов температуры (не более $5^{\circ}\text{C}/\text{ч}$).

4.3. При установке технологического оборудования вне здания следует соблюдать следующее:

а) в зимнее время года задутерованное оборудование следует эксплуатировать без длительных остановок (не более суток). В случае более длительных перерывов в работе следует на этот период обеспечить внутри оборудования положительную температуру или осушить футеровку;

б) в футерованном оборудовании, которое с наступлением зимнего периода еще не было в эксплуатации, следует тщательно закрыть все штуцера, крышки и прочие отверстия с целью исключения попадания атмосферных осадков и обеспечения сухой поверхности футеровки;

в) перед пуском в эксплуатацию оборудование должно быть тщательно осмотрено. Трещины в футеровке, появившиеся от температурных напряжений, не допущены.

4.4. Замерзание растворов, находящихся в футерованном оборудовании, не допускается. Для защиты футеровки от промерзания при ее эксплуатации следует предусматривать наружную теплоизоляцию, толщину которой определяют теплотехническим расчетом.

4.5. Температурные пределы применения фасонной кислотоупорной керамики зависят от вяжущего: при футеровке на кислотоупорной силикатной замазке – до 600°C ; при футеровке на замазке арзамит – до 150°C ; на эпоксидной замазке – до 80°C .

4.6. Окраску наружной поверхности футерованных аппаратов и газоходов, устанавливаемых вне зданий, следует предусматривать светлого тона.

4.7. Не допускаются: вибрация футерованного оборудования; проведение сварки (приварка каких-либо деталей) в футерованном оборудовании; попадание рабочих растворов на внешнюю поверхность оборудования.

4.8. Закрытие люков крышками в футерованном оборудовании следует производить осторожно, равномерно подтягивая все болты и не допуская перекоса и резких ударов.

4.9. Задевание мешалок за отфутерованную поверхность не допускается; следует следить за тем, чтобы в аппарат не могли попасть посторонние предметы, в особенности металлические.

4.10. Механические удары по поверхности футеровки не допускаются. Осадки (шлам и пр.) следует осторожно удалять из аппаратов при помощи специальных совков, деревянных лопат и др.

4.11. В случае футеровки на кислотоупорном силикатном вяжущем не допускается:

промывать оборудование неподкисленной водой (концентрация свободной кислоты должна быть более 0,5 %);

попадание в футерованное оборудование щелочных растворов, нейтрализованной воды и пара;

кипячение воды в оборудовании.

Элементы строительных конструкций

4.12. Облицованные элементы строительных конструкций следует эксплуатировать в условиях воздействия сред, указанных в рабочих чертежах марки "АК".

4.13. В процессе эксплуатации полов, каналов, приемников не допускается скопление шлама, отходов производства.

4.14. При эксплуатации следует систематически производить технический осмотр и восстанавливать обнаруженные разрушения футеровки.

4.15. Не допускается воздействие на облицованные элементы строительных конструкций вынужденных нагрузок, ударов и резкого перепада температур.

Приложение I

ВЫПИСКА

ИЗ ТЕХНИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ МИНИПРОМСТРОЙМАТЕРИАЛОВ РСФСР ТУ 21-РСФСР-456-77

Изделия кислотоупорные фасонные керамические

Настоящие технические условия распространяются на изделия кислотоупорные фасонные керамические, предназначенные для футеровки аппаратов и различных сооружений химических производств. Обозначение при заказе: "ТУ 21-РСФСР-456-77 Изделия кислотоупорные фасонные керамические".

I. Технические требования

I.1. Изделия кислотоупорные фасонные керамические должны соответствовать требованиям настоящих технических условий.

I.2. Основные параметры и размеры

I.2.1. Изделия кислотоупорные фасонные керамические изготавливаются по чертежам заказчика.

I.2.2. В зависимости от веса и конфигурации, изделия подразделяются на:

шпунтованно-лекальные толщиной 70 мм;

лекальные толщиной 50 мм;

фасонные.

I.2.3. В зависимости от физико-химических, механических показателей и показателей внешнего вида (назначения, надежности и эстетических показателей) изделия кислотоупорные фасонные керамические подразделяются на изделия с государственным Знаком качества, I и II сорта.

I.3. Характеристики (свойства)

I.3.1. Предельные отклонения от линейных размеров и формы изделия (показателей назначения) должны соответствовать требованиям табл. I.

Т а б л и ц а I

Наименование показателя	государственный Знак качества	Нормы	
		I сорт	II сорт
<u>Показатели назначения</u>			
1. Предельные отклонения от размеров, мм, не более:			
по длине	± 3	± 4	± 5
по ширине	± 2	± 2	± 3
по толщине	± 2	± 2	± 2
по размерам шпунта	± 2	± 2	± 2
2. Искривление граней, мм, не более	2,0	2,0	3,0

П р и м е ч а н и е. Допускается радиус закругления углов и ребер изделий до 5 мм.

1.3.2. Изделия кислотоупорные фасонные керамические должны быть хорошо обожжены и при постукивании стальным молоточком издавать чистый, недребезжащий звук. Цвет изделия может быть неоднородным.

1.3.3. Изделия кислотоупорные фасонные керамические по физико-химическим показателям, механической прочности и термостойкости (показателям надежности) должны соответствовать требованиям табл.2.

Т а б л и ц а 2

Наименование показателя	государственный Знак качества	Нормы	
		I сорт	II сорт
<u>Показатели надежности</u>			
1. Кислотостойкость, %, не менее	97,3	97,0	95,0
2. Водопоглощение, %, не более	6,8	7,0	9,0
3. Предел прочности при сжатии, кгс/см ² , не менее	500	400	300
4. Термическая стойкость (количество тепло-смен), не менее	3	3	2
5. Водопроницаемость	Через 24 ч с обратной стороны изделия не должно быть капель		

1.3.4. Предельные отклонения изделий кислотоупорных фасонных керамических по показателям внешнего вида (эстетическим показателям) должны соответствовать требованиям табл.3.

Т а б л и ц а 3

Наименование показателя	государственны й Знак ка- чества	Нормы	
		I сорт	II сорт
<u>Эстетические показатели</u>			
1. Отбитости ребер (в количестве не более двух на одном изделии) глубиной, мм, не более		2	2
2. Отбитости углов (в количестве не более трех на одном изделии) глубиной, мм, не более		5	5
3. Выплавки, выгорки (углубления на поверхности) диаметром, мм, не более		Допускаются не более 2	7
4. Поверхностная ошлакованность глубиной менее 0,5 мм		Допускается на 1/3 поверхности	Допускает- ся
5. Посечки шириной до 0,25 мм		Допускаются от- дельные длиной до 6 мм каждая, в количестве не более 8 шт.	Допускаются, если не име- ют характе- ра сетки
6. Трещины шириной до 1 мм		Не допускаются	Допускаются отдельные, не проходя- щие через ребра дли- ной до 20 мм, в коли- честве не более 5 шт.

1.3.5. Изделия кислотоупорные фасонные керамические по всей поверхности излома должны иметь мелкозернистое однородное строение без пустот, слоистости и соответствовать следующим условиям:

- а) отдельные зерна отошлых добавок не должны выпадать и выкрашиваться;
 б) глубокие посечки, сообщающиеся с наружными поверхностями, должны отсутствовать;
 в) внутренние посечки и трещины могут быть допущены в пределах, указанных в табл.4.

Т а б л и ц а 4

Наименование показателя	Нормы		
	государств- енный Знак ка- чества	I сорт	II сорт
I. Посечки шириной до 0,25 мм	Допускаются отдель- ные длиной до 6 мм не более 5 шт.	Допускаются если не име- ют характер сетки	
2. Трещины шириной до 1 мм	Не допускаются	Допускаются отдельные - длиной до 10 мм не более 3 шт.	

ВЫПИСКА
ИЗ ТЕХНИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ МИНИСТЕРСТВА ПО СТРОИТЕЛЬНЫМ МАТЕРИАЛАМ УССР
ТУ 21-УССР-73-77

Изделия фасонные кислотоупорные керамические
для футеровки химических аппаратов

Настоящие технические условия распространяются на изделия кислотоупорные керамические (дунитовые, шамотные), применяемые для футеровки химических аппаратов в условиях агрессивных сред. Плиткам ПШ и ПЛШ в установленном порядке присвоен государственный Знак качества.

Условное обозначение при заказе: "Изделия фасонные кислотоупорные керамические для футеровки химических аппаратов типа (ПШ, ПЛШ и т.д.) ТУ 21-УССР-73-77".

I. Технические требования

1.1. Изделия фасонные кислотоупорные керамические для футеровки химических аппаратов должны соответствовать требованиям настоящих технических условий.

1.2. Конструкция и размеры изделий должны соответствовать рабочим чертежам заказчика или предприятия-изготовителя, утвержденным в установленном порядке.

1.3. Изделия должны изготавливаться из шамотной или дунитовой керамики следующих типов: ПШ, ПЛШ и т.д.

1.4. Предельные отклонения фасонных изделий от линейных размеров должны соответствовать следующим требованиям:

для измерений до 100 мм, мм ± 2

для измерений выше 100 мм, % ± 2

Для изделий, которым в установленном порядке присвоен государственный Знак качества:

по длине, мм ± 3

по ширине, мм ± 2

по толщине, мм ± 2

1.5. Изделия фасонные кислотоупорные должны быть правильной формы, без искривлений, впадин, выпуклостей, обожжены до полного спекания черепка и при простукивании деревянным молоточком издавать чистый, недребезжящий звук.

Изделия фасонные из шамотной керамики в изломе должны иметь мелкозернистое строение без пустот и трещин.

1.6. Показатели внешнего вида должны соответствовать указанным в табл. I.

Т а б л и ц а I

Наименование показателей	Нормы для категорий качества	
	высшей	первой
Трещины		Не допускаются
Посечки поверхностные: ширина до 0,25 мм, длиной до 10 мм, шт., не более	7	-
ширина до 0,5 мм, длиной до 10 мм, шт., не более	-	8
Посечки в изломе: для шамотной керамики шириной до 0,25 мм, длиной до 5 мм, шт., не более	5	10
для дунитовой керамики	-	Не допускаются
Пузыри:		
на рабочей поверхности		Не допускаются
на нерабочей поверхности на каждые 100 мм ² , высотой до 3 мм, шт., не более		Не допускаются I
Выпавки и выгорки диаметром более 3 мм		Не допускаются
Отбитости ребер и углов:		
на рабочей поверхности глубиной до 5 мм, шт., не более	3	3
на нерабочей поверхности глуби- ной до 6 мм, шт., не более	3	3
Кривизна (стрема прогиба) от дли- ны измеряемой грани, , не более	I	I

1.7. Физико-химические и механические показатели должны соответствовать указанным в табл. 2.

Таблица 2

Наименование показателей	Нормы для категории качества		
	высшей-	п е р в о и	
	для изделий из шамота	для изделий из шамота	для изделий из ду- нита
	!	!	!
Водопоглощение, %, не более:			
для изделий толщиной до 50 мм	6,8	7	3
для изделий толщиной от 51 мм до 70 мм	6,8	8	3
для изделий толщиной свыше 70 мм	—	9	3
Кислотостойкость, %, не менее	97,5	97,0	93,0
Термическая стойкость при переходе температур от 623 К (350°C) до 293 К (20°C), тепло- смен, не менее	3	3	30
Предел прочности при сжатии, МПа (kgs/cm^2), не менее	50(500)	40(400)	100(1000)
Предел прочности при изгибе, МПа (kgs/cm^2), не менее	10(100)	10(100)	15(150)
Водопроницаемость	Через 24 ч с обрат- ной стороны изделия не должно быть капель		

I.8. Изделия на рабочей стороне должны иметь маркировку с указанием:

товарного знака предприятия-изготовителя;

марки изделия, указанной в спецификации заказчика;

Маркировка наносится методом тиснения глубиной не более 3 мм.

На изделиях, которым в установленном порядке присвоен государственный Знак качества, должно быть нанесено его изображение по ГОСТ I,9-67 несмыываемой краской (через 50 - 60 шт.)

В И П И С К А
ИЗ ТЕХНИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ МИНИСТЕРСТВА МАТЕРИАЛОВ УССР
ТУ 21-УССР-74-77

Изделия фасонные кислотоупорные керамические
для опорных конструкций

Настоящие технические условия распространяются на изделия фасонные кислотоупорные керамические для опорных конструкций под насадку в химических аппаратах.

Изделиям типов: Ia, 2a, 3a, 4a, 5a, I00, I00-I, I0I-I, I05 – в установленном порядке присвоен государственный Знак качества.

Условное обозначение при заказе: "Изделия фасонные кислотоупорные керамические для опорных конструкций типа Ia (2a, 3a и т.д.) ТУ 21-УССР-74-77".

I. Технические требования

1.1. Изделия фасонные кислотоупорные керамические для опорных конструкций должны соответствовать требованиям настоящих технических условий.

1.2. Конструкция и размеры изделий должны соответствовать рабочим чертежам заказчика или предприятия-изготовителя, утвержденным в установленном порядке.

1.3. Изделия фасонные могут выпускаться следующих типов: Ia, 2a, 3a, 4a, 5a, I00, I00-I, I0I-I, I05.

1.4. Фасонные изделия должны быть обожжены до полного спекания черепка и при простукивании деревянным молоточком издавать чистый, недребезжащий звук.

1.5. Предельные отклонения фасонных изделий от линейных размеров должны соответствовать следующим требованиям:

для измерений до 150 мм, % ± 7

для измерений выше 150 мм, % $+5$
 -3

Для изделий, которым в установленном порядке присвоен го-

сударственный Знак качества, предельные отклонения должны соответствовать следующим требованиям:

для измерений до 150 мм, %	± 6
для измерений свыше 150 мм, %	$\begin{array}{l} +4 \\ -3 \end{array}$

I.6. Показатели внешнего вида изделий должны соответствовать указанным в табл. I.

Т а б л и ц а I

Наименование показателей	Нормы для категорий качества	
	штук	первой
Трещины шириной до 1 мм, длиной до 50 мм, шт., не более	4	5
Посечки поверхностные: ширина от 0,5 мм, длиной до 100 мм, шт., не более	4	5
Посечки в изломе: ширина до 0,25 мм, длиной до 5 мм, шт., не более	10	10
Выпавки и выгорки диаметром более 5 мм		Не допускаются
Отбитости ребер и углов: глубиной до 20 мм, длиной до 40 мм, шт., не более	8	-
глубиной до 25 мм, длиной до 50 мм, шт., не более	-	10
Кривизна (стрела прогиба) от длины измеряемой грани, %, не более для сопрягаемых граней более 3 мм	2	3
		Не допускается

I.7. Физико-химические и механические показатели изделий должны соответствовать указанным в табл. 2.

Т а б л и ц а 2

Наименование показателей	Нормы для категорий качества	
	- высшей	! первой
Водопоглощение, %, не более	8,8	9,5
Кислотостойкость, %, не менее	97,5	96,0
Термическая стойкость при перепаде температур от 623 К(350°C) до 293 К(20°C), тепло-смен, не менее	3	2
Предел прочности при сжатии, МПа (кгс/см ²), не менее	40(400)	30(300)
Предел прочности при изгибе, МПа (кгс/см ²), не менее	10(100)	10(100)

I.8. Изделия на нерабочей стороне должны иметь маркировку с указанием:

товарного знака предприятия-изготовителя;

марки изделия, указанной в спецификации заказчика.

Маркировка наносится методом тиснения глубиной не более 3 мм.

На изделия, которым в установленном порядке присвоен государственный Знак качества, наносится его изображение по ГОСТ I.9-67 несмываемой краской.

**ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ МАТЕРИАЛОВ, ПРИМЕНЯЕМЫЕ
ПРИ РАСЧЕТАХ НА ПРОЧНОСТЬ**

Материал	Объем- ная мас- са, т/м ³	Предел прочности,		Модуль упругости $E \times 10^{-5}$, кгс/см ²	Коэффици- ент тер- мического расшире- ния $\alpha \times 10^6$, 1/град.	Коэффициент теплопро- водности λ , ккал/м·ч· °град.	Максимальная температура, °С
		при сжа- тии	при рас- тяжении				
I	2	3	4	5	6	7	8
Кислотоупорная ке- рамическая плитка фасонная	2,2	400-700 ²⁾	40-60 ²⁾	2,47 ¹⁾	4,3-4,9 ¹⁾	0,9-I, I ²⁾	-
Фарфоровая плитка		1000-1500 ²⁾	90-120 ²⁾	5-6 ²⁾	0,4-0,5 ²⁾	I,2 ²⁾	-
Кислотоупорный кир- пич	2,2	300-400 ²⁾	50 ²⁾	I,37 ¹⁾	4,3-4,9 ¹⁾	0,9-I, I ²⁾	-
Кислотоупорная си- ликатная замазка (андезитовая или ди- абазовая)	I,9-2,I	250-350	30-70	I,25	6,5-8	0,5	500 ³⁾
Арзамит-5	I,2	450-480 ¹⁾	45-65 ¹⁾	0,5	2I-23	I8-20 ¹⁾	I60-I80 ²⁾
Полиизобутилен	I,35-I,42	-	-	-	-	0,36-0,35 ¹⁾	70-90 ²⁾
Свинец	II,4	-	-	I,7 ²⁾	29 ²⁾	29 ²⁾	I00-I220 ²⁾

П р о д о л ж е н и е п р и л о ж е н и я 4

I	2	3	4	5	6	7	8
Сталь	7,85	-	-	2I ²⁾	II,5 ²⁾	40-50 ²⁾	-

1) данные ВНИИ. Теплопроект.

2) Данные ВНИИХ. Обзоры по отдельным производствам химической промышленности. Выпуск 9. М.: НИИТЭХИМ, 1977.

3) Для футеровки на кислотоупорной силикатной замазке.

ПРИМЕРЫ РАСЧЕТОВ ФУТЕРОВКИ

I. Пример теплотехнического расчета футеровки

Исходные данные:

Аппарат диаметром $d = 5$ м.

Конструкция футеровки: по металлическому корпусу толщиной $\delta_M = 10$ мм непроницаемый подслой из полизобутилена толщиной $\delta_{ncl} = 5$ мм, футеровка фасонной кислотоупорной керамической плиткой $\delta_{pl} = 70$ мм на силикатной кислотоупорной замазке $\delta_3 = 8$ мм.

Температура среды $t_{bh} = +80^{\circ}\text{C}$. Аппарат установлен на открытой площадке, не теплоизолирован.

$$t_{bh} = +80^{\circ}\text{C};$$

$$t_H = +20^{\circ}\text{C};$$

$$\lambda_{ncl} = 0,9 \frac{\text{ккал}}{\text{м} \cdot \text{ч} \cdot {}^{\circ}\text{C}};$$

$$\lambda_3 = 0,5 \frac{\text{ккал}}{\text{м} \cdot \text{ч} \cdot {}^{\circ}\text{C}};$$

$$\lambda_{pl} = 0,35 \frac{\text{ккал}}{\text{м} \cdot \text{ч} \cdot {}^{\circ}\text{C}};$$

$$\lambda_{sc} = 50 \frac{\text{ккал}}{\text{м} \cdot \text{ч} \cdot {}^{\circ}\text{C}}.$$

Принимаем:

$$\alpha_{bh} = \infty \frac{\text{ккал}}{\text{м}^2 \cdot \text{ч} \cdot {}^{\circ}\text{C}};$$

$$\alpha_H = 20 \frac{\text{ккал}}{\text{м}^2 \cdot \text{ч} \cdot {}^{\circ}\text{C}}.$$

Требуется определить, допустимо ли применение в данном случае в качестве непроницаемого подслоя полизобутилена, температурный предел применения которого равен $+60^{\circ}\text{C}$.

Расчет произведен по методике, изложенной в п.2.3.2 данной инструкции.

Термическое сопротивление кислотоупорной фасонной плитки

$$R_{pl} = \frac{\delta_{pl}}{\lambda_{pl}} = \frac{0,07}{0,9} = 0,078 \frac{\text{м}^2 \cdot \text{ч} \cdot {}^{\circ}\text{C}}{\text{ккал}}.$$

Термическое сопротивление кислотоупорной силикатной замазки

$$R_3 = \frac{\delta_3}{\lambda_3} = \frac{0,008}{0,5} = 0,016 \frac{m^2 \cdot \text{ч} \cdot ^\circ C}{\text{ккал}} .$$

Термическое сопротивление ПСГ

$$R_{ПСГ} = \frac{\delta_{ПСГ}}{\lambda_{ПСГ}} = \frac{0,005}{0,35} = 0,0148 \frac{m^2 \cdot \text{ч} \cdot ^\circ C}{\text{ккал}} .$$

Термическое сопротивление металла

$$R_M = \frac{\delta_M}{\lambda_M} = \frac{0,01}{50} = 0,0002 \frac{m^2 \cdot \text{ч} \cdot ^\circ C}{\text{ккал}} .$$

Термическое сопротивление теплоотдачи

$$R_H = \frac{1}{\alpha_H} = \frac{1}{20} = 0,05 \frac{m^2 \cdot \text{ч} \cdot ^\circ C}{\text{ккал}} .$$

Термическое сопротивление тепловосприятия

$$R_B = \frac{1}{\alpha_B} = \frac{1}{\infty} = 0 \frac{m^2 \cdot \text{ч} \cdot ^\circ C}{\text{ккал}} .$$

Общее термическое сопротивление

$$R_0 = R_M + R_{ПСГ} + R_3 + R_{ПЛ} + R_B + R_H = 0,1590 \frac{m^2 \cdot \text{ч} \cdot ^\circ C}{\text{ккал}} .$$

Определяем температуру на слоях футеровки

$$t_1 = t_{B_H} - \frac{t_{B_H} - t_H}{R_0} R_B = 80 - \frac{80-20}{0,1590} \cdot 0 = 80^\circ C ;$$

$$t_2 = t_{B_H} - \frac{t_{B_H} - t_H}{R_0} (R_B + R_{HЛ}) = 80 - \frac{80-20}{0,1590} \cdot 0,078 = 50,57^\circ C ;$$

$$t_3 = t_{B_H} - \frac{t_{B_H} - t_H}{R_0} (R_B + R_{HЛ} + R_3) = 80 - \frac{80-20}{0,1590} \cdot 0,094 = 44,52^\circ C ;$$

$$t_4 = t_{B_H} - \frac{t_{B_H} - t_H}{R_0} (R_B + R_{HЛ} + R_3 + R_{HС}) = 80 - \frac{80-20}{0,1590} \cdot 0,1088 = 38,94^\circ C ;$$

$$t_5 = t_{B_H} - \frac{t_{B_H} - t_H}{R_0} (R_B + R_{HЛ} + R_3 + R_{HС} + R_M) = 80 - \frac{80-20}{0,1590} \cdot 0,109 = 38,87^\circ C .$$

Выводы

Расчетная температура на поверхности полизобутилена $t_3 = 44,52^\circ C$ меньше допустимой. Следовательно, толщина футеровки процесса играет температурную на подслое меньшую допустимой.

2. Пример расчета футеровки на статическую устойчивость

Для аппарата высотой $H = 18$ м, рассмотренного в примере I, требуется проверить допускаемую высоту при футеровке фасонной кислотоупорной керамической плиткой $\delta_{pl} = 70$ мм.

Расчет произведен по формуле (9)

$$H \leq \frac{E_0 \cdot h \cdot m}{16 \cdot r \cdot \gamma},$$

где $E_0 = \alpha \cdot R = \alpha \cdot k \cdot R$;

$\kappa = 2$ — по табл. I.4 СНиП "Железобетонные и армокаменные конструкции. Нормы проектирования";

$R = 10 \frac{\text{kgs}}{\text{cm}^2}$ — по табл. I.2 (там же);

$\alpha = 200$ — по табл. I.5 (там же);

$$E_0 = 200 \cdot 2 \cdot 10 = 4000 \text{ кгс}/\text{см}^2;$$

$$\gamma = 2,2 \text{ г}/\text{см}^3; \quad r = \frac{493}{2} = 246,5 \text{ см};$$

$$H \leq \frac{4000 \cdot 7 \cdot 0,6}{16 \cdot 246,5 \cdot 2 \cdot 10^{-3}} = 1936 \text{ см} = 19,36 \text{ м}.$$

Максимально допустимая высота футеровки $H_{kp} = 19,36$ м превышает заданную $H = 18$ м. Следовательно, статическая устойчивость футеровки заданной толщины обеспечивается.

3. Пример поверочного расчета футеровки на прочность

Проанализируем напряженное состояние многослойного футерованного аппарата (рис. I) (см. пример теплотехнического расчета) в условиях воздействия серной кислоты 60-процентной концентрации и внутреннего давления, равного 1 кгс/см².

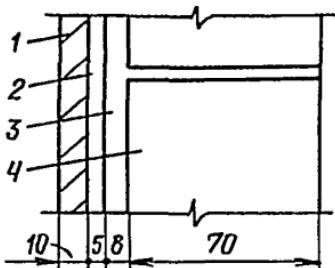


Рис. I. Конструкция защиты:
1 — корпус стальной; 2 — свинец;
3 — силикатная кислотоупорная замазка;
4 — фасонная кислотоупорная керамическая плитка на кислотоупорной силикатной замазке

Физико-механические свойства слоев с учетом влияния агрессивной среды приведены в табл. I.

Таблица I

Но- мер слоя <i>j</i>	Материал	Модуль упругости <i>E</i> , кгс/см ²	Относительный коэффициент температурно-линейного расширения <i>a</i> , 1/град	Коэффициент теплопроводности <i>λ</i> , м·ч·град/ккал	Фактор набухания (+), усадки (-) <i>q</i> , %
I	Сталь	$2,1 \cdot 10^6$	$1,15 \cdot 10^{-5}$	50	0
2	Свинец	$1,7 \cdot 10^5$	$2,9 \cdot 10^{-5}$	29	0
3	Силикатная кислотоупорная замазка	$1,25 \cdot 10^5$	$0,74 \cdot 10^{-5}$	0,5	-0,095
4	Фасонная кислотоупорная керамическая плитка на кислотоупорной силикатной замазке	$2,47 \cdot 10^5$	$0,45 \cdot 10^{-5}$	I	+0,075

Распределение температур по слоям аппарата

(см. пример теплотехнического расчета)

$$t_1 = 38,87^\circ\text{C}; \quad t_2 = 38,94^\circ\text{C}; \quad t_3 = 44,52^\circ\text{C} \\ t_4 = 50,57^\circ\text{C}; \quad t_5 = 80^\circ\text{C}$$

а) Осевые и тангенциальные напряжения по слоям футеровки от температуры определяем по формуле

$$\sigma_{ij}(t) = \sigma_{2j}(t) = 1,33 E_j \left[\frac{\sum_{j=1}^n E_j \delta_j \alpha_j t_{j,\sigma}}{\sum_{j=1}^n E_j \delta_j} - \alpha_j t_j \right]. \quad (I4)$$

В таблицах 2 и 3 представлены промежуточные и окончательные результаты вычислений.

Таблица 2

<i>j</i>	Материал	Толщина δ , см	Модуль упругости $E \cdot 10^5$, кгс/см ²	$E \cdot 10^{-5}$, кгс/см ²	Коэффициент линейного расширения $\alpha \cdot 10^5$, 1/град.	$t_{j,CP} =$ $\frac{t_j + t_{j+1}}{2}$ $-20^\circ C$	$E_j \delta_j \alpha_j t_{j,CP}$
1	Сталь	I	2,1	21	I,15	18,905	456,5557
3	Силикатная кислото- упорная замазка	0,8	I,25	I	0,74	27,545	20,3833
4	Фасонная кислото- упорная керамичес- кая плит- ка	7	2,47	I7,29	0,45	42,285	328,9984

$$\sum_{j=1}^4 E_j \delta_j \cdot 10^{-5} = 39,29 \quad \sum_{j=1}^4 E_j \delta_j \alpha_j t_{j,CP} = 805,9374$$

$$\frac{\sum_{j=1}^4 E_j \delta_j \alpha_j t_{j,CP}}{\sum_{j=1}^4 E_j \delta_j} = 20,5125 \cdot 10^{-5}$$

Таблица 3

<i>j</i>	$\alpha \cdot 10^5$ 1/град.	t_j	$20,5125 -$ $-\alpha_j t_j \cdot 10^5$	$\zeta_j(t)$
I	I,15	18,87	-I,1888	-27
		I8,94	-I,2685	-28
3	0,74	24,52	2,3677	3
		30,57	-2,1093	-3
4	0,45	30,57	6,756	18
		60	-6,4875	-17

б) Осевые и тангенциальные напряжения по слоям футеровки от набухания (усадки) определяем по формуле

$$\sigma_{ij}(q) = \sigma_{2j}(q) = 1,33 E_j \left[\frac{\sum_{j=1}^n E_j \delta_j q_{j\varphi}}{\sum_{j=1}^n E_j \delta_j} - q_j \right] \quad (15)$$

В табл. 4 представлены промежуточные и окончательные результаты вычислений.

Таблица 4

j	$E_j \delta_j \cdot 10^{-5}$	$q_j, \%$	$E_j \delta_j q_j \cdot 10^{-5}, \%$	$0,0305 - q_j, \%$	$\sigma_j(q), \text{кгс}/\text{см}^2$
I	21	0	0	0,0305	683
3	I	- 0,095	- 0,095	0,1255	167
4	17,29	0,075	1,2967	- 0,0445	- 177

$$\sum_{j=1}^4 E_j \delta_j = 39,29 \cdot 10^5 \quad \sum_{j=1}^4 E_j \delta_j q_j = 1,2017 \cdot 10^5, \% \\ \frac{\sum_{j=1}^4 E_j q_j \delta_j}{\sum_{j=1}^4 E_j \delta_j} = 0,0305 \% .$$

в) Определением напряжения от давления

$$\sigma_{ij}(P) = \frac{PR}{2} \frac{E_j}{\sum_{j=1}^n E_j \delta_j} \quad (12) \text{ - осевые напряжения;}$$

$$\sigma_{2j}(P) = 2\sigma_{ij}(P) \quad (13) \text{ - тангенциальные напряжения;}$$

$$R = \frac{5520 - 10 - 5 - 8 - 70}{2} = 2713,5 \text{ мм;}$$

$$\frac{PR}{\sum_{j=1}^4 E_j \delta_j} = \frac{1 \cdot 2713,5}{39,29 \cdot 10^5} = 6,9003 \cdot 10^{-5} ;$$

$$\sigma_{21}(P) = 145 \text{ кгс}/\text{см}^2;$$

$$\sigma_{23}(P) = 9 \text{ кгс}/\text{см}^2;$$

$$\sigma_{24}(P) = 17 \text{ кгс}/\text{см}^2.$$

напряжений представлены на рис. 2.

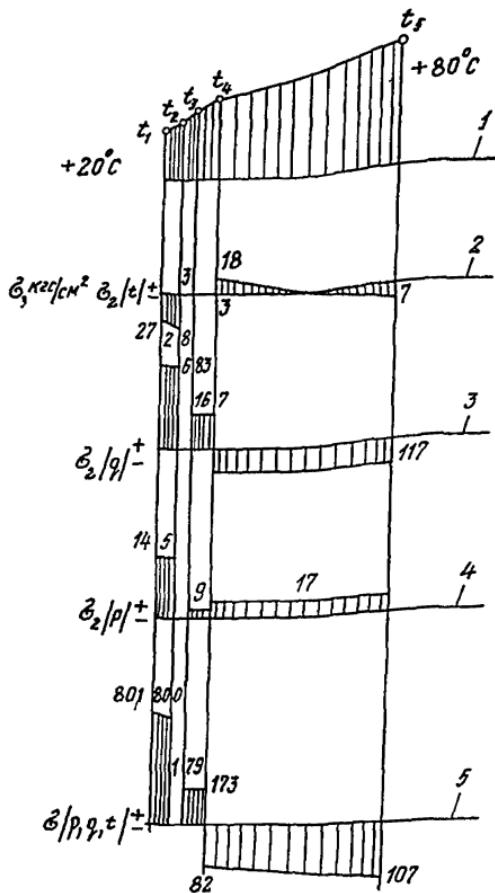


Рис.2. Распределение температуры по слоям (1).
эпюры тангенциальных напряжений от температуры
(2), набухания (3), давления (4) и суммарных
напряжений от t , q и p (5)

Выводы

Суммарные напряжения в слоях фундаментальной конструкции не превышают допустимых. Следовательно, в данном случае предложенная конструкция удовлетворяет условию прочности.

Значения величины набухания ϑ кислотоупорной фасонной керамики и силикатной замазки в серной кислоте различных концентраций при температуре 80°C представлены в табл.5.

Т а б л и ц а 5

Материал	Концентрация серной кислоты, %			
	5	30	60	96
ислотоупорная фасонная керамика	0,114	0,09	0,075	0,012
ислотоупорная силикатная замазка (андезитовая или набазовая)	0,28	0,09	-0,095	0

Приложение 6

НОМЕНКЛАТУРА ФАСОННОЙ КИСЛОТОУПОРНОЙ КЕРАМИКИ,
ВЫПУСКАЕМОЙ ОТЕЧЕСТВЕННЫМИ ЗАВОДАМИ.

Наименование	Обозначение	Номер рисунка
Фасонные плитки, кирпич и блоки		
Плитка кислотоупорная керамическая шпунтованная прямая	ПШ-1	I
Плитка кислотоупорная керамическая лекальная шпунтованная	ПЛК-2 ПЛК-3 ПЛК-4	2
Плитка кислотоупорная керамическая лекальная	ПЛ-6 ПЛ-7 ПЛ-10 ПЛ-13 ПЛ-33 ПЛ-34	3
Кирпич кислотоупорный керамический фасонный	КФ-II	4
Кирпич кислотоупорный шпунтованный с двух сторон	КШ-2	5
Плитки кислотоупорные керамические фасонные для обрамления отверстий штуцеров	ПО-15 ПО-22 ПО-30	6
Плитка кислотоупорная керамическая угловая	ПУ-1	7
Плитка кислотоупорная керамическая спаренная угловая	ПСУ-1 ПСУ-2	8
Фасонные кислотоупорные блоки для обрамления отверстий штуцеров, люков и газовходов	БО-51 БО-53	9
Фасонные кислотоупорные блоки для обрамления отверстий штуцеров	БО-50 БО-52	10
Фасонные кислотоупорные блоки для обрамления отверстий люков и газоходов	БО-55 БО-58 БО-59 БО-60	II

П р о д о л ж е н и е п р и л о ж е н и я 6

I	2	3
Фасонные кислотоупорные блоки для обрамления отверстий штуцеров	БО-54 БО-56 БО-57	12
Крупноблочная керамика		
Прогон кислотоупорный керамический для устройства опоры под насадку	III-1а	13
Прогон кислотоупорный керамический для устройства опоры под насадку	III-2а	14
Распорка кислотоупорная керамическая для устройства опоры под насадку	PC-3а	15
Колосник кислотоупорный керамический для устройства опоры под насадку	KJ-4а KJ-5а	16
Крупноразмерная керамика		
Прогон-колосник кислотоупорный керамический для устройства колосниковой решетки	IIK-100	17
Фиксатор кислотоупорный керамический для устройства колосниковой решетки	ФК-1С1	18
Прогон-колосник кислотоупорный керамический для устройства колосниковой решетки	IIK-105	19

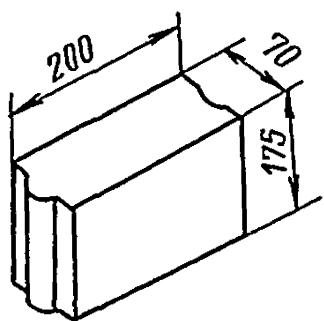


Рис. 1.

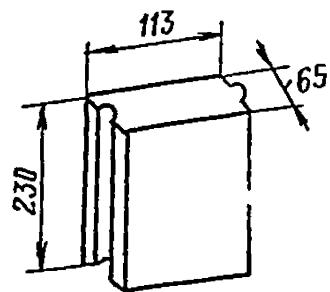


Рис. 5

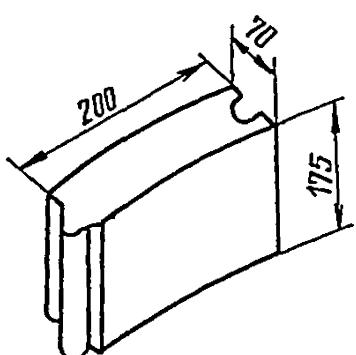


Рис. 2

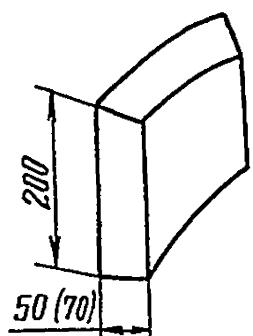


Рис. 3

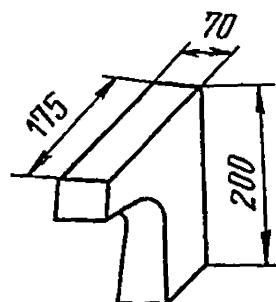


Рис. 6

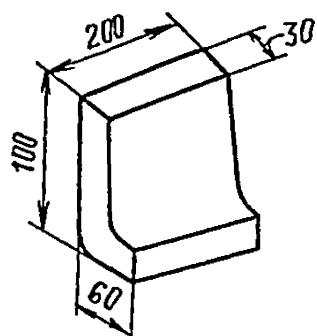


Рис. 7

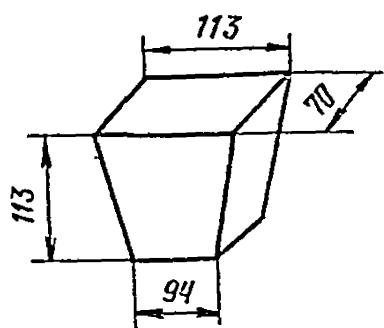


Рис. 4

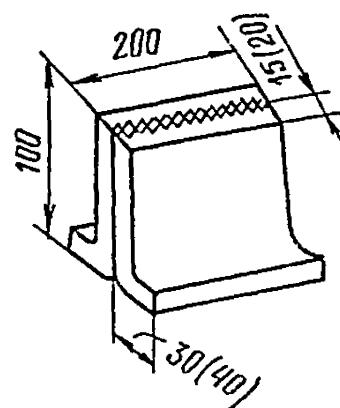


Рис. 8

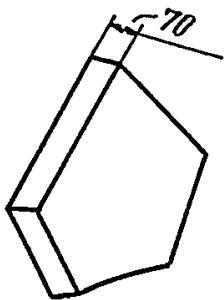


Рис. 9

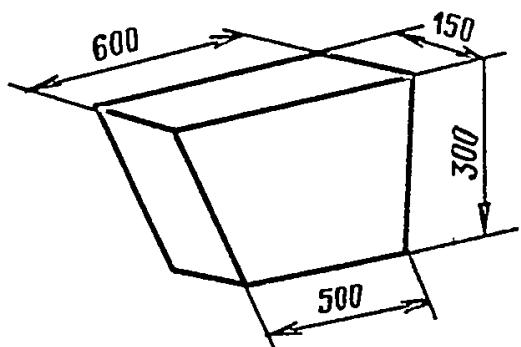


Рис. 13

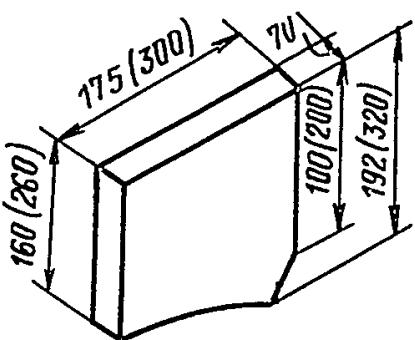


Рис. 10

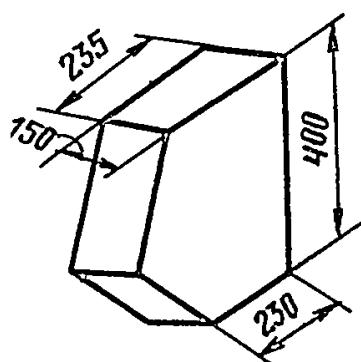


Рис. 14

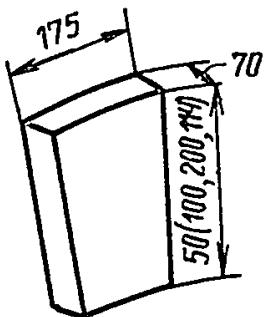


Рис. II

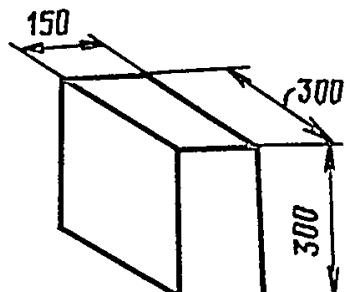


Рис. I5

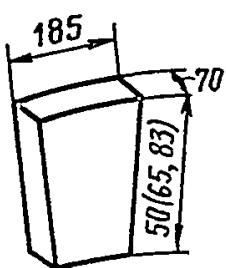


Рис. I2

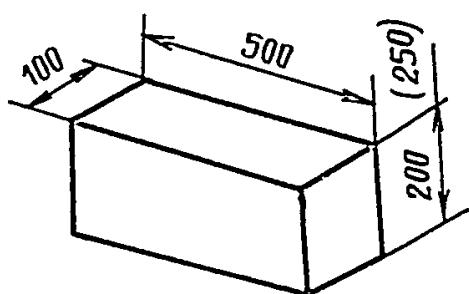


Рис. I6

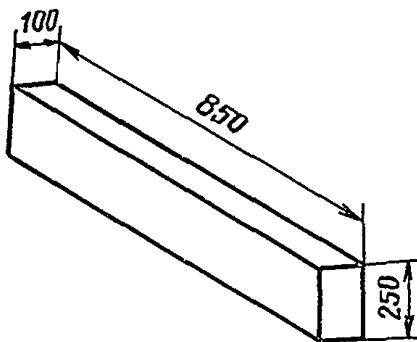


Рис. I7

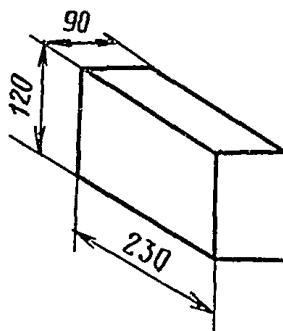


Рис. I8

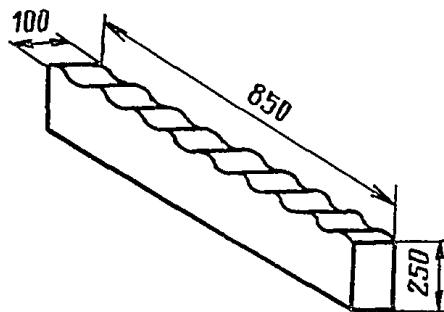


Рис. I9

ФИЗИКО-МЕХАНИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ ФАСОННОЙ КИСЛОТОУПОРНОЙ КЕРАМИКИ
И ВЛЮЧУЩИХ, УКАЗАННЫЕ В НОРМАТИВНЫХ ДОКУМЕНТАХ

Материал	ГОСТ, ОСТ или ТУ	Водопог- лощение, %	Предел проч- ности на сжа- тие, кгс/см ²	Предел прочнос- ти при изгибе, кгс/см ²	Кислото- упорность %, не ме- нее	Адгезия, кг/см ²	Термическая стойкость (ко- личество тепло- смен, которое выдерживает ке- рамика при пе- репаде темпера- туры от 350 до 200°C)		Водопрони- цаемость				
							I	2					
							3	4	5	6	7	8	9

I. КИСЛОТОУПОРНАЯ ФАСОННАЯ КЕРАМИКА

Плитки фасонные	ТУ 21-УССР- 73-77	При тол- щине до 50 мм - - 7	Не ме- нее 400	Не ме- нее 100						
		Свыше 50 мм - - 9			97	-	3			-
Крупноблочная керамика	То же	То же	То же	То же	97	-	3			-
Кирпич шпунтованный мар- ки КШ-2	ГОСТ 474-67	Не бо- льше 7	Не ме- нее 400	-	97	-	Не менее 3			Через 24 ч с обратной стороны из- делия не должно быть капель
Плитки и кирпич фасон- ные	ТУ 21-РСФСР- 456-77	I сорт- не бо- льше 7	I сорт- 400	Не ме- нее	I сорт-97	-	I сорт-3			То же
		II сорт- не бо- льше 9	II сорт- 300	II сорт-100	II сорт-95		II сорт-2			

П р о д о л ж е н и е п р и л о ж е н и я 7

I	2	3	4	5	6	7	8	9
Крупноразмерная керамика ТУ 21-УССР- - 74-77		Не бо- лее 9,5	Не ме- нее 300	100	Не менее 96	-	Не менее 2	-
ВЯЖУЩИЕ СОСТАВЫ								
Кислотоупорная силикатная андезитовая замазка	ТУ 6-І2- -101-77	-	200- -300	-	Не ниже 95	20-25 со сталью и 18-20 с керамикой	-	-
Кислотоупорная силикатная диабазовая замазка	ТУ 21-30- -18-68	-	400- -500	-	Не менее 94	Со сталью- 20, с диа- базом-25	-	-
Замазка арзамит-5 (арзамит-5-раствор) (арзамит-5-мука)	ТУ 6-05- -1133-75	Непрони- цаемый	250	-	96 (щелоче- стойкость 98 %)	38-43 со сталью, защищенной смесью ре- зорцино- фенолформаль- дегидной смолой с графитом	-	-

СОДЕРЖАНИЕ

1. Общие указания	3
2. Проектирование футеровок с применением фасонной кислотоупорной керамики	5
2.1. Конструктивные решения	5
2.2. Основные требования к разработке технологического оборудования и элементов строительных конструкций, подлежащих защите фасонной кислотоупорной керамикой	29
2.3. Расчеты футеровок с применением фасонной кислотоупорной керамики	34
2.4. Материалы для футеровочных работ и их расход на 1 м ² футеруемой поверхности	40
3. Производство работ по футеровке фасонной кислотоупорной керамикой	41
3.1. Подготовительные работы	41
3.2. Футеровочные работы	44
3.3. Контроль качества	47
4. Требования к эксплуатации технологического оборудования и элементов строительных конструкций, футерованных фасонной кислотоупорной керамикой	48
ПРИЛОЖЕНИЯ:	
1. Выписка из технических условий Минпромстройматериалов РСФСР ТУ 21-РСФСР-456-77 "Изделия кислотоупорные фасонные керамические"	50
2. Выписка из технических условий Минпромстройматериалов УССР ТУ 21-УССР-73-77 "Изделия фасонные кислотоупорные керамические для футеровки химических аппаратов"	54
3. Выписка из технических условий Минпромстройматериалов УССР ТУ 21-УССР-74-77 "Изделия фасонные кислотоупорные керамические для опорных конструкций"	57
4. Физико-механические показатели материалов, применяемые при расчетах на прочность	60
5. Примеры расчетов футеровки	62
6. Номенклатура фасонной кислотоупорной керамики, выпускаемой отечественными заводами	70
7. Физико-механические показатели фасонной кислотоупорной керамики и вяжущих, указанные в нормативных документах	75