

---

ТИПОВАЯ ДОКУМЕНТАЦИЯ  
НА КОНСТРУКЦИИ, ИЗДЕЛИЯ И УЗЛЫ  
ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ

СЕРИЯ 7.406-1  
УНИФИЦИРОВАННЫЕ УЗЛЫ И ДЕТАЛИ  
ПЕЧЕЙ И СУШИЛ МАШИНОСТРОИТЕЛЬНОЙ  
ПРОМЫШЛЕННОСТИ

ВЫПУСК 0-1.87  
ОГРАЖДЕНИЯ, КЛАДКА ОГНЕУПОРНАЯ И  
ТЕПЛОИЗОЛЯЦИОННАЯ ПЕЧЕЙ, СУШИЛ, БОРОВОВ.  
ОБЩИЕ УКАЗАНИЯ ПО ПРОЕКТИРОВАНИЮ

---

ТИПОВАЯ ДОКУМЕНТАЦИЯ  
НА КОНСТРУКЦИИ, ИЗДЕЛИЯ И УЗЛЫ  
ЗДАНИЙ И СООРУЖЕНИЙ

СЕРИЯ 7.406 - 1  
УНИФИЦИРОВАННЫЕ УЗЛЫ И ДЕТАЛИ  
ПЕЧЕЙ И СУШИЛ МАШИНОСТРОИТЕЛЬНОЙ  
ПРОМЫШЛЕННОСТИ

ВЫПУСК 0 - 1.87  
ОГРАЖДЕНИЯ, КЛАДКА ОГНЕУПОРНАЯ И  
ТЕПЛОИЗОЛЯЦИОННАЯ ПЕЧЕЙ, СУШИЛ, БОРОВОВ.  
ОБЩИЕ УКАЗАНИЯ ПО ПРОЕКТИРОВАНИЮ

Разработаны  
ВНИПИТеплопроект

Главный инженер института *Гаврилов* С.В. Большаков  
Главный инженер проекта *Велицкий* В.Н. Шлеин

Утверждены и введены  
в действие с 1 июля 1987г.

МИНМОНТАЖСПЕЦСТРОЕМ СССР  
Протокол от 4 мая 1987г.

## ВВЕДЕНИЕ

Данный выпуск разработан по плану типового проектирования Госстроя СССР на 1987 год согласно заданию, утвержденному ГИМ Министрства монтажных и специальных строительных работ СССР от 13 марта 1987 года и является руководящим материалом, предназначенным для использования при проектировании ограждений, кладки (огнеупорной и теплоизоляционной) печей, сушил и бороваев.

### I. МАТЕРИАЛЫ ФУТЕРОВОК ЭЛЕМЕНТОВ ОГРАЖДЕНИЯ ТЕПЛОВЫХ АГРЕГАТОВ

#### I.1. Материалы огнеупорные

Срок службы печей в большинстве случаев зависит от стойкости огнеупорной кладки, подвергающейся, в зависимости от места применения, воздействию высокой температуры, ударам и истирающему действию загруженных в печь материалов, химическому воздействию золы, окислины и расплавленных веществ, резким колебаниям температуры и т.д. Причем, почти всегда на кладку воздействует одновременно несколько из перечисленных выше факторов. При выборе огнеупорных материалов для футеровки тепловых агрегатов следует учитывать, в первую очередь, следующие свойства:

- температуру начала деформации под нагрузкой;
- постоянство объема при температуре их службы;
- шлакоустойчивость.

Экономическая эффективность применения того или иного вида огнеупорных изделий должна быть определена в зависимости от его назначения, производительности агрегата и условий службы в каждом конкретном случае.

Обозначения (марки) огнеупорных и высокоогнеупорных материалов, термомеханические и теплофизические свойства изделий приведены в табл. I.

#### I.1.1. Огнеупоры кремнеземистые

Дивасовые изделия обладают большой механической прочностью

при высоких температурах. Однако низкая термическая стойкость в условиях частых теплосмен и малая шлакоустойчивость этого материала резко сокращают продолжительность его службы.

Эти изделия следует применять для футеровки ответственных элементов промышленных печей, подвергающихся долговременному воздействию высоких температур и значительных нагрузок. Дивасовые изделия не следует применять в условиях резких колебаний температуры с достигнутым нижнего предела менее 600°C, при воздействии основных шлаков и расплавов.

В случае соприкосновения дивасовых изделий с магnezиальными, между ними следует давать прослойку из огнеупоров, не взаимодействующих с дивасовыми и магnezиальными изделиями (например, из хромомагnezитовых).

#### I.1.2. Огнеупоры алмосиликатные

Шмотные огнеупоры по физико-химическим свойствам (высокая огнеупорность, хорошая термическая стойкость, сравнительная инертность к кислотам и основным шлакам) нашли широкое применение как конструкционный материал для строительства промышленных печей и других теплотехнических агрегатов.

Высокоглиноземистые (муллитокремнеземистые, муллитовые, муллитокорундовые и корундовые) изделия находят широкое применение в тепловых агрегатах (высокотемпературные нагревательные печи, врашающиеся печи для обжига цемента, высокотемпературные печи керамической промышленности).

#### I.1.3. Огнеупоры магnezиальные (основные).

Магnezиальные огнеупоры состоят, в основном, из периклаза (кристаллическая окись магния). Ценные свойства этих огнеупоров - высокая огнеупорность, устойчивость к основным шлакам, сравнительно высокая температура начала деформации под нагрузкой, механическая прочность - зависят от содержания периклаза, что обуславливает целесообразность изготовления таких изделий с возможно большим содержанием этого соединения.

Магnezиально-известковые огнеупоры, особенно смолосвязанные, обладают высокими физико-техническими свойствами: огнеупорностью до 2300°C, пределом прочности при сжатии до 60 МПа, плотностью до 3 т/м<sup>3</sup>, повышенной шлакоустойчивостью к основным шлакам и др.

#### I.1.4. Огнеупоры карбидкремниевые

Карбидкремниевые огнеупоры широко применяются в различных отраслях промышленности. Особенно целесообразно их применять в тех случаях, когда требуется высокая теплопроводность, термостойкость

Выпуск С-1.87

Серия 7.406-1

Имя, № подл., Подпись и дата, Взам. инв. № инв., № инв., Подпись и дата

И 7263

Имя, № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. № инв.	№ инв.	Имя, № подл.	Подпись и дата
Разраб.	А.С.С.С.С.	С.С.С.	С.С.С.	Имя, № подл.	Подпись и дата
Проф.	С.С.С.	С.С.С.	С.С.С.	Имя, № подл.	Подпись и дата
И.О.И.	С.С.С.	С.С.С.	С.С.С.	Имя, № подл.	Подпись и дата
И.О.И.	С.С.С.	С.С.С.	С.С.С.	Имя, № подл.	Подпись и дата
Учв.	С.С.С.	С.С.С.	С.С.С.	Имя, № подл.	Подпись и дата

Ограждения, кладка огнеупорная и теплоизоляционная печей, сушил, бороваев (см. указания по проектированию)

Листов 3  
ВНИИ ТЕПЛОПРОЕКТ

Имя, № подл., Подпись и дата, Взам. инв. № инв., № инв., Подпись и дата

И 7263

Имя, № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. № инв.	№ инв.	Имя, № подл.	Подпись и дата
Имя, № подл.	Подпись и дата	Взам. инв. № инв.	№ инв.	Имя, № подл.	Подпись и дата

Лист 2

## Свойства огнеупорных материалов

Обозначение материала (марка изделия)	Наименование изделия	Содержание определяющих химических компонентов	Плотность кажущаяся, кг/м <sup>3</sup> , не более	Предел прочности при сжатии, МПа (кгс/см <sup>2</sup> ), не менее	Огнеупорность, К(°С), не ниже	Температура начала размягчения при удельной нагрузке 0,2 МПа (2 кгс/см <sup>2</sup> ), К(°С), не ниже	Температура эксплуатации, К(°С), не выше	Теплопроводность, Вт/(м.К), не более	Удельная теплоемкость, Дж/(кг.К)	Обозначение стандарта или технических условий		
ДН	Кремнеземистые Огнеупорные диазоксины	SiO <sub>2</sub> -93,5, не менее	1900	17,5 (175)	1963 (1690)	1913 (1640)	1873 (1600)	1,58+0,00037(T-273)	1,0684.10 <sup>3</sup> +1,08. .10 <sup>-1</sup> T-30530,6. .10 <sup>3</sup> .10 <sup>3</sup> .T <sup>-2</sup>	ГОСТ 4157-79		
ДН-1,2	Огнеупорные диазоксины легко- весные	SiO <sub>2</sub> -91, не менее	1200	4,5 (45)	1943 (1670)	1873 (1600)	1823 (1550)	0,60 при 623К 0,70 при 873К		ГОСТ 5040-78		
<b>Алюмосиликатные</b>												
<b>I. Шамотные</b>												
ША	Огнеупорные ша- мотные общего назначения пер- вой категории качества	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> -30,0, не менее	1900	15,0(150)	2003(1730)	1573(1300)	1673(1400)	1,04+0,00015(T-273)	879+0,41(T-273)	ГОСТ 390-83		
ШБ		Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> -28,0, не менее		13,0(130)	1943(1670)	не норми- руется	1623(1350)					
ША-1,3	Огнеупорные ша- мотно- легковесные	-	1300	4,5(45)	2003(1730)	1823(1550)	1673(1400)	0,60 при 623К 0,70 при 873К	1160 при 293К- 1673К 837+0,41(T-273)	ГОСТ 5040-78		
ШД-1,3		-		3,5(35)	1943(1670)	1703(1430)	1573(1300)					
ШД-1,0		-		3,0(30,0)		1723(1450)						
ШЛ-0,9		-		900		2,5(25)	1563(1290)				1543(1270)	0,40 при 623К 0,50 при 873К
ШЛ-0,4		-		400		1,0(10)	1593(1320)				1423(1150)	0,20 при 623К 0,25 при 873К
ШЛ-0,6		-		600		2,5(25)	1913(1640)				-	1423(1150)

Обозначение материала (марка изделия)	Наименование изделия	Содержание определяющих химических компонентов, %	Плотность кажущаяся, кг/м <sup>3</sup> , не более	Предел прочности при сжатии, МПа (кгс/см <sup>2</sup> ), не менее	Огнеупорность, К(°С), не ниже	Температура начала размягчения при удельной нагрузке 0,2 МПа (2 кгс/см <sup>2</sup> ), К(°С), не ниже	Температура эксплуатации, К(°С), не выше	Теплопроводность, Вт(м.К), не более	Удельная теплоемкость, Дж(кг.К)	Обозначение стандарта или технических условий
ШКД-I,0	Огнеупорные шамотно-каолиновые	-	1000	2,5 (25)	1963 (1690)	1673 (1400)	1673 (1400)	0,29+0,0002(T-273)	1218 при 293-1673К	ГОСТ 5040-78
2. Муллитокремнеземистые										
МКРС-45	Среднеплотные	Высокоглиноземистые общего назначения $Al_2O_3$ свыше 45,0	2200	20(200)	2023 (1750)	1673(1400)	1673(1400)	I,17 при 820K I,19 при 1031K I,29 при 1221K	662,4+0,536 T-908,1 T <sup>-2</sup>	ГОСТ 24704-81
МКРУ-45	Уплотненные			40(400)	1723(1450)	1723(1450)				
МКР	Трубки муллитокремнеземистые	$Al_2O_3$ -52, не менее	2600	-	2023 (1750)	1673 (1400)	1623 (1350)	I,37 при 1412K	662,4+0,536T-908,1 T <sup>-2</sup>	ТУ 14-8-447-83
3. Муллитовые										
МЛС-62	Среднеплотные	Высокоглиноземистые общего назначения $Al_2O_3$ -62, не менее	2400	25(250)	2073	1723(1450)	1773	0,825 при 822K	712 при 623K	ГОСТ 24704-81
МЛУ-62	Уплотненные			60(600)	(1800)	1773(1500)	(1500)			
4. Муллитокорунковые										
МКС-72	Среднеплотные	Высокоглиноземистые общего назначения $Al_2O_3$ -72, не менее	2500	30(300)	2073 (1800)	1773(1500)	1873 (1600)	I,19 при 1423K I,41 при 1583K	879 при 1223K 963 при 1423K	ГОСТ 24704-81
МКД-72	Плотные			80(800)		1823(1550)				

Выпуск 0-I-87

Серия 7.406-I

Взам. шта. № Инв. № уч. сб. Подпись и дата

№ серии, Подпись и дата

№ докум.	№ докум.	№ докум.	№ докум.

И 7263

Лист

4

Копия 23/87

Форм. 1-А1

Обозначение материала (марка изделия)	Наименование изделия	Содержание определяемых химических компонентов, %	Плотность каучука, кг/м <sup>3</sup> , не более	Предел прочности при сжатии, МПа (кг/см <sup>2</sup> ), не менее	Огнеупорность, К(°С), не ниже	Температура начала размягчения при удельной нагрузке 0,2 МПа (2 кг/см <sup>2</sup> ), К(°С), не ниже	Температура эксплуатации, К(°С), не выше	Теплопроводность Вт(м.К), не более	Удельная теплоемкость, Дж(кг.К)	Обозначение стандарта или технических условий
<b>5. Корундовые</b>										
К	Трубки корундовые для защиты термолар первой категории качества	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> -95,	3650	-	Не нормируется	2023 (1750)	1873 (1600)	12,2-0,0008 (Т-273)	1003 при 773К 1172 при 1973К	ТУ 14-8-447-83
КЛ-1,3	Высокоогнеупорные корундовые легковесные высшей категории качества	не менее	1300	3,0 (30)	Не нормируется	1753 (1480)	1823 (1550)	0,965 при 673К 0,93 при 1073К 0,755 при 1673К	-	ГОСТ 23619-79
К	Обычные	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> -96,0, не менее	3200						862 при 373К	ТУ 14-8-164-75
КВН	Высокоплотные		3700	80 (800)	2323 (2050)	2173 (1900)	2123 (1850)	15,49-0,00073 (Т-273)	1003 при 773К 1172 при 1973К	ТУ 14-8-190-75
<b>Магнезиевые</b>										
<b>I. Магнезитовые (периклазовые)</b>										
ПМ1	Высокоплотные	МgO -96,0, не менее	3400	На изгиб 91 (910)	2573 (2300)	В вакууме 2573 (2300)	2273 (2000)	27 при 473К 5,44 при 1673К	975 при 373К 1002 при 1573К	ТУ 14-8-190-75
МУ-89	Уплотненные	Магнезитовые высшей категории	3000	50 (500)	2273 (2000)	1773 (1500)	1873 (1650)	6,16-0,0026 (Т-273)	990+2,72·10 <sup>-1</sup> ·Т-1330·10 <sup>-4</sup> ·Т <sup>-2</sup>	ГОСТ 4689-74
МУ-91		МgO -91,0, не менее		60 (600)		1823 (1550)				
МО-91	Обычные	МgO -91,0, не менее		50 (500)	1773 (1500)					

Обозначение материала (марка изделия)	Наименование изделия	Содержание определяющих химических компонентов, %	Плотность кажущаяся, г/см <sup>3</sup> , не более	Предел прочности при сжатии, МПа (кг/см <sup>2</sup> ), не менее	Огнеупорность, К(°С), не ниже	Температура начала размягчения при удельной нагрузке 0,2 МПа (2 кг/см <sup>2</sup> ), К(°С), не ниже	Температура эксплуатации, К(°С), не выше	Теплопроводность Вт(м.К), не более	Удельная теплоемкость, Дж(кг.К)	Обозначение стандарта или технических условий
	2. Хромомagneзитовые (Хромитопериклазовые)									
ХМ I	Высокоогнеупорные хромитомagneзитовые	MgO -42,0, не менее Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub> -20,0, не менее	2950	20-30 (200-300)	2273 (2000)	1773-1823 (1500-1650)	1773 (1500)	2,79-0,00087(T-273)	447+6,4I.10 <sup>-1</sup> . .T+3585,4.10 <sup>3</sup> .T <sup>-2</sup>	ГОСТ 5381-72
КА-3	Карбидкремниевые Высокоогнеупорные карбидкремниевые	SiC -82,0, не менее	2500	40 (400)	2173 (1900)	1773 (1500)	1673-1773 (1400-1500)	26,4-0,11(T-273)	-	ГОСТ 10153-70

Примечание. Теплофизические свойства материалов приведены для служб в окислительной и нейтральной газовых средах.

Выпуск 0-I.87

Серия 7.406-I

Дата, № серии, Подпись и дата, Место, дата, № Изв. Материал. Подпись и дата

и шлакоустойчивость, высокая сопротивляемость механическим воздействиям. В восстановительной и нейтральной средах карбид кремния устойчив до 2200°C.

## 1.2. Материалы волокнистые огнеупорные

1.2.1. Волокнистые огнеупорные материалы и изделия используются в качестве рабочего и теплоизоляционного слоев футеровок, не воспринимающих внешних нагрузок. Виды волокнистых огнеупорных материалов и их свойства приведены в табл.2.

1.2.2. Теплоизоляционные слои многослойных конструкций футеровок следует выполнять из волокнистых огнеупорных материалов и изделий, имеющих температуру применения не ниже максимальной температуры нагрева слоя, а объемную массу, соответствующую минимальному расходу материала для обеспечения требуемого термического сопротивления при средней температуре нагрева слоя.

1.2.3. При проведении теплотехнических расчетов удельная теплоемкость изделий на основе волокнистых огнеупорных материалов должна приниматься равной 1045 Дж/(кг·К).

## 1.3. Материалы теплоизоляционные

1.3.1. При выборе типа теплоизоляционных материалов и изделий из них и определении толщины их слоев необходимо учитывать следующие физико-технические и технико-экономические показатели этих изделий:

- допускаемую максимальную температуру применения при длительной эксплуатации;
- теплопроводность слоя изделия при средней температуре, установившейся во время эксплуатации;
- стоимость 1 м<sup>2</sup> тепловой изоляции в деле;
- прочность;
- объемную массу;
- содержание свободных окислов железа в материале изделий (только для агрегатов с атмосферами, содержащими большое количество окиси углерода);
- форму выпускаемых изделий.

1.3.2. Легковесные огнеупорные и высокоогнеупорные изделия могут применяться как в качестве теплоизоляционного слоя, так и в качестве рабочего слоя футеровки, если последняя не подвергается механическим воздействиям, истирающему воздействию материалов,

а также воздействию расплавленных шлаков или металла.

1.3.3. Тепловую изоляцию агрегатов, работающих в области температур до 900°C, следует проектировать преимущественно из теплоизоляционных материалов, при температурах выше 900°C — из огнеупорных материалов по табл.1.

Для уменьшения стоимости высокотемпературную изоляцию следует проектировать в сочетании с применением в менее нагретых слоях футеровки ограждений более дешевых теплоизоляционных изделий и материалов с учетом допустимой температуры их применения.

1.3.4. Прочность теплоизоляционных изделий имеет существенное значение только при применении их непосредственно для рабочей футеровки печей и при изоляции кладки пода печей; в этих случаях необходима прочность теплоизоляционных изделий должна определяться расчетом.

1.3.5. Кажущаяся плотность является показателем, связанным с теплопроводностью и прочностью теплоизоляционных изделий. Сама по себе кажущаяся плотность должна учитываться при применении теплоизоляционных изделий в печах периодического действия, где она оказывает влияние на потери тепла, аккумулированного кладкой. Кажущаяся плотность должна приниматься во внимание при выборе теплоизоляционных изделий для переносных печей (типа колпачковых).

1.3.6. При проектировании следует учитывать технико-экономическую эффективность теплоизоляции.

1.3.7. Основные теплотехнические и физико-механические свойства теплоизоляционных материалов приведены в табл.3. Кроме перечисленных (см. табл.3), возможно применение других новых теплоизоляционных материалов и изделий, осваиваемых промышленностью. В каждом отдельном случае целесообразность применения нового изделия должна обосновываться расчетом.

## 1.4. Растворы огнеупорные, защитные и уплотнительные обмазки.

1.4.1. Химический состав и огнеупорность растворов (порошков при футеровке насухо) следует выбирать, как правило, в соответствии с химическим составом и огнеупорностью изделий, укладываемых о их применением. Составы наиболее часто применяемых растворов приведены в СНиП Ш-24-75 "Правила производства и приемки работ. Промышленные печи и кирпичные трубы". Составы воздушнотвердеющих растворов приведены в табл.4.





## Свойства теплоизоляционных материалов

Обозначение материала (марка изделия)	Наименование изделия	Плотность, кг/м <sup>3</sup> , не более	Предел прочности при сжатии, МПа (кгс/см <sup>2</sup> ), не менее	Температура применения, К(°С), не выше	Теплопроводность, Вт/(м.К),	Обозначение стандарта или технических условий
	<b>Жесткие теплоизоляционные изделия</b>					
ПД-350	Изделия перлитомышьятовые и диатомитовые	до 350	0,6(6)	1173 (900)	при 298К-0,084; при 573К-0,122	ГОСТ 2694-78
ПД-400		до 400	0,8(8)		при 298К - 0,0953; при 573К-0,134	
Д-500		до 500	0,6(6)		при 298К-0,105; при 573К-0,157	
Д-600		до 600	0,8(8)		при 298К-0,116; при 573К-0,169	
ПК-250	Изделия перлитокерамические теплоизоляционные	250	0,3(3)	1148 (875)	при 298К-0,076; при 573К-0,122	ГОСТ 21521-76
ПК-300		300	0,5(5)		при 298К-0,081; при 573К-0,128	
ПК-350		350	0,7(7)		при 298К-0,093; при 573К-0,140	
ПК-400		400	1,0(10)		при 298К-0,105; при 573К-0,151	
П-350	Изделия перлитцементные теплоизоляционные	350	при изгибе 0,28(2,8)	873 (600)	при 298К-0,081; при 573К-0,108	ГОСТ 18109-80
-	Изделия перлитовые на аллюминатной связке "Перлиталь"	250	0,35(3,5)	1173 (900)	при 298К-0,072; при 573К-0,122	ТУ 36-1815-74
350	Изделия теплоизоляционные соевалитовые	350	при изгибе 0,2(2,0)	773 (500)	при 298К-0,079; при 398К-0,091	ГОСТ 6788-74
300	Изделия теплоизоляционные вулканитовые	300	при 0,3(3,0)	873 (600)	при 298К-0,077; при 398К-0,083	ГОСТ 10179-74
350		350	при изгибе 0,35(3,5)			
225	Изделия известково-кремнеземистые теплоизоляционные	225	при изгибе 0,35(3,5)	873 (600)	при 298К-0,065; при 398К-0,077 при 573К-0,112	ГОСТ 24748-81
200	Изделия перлитофосфогелевые теплоизоляционные	200	0,35(3,5)	873 (600)	при 298К-0,064; при 398К-0,088	ГОСТ 21500-76
250		250	0,45(4,5)		при 298К-0,076; при 398К-0,090	
300		300	0,55(5,5)		при 298К-0,082; при 398К-0,094	

Выпуск С-1.87

Серия 7.406-1

Изм. Лист № докум. Подп. Дата



## Со составы воздушнотвердеющих растворов

Раствор	Материал для изготовления сухой смеси	Состав сухой смеси, % по массе	Затворитель	Расход ориентировочный затворителя на 100кг сухой смеси, л	Консистенция раствора
Цементно-глиноземистый	Порошок молотый шмота марки ШМТА ТУ 14-8-90-74	82	Жидкое стекло плотностью 1,35-1,4 г/см <sup>3</sup>	15	Жидкий
	Порошок молотый огнеупорной глины марки ПГОСА ТУ 14-8-90-74	9			
	Глинозем-технический ГОСТ 6912-74	9	Вода	33-35	
Альмосиликатный с содержанием $Al_2O_3$ не менее 39%	Мертель марки МШГ ТУ 14-8-144-75	100	Жидкое стекло плотностью 1,35-1,38 г/см <sup>3</sup>	15	Полугустой
			Вода	26-29	
Альмосиликатный с содержанием $Al_2O_3$ не менее 35%	Мертель марки МШБ ТУ 14-8-144-75	100	Жидкое стекло плотностью 1,35-1,38 г/см <sup>3</sup>	15	Полугустой
			Вода	26-29	
Альмосиликатный с содержанием $Al_2O_3$ не менее 35% пластифицированный	Мертель марки МШБ ТУ 14-8-144-75	100	Жидкое стекло плотностью 1,35-1,38 г/см <sup>3</sup>	15	Полугустой
			Барда сульфитно-опиртовая (сверх 100%) ОСТ 13-183-83	0,1	
Высокоглиноземистый с содержанием $Al_2O_3$ не менее 60%	Мертель марки ММКР60 ГОСТ 6137-80	100	Жидкое стекло плотностью 1,35-1,36 г/см <sup>3</sup>	25	Жидкий
Цементно-цементный	Порошок молотый шмота марки ШМТБ ТУ 14-8-90-74	80	Вода	40-45	Полугустой
	Порошок молотый огнеупорной глины марки ПГОСБ ТУ 14-8-90-74	4-6			
	Портландцемент марки 300 ГОСТ 10178-76	16-14			
Цементно-цементный пластифицированный	Порошок молотый шмота марки ШМТБ ТУ 14-8-90-74	84-80	Вода	35-40	Полугустой
	Порошок молотый огнеупорной глины марки ПГОСБ ТУ 14-8-90-74	4-6			
	Портландцемент марки 300 ГОСТ 10178-76	16-14			
	Барда сульфитно-опиртовая (сверх 100%) ОСТ 13-183-83	0,1			

Выпуск О-1-87

Серия 7.406-1

Изм. №, дата, Подпись и дата, Взам. инв. №, Инв. №, Подпись и дата

Изм. Лист № докум. Подп. Дата

Н 7263

Лист  
12

## Образки уплотнительные

Номер раствора	Максимальная температура применения, °С	Материал для составления смеси	Обозначение стандарта или технических условий	Крупность зерен, мм	Содержание, % по массе
1	400	Песок кварцевый	ГОСТ 22551-77	0-1	45
		Графит	ГОСТ 17022-81		30
		Стекло жидкое плотностью 1,37 г/см <sup>3</sup>	ГОСТ 13078-81		25
2		Песок кварцевый	ГОСТ 22551-77	0-1	55
		Асбест хризотилловый 6 сорта	ГОСТ 12871-83	-	25
		Стекло жидкое плотностью 1,37 г/см <sup>3</sup>	ГОСТ 13078-81	-	20
3		Порошок молотый шамота марки ШМКВ	ТУ 14-8-90-74	0-3	65
		Асбест хризотилловый 6 сорта	ГОСТ 12871-83	-	10
		Порошок молотый огнеупорной глины марки ШОСБ	ТУ 14-8-90-74	1-3	15
4		Стекло жидкое плотностью 1,37 г/см <sup>3</sup>	ГОСТ 13078-81	-	10
		Песок кварцевый	ГОСТ 22551-77	0-1	30
		Асбозурит	ТУ 36-130-83	-	50
5	Стекло жидкое плотностью 1,37 г/см <sup>3</sup>	ГОСТ 13078-81	-	20	
	Порошок молотый шамота марки ШМКВ	ТУ 14-8-90-74	0-3	35	
	Крошка диатомитовая обожженная	ТУ 36-888-83	0-2	25	
	Асбест хризотилловый 6 сорта	ГОСТ 12871-83	-	20	
	Порошок молотый огнеупорной глины марки ШОСБ	ТУ 14-8-90-74	-	20	
6	Стекло жидкое плотностью 1,37 г/см <sup>3</sup> (сверх 100%)	ГОСТ 13078-81	-	10	
	Крошка диатомитовая обожженная	ТУ 36-888-83	0-2	65	
	Асбест хризотилловый 5 сорта	ГОСТ 12871-83	-	25	
7	Стекло жидкое плотностью 1,37 г/см <sup>3</sup>	ГОСТ 13078-81	-	10	
	Порошок магнетитовый (периклазовый) для высокотемпературного mortala	ТУ 14-8-227-77	-	15	
	Асбест хризотилловый 5 сорта	ГОСТ 12871-83	-	35	
	Пек каменноугольный	ГОСТ 1038-75	-	20	
		Магний хлоридный (раствор плотностью 1,2-1,3 г/см <sup>3</sup> )	ГОСТ 7759-73	-	30

Серия 7.406-1. Выпуск 0-1.87

Дата, № серии, Издатель, Дата, Объем, № изд., Изд. №, № серии, Подпись и дата


И 7263

Лист  
13

Продолжение табл. 5

Номер раствора	Максимальная температура применения, °С	Материал для составления смеси	Обозначение стандарта или технических условий	Крупность зерен, мм	Содержание, %, по массе
8	80	Порошок молотый огнеупорной глины марки ШГОСА	ТУ 14-8-90-74	I-3	30 12 14
		Асбест хризотилонный 5 сорта	ГОСТ 12871-83	-	
		Маело отработанное минеральное	-	-	
		Лак каменноугольный марки А или Б	ГОСТ 1709-75	-	
		Битум	ГОСТ 6617-76	-	

Имя, Фамилия, Подпись и дата. Имя, Фамилия, Подпись и дата. Имя, Фамилия, Подпись и дата. Имя, Фамилия, Подпись и дата.

Таблица 6

## Обмазки защитные

Номер состава	Наименование обмазки	Температура применения, °С	Материал для составления смеси	Обозначение стандарта или технических условий	Крупность зерен, мм	Содержание, %, по массе
1	Хромитовая	1100-1400	Смесь хромитовая марки СХГ	ТУ 14-8-84-73	0-3	96
			Барда сульфитно-спиртовая (сверх 100%)	ОСТ 13-183-83	-	4
2	Шамотная	1100-1400	Порошок молотый шамота марки ШТА	ТУ 14-8-90-74	0-1	85
			Порошок молотый огнеупорной глины марки ПГОСА	ТУ 14-8-90-74	0-3	6
			Барда сульфитно-спиртовая (сверх 100%)	ОСТ 13-183-83	-	9
			Порошок хромитовый марки ЭХМ-30	ТУ 14-8-114-75	0-1	50
Порошок магнетитовый	ТУ 14-8-209-76	40				
3	Хромомagneзитовая	1400-1500	Порошок молотый огнеупорной глины марки ПГОСА	ТУ 14-8-90-74	-	10
			Барда сульфитно-спиртовая (сверх 100%)	ОСТ 13-183-83		5

Выпуск 0-1-87

Серия 7.406-1

Изм. №, лист, Подпись и дата  
 Изм. №, лист, Подпись и дата  
 Изм. №, лист, Подпись и дата  
 Изм. №, лист, Подпись и дата  
 Изм. №, лист, Подпись и дата

Изм. №, лист, Подпись и дата

Н 7263 /

Лист

15

1.4.2. Для приготовления растворов для кладки вне категории, I-й и 2-й категории следует предусматривать мертели и порошки тонкого помола, для остальных категорий кладки - крупного помола.

1.4.3. Для кладки из обыкновенного глиняного кирпича наружных стен тепловых агрегатов, стен и сводов боронов, а также сушил следует применять строительные цементно-известково-песчаные и цементно-глиняно-песчаные растворы; во всех остальных случаях применяется глиняно-песчаный раствор.

1.4.4. Составы уплотнительных и защитных образцов приведены в табл.5 и 6.

1.5. Массы огнеупорные хромитоглинистые пластичные для подин нагревательных печей.

Массы хромитоглинистые пластичные рекомендуются для выполнения монолитных футеровок подин нагревательных печей в зависимости от условий службы в интервале температур 900-1400°C.

## 2. ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ ПО КОНСТРУИРОВАНИЮ ФУТЕРОВКИ ТЕПЛОВЫХ АГРЕГАТОВ

### 2.1. Общие указания

2.1.1. Указания настоящего раздела распространяются на проектирование футеровки вновь строящихся и реконструируемых нагревательных, термических печей и сушил машиностроительной промышленности, выполняемой из штучных огнеупорных изделий.

Указания не распространяются на проектирование печей с футеровкой из жаростойких бетонов.

2.1.2. Огнеупорные материалы при проектировании ограждений тепловых агрегатов следует применять строго дифференцированно в зависимости от рабочей температуры элементов, в которых они заложены, и условий их службы - факторов, воздействующих на огнеупоры (наличия химических и механических воздействий, периодичности работы и т.п.).

2.1.3. Для уменьшения материалоемкости (толщины) ограждающих конструкций тепловых агрегатов, когда по технологическим условиям это допустимо, следует предусматривать легковесные огнеупорные

материалы и высокоэффективную теплоизоляцию (теплоизоляционные муллитокремнеземистые волокнистые материалы и изделия из них, известково-кремнеземистые, перлито-керамические, перлитофосфателые и пеностоматитовые изделия).

Из теплоизоляционных материалов и изделий в печах с контролируемыми атмосферами, содержащими водород и окись углерода, могут применяться только перлитовые на керамической связке ГОСТ 21521-76 (де температур 900°C) материалы и изделия теплоизоляционные волокнистые муллитокремнеземистые ГОСТ 23619-79.

2.1.4. Кладка из алмосиликатных и кремнеземистых изделий выполняется на растворах, а из магнезитовых, хромомagneзитовых, форстеритовых и талько-магнезитовых изделий ведется насухо, с заполнением швов огнеупорными порошками.

Футеровка печей с контролируемыми атмосферами, содержащими водород и окись углерода, выполняется на растворе из высокоглиноземистого мертеля марки ВТ-1, затворенного на растворе из жидкого натриевого стекла плотностью  $\rho_{35-1,36}$  г/см<sup>3</sup> (для температур до 1350°C) или из корундового мертеля, высокоглиноземистого цемента марки ВЦ-1 и раствора метилцеллюлозы марки Д плотностью 0,99-1 г/см<sup>3</sup>.

2.1.5. При выборе формы и размеров огнеупорных изделий следует руководствоваться сортаментом изделий по стандартам и техническим условиям. Проектные решения по кладке печей должны исключать необоснованное применение фасонных огнеупорных изделий особого заказа и конструктивную теску огнеупорных изделий. Для исключения тески огнеупорных изделий в проектные спецификации на огнеупорные изделия должны включаться в обязательном порядке в необходимых количествах: пятовые и клиновы кирпичи для кладки сводов и арок, полуторные прямые и полуторные клиновы кирпичи для перевязки швов в сводах и арках, полуторные прямые и трехчетвертные кирпичи для перевязки швов в стенах, трапецеидальные кирпичи для кладки закругленных стен.

При проектировании футеровки сложной конфигурации следует применять набивные огнеупорные пластические массы.

2.1.6. При заделке в кладку металлических балок, рам, кронштейнов или пропуска через кладку металлических элементов, а также при устройстве лючков, люделок и других отверстий в облицовке печи необходимо предусматривать зазор между кладкой и металлом для возможности независимого расширения кладки и металла.

2.1.7. Толщина футеровки тепловых агрегатов должна приниматься исходя из строительной прочности и допустимой температуры наружной



поверхности кладки. По санитарным правилам по организации технологических процессов и санитарно-гигиеническим требованиям к производственному оборудованию температура наружной поверхности агрегата не должна превышать  $45^{\circ}\text{C}$  для печей внутри помещений; для печей, устанавливаемых на открытом воздухе -  $60^{\circ}\text{C}$ .

Для печей с высокой температурой в рабочем пространстве, где снижение температуры наружной поверхности стен до необходимой по санитарно-гигиеническим нормам потребует применения тепловой изоляции большой толщины, необходимо предусматривать экранную наружные щиты, прикрепляемые к каркасу тепловых агрегатов.

## 2.2. Проектирование футеровки из штучных огнеупорных изделий

2.2.1. Кладка тепловых агрегатов в зависимости от требований к ней подразделяется на категории, для каждой из которых должна соблюдаться соответствующая толщина швов.

Категория кладки принимается по ВСН 367-76/МССС ССРС "Инструкция по кладке и футеровке промышленных печей".

2.2.2. Размеры огнеупорной кладки, выполняемой из кирпичей нормального размера, следует принимать кратными:

по вертикали - для категорий кладки II, III, IV соответственно 67, 68 и 70 мм;

по горизонтали - для кирпичей размером  $230 \times 113 \times 65$  мм и  $250 \times 125 \times 65$  мм соответственно II 6 и I 26 мм.

2.2.3. Кладку тепловых агрегатов следует, как правило, проектировать "вперевязку", за исключением особо оговариваемых в проекте случаев (рис. I).

2.2.4. Многослойные стены высотой свыше 2 м для обеспечения устойчивости следует проектировать с перевязкой слоев или применять анкерное крепление кладки. Слои перевязываются через 4-6 рядов по вертикали по мере совпадения горизонтальных швов.

Анкерное крепление не должно препятствовать температурному расширению кладки в вертикальном и горизонтальном направлениях.

2.2.5. При кладке стен высотой более 1,5 м, для соединения огнеупорной кладки с кладкой из красного или изоляционного кирпича, огнеупорные кирпичи выпускаются в наружный слой на полкирпича в местах совпадения этих рядов по высоте стены.

2.2.6. Пятовые кирпичи сводов должны плотно прилегать к подпечным балкам. Пролеты сводов и арки собираются с учетом укладки

целого ряда кирпичей (по возможности нечетного).

При затесе на арки не допускается стесывание кирпича более, чем на половину его толщины; в этих случаях кирпич укладывается на ребро (рис. 5).

2.2.7. Арки и своды толщиной более одного кирпича с перевязкой по высоте не делаются, а выкладываются в несколько окатов. Шов между окатами заполняется раствором.

2.2.8. При кладке сводов с изменяющимся направлением - при угловом повороте - свод на участке поворота выполняется "вперевязку" (рис. 3а), а при плавном повороте - путем введения вставки, выполненной кольцами (рис. 3б).

При соединении сводов под прямым углом, стыковая часть кладки выполняется "в елку" (рис. 6) - ряды примыкающего и основного сводов поочередно опираются друг на друга.

2.2.9. Прямоугольные отверстия в сводах выполняются: размером до 200 мм - закладкой двух кирпичей (рис. 4а), размером более 200 мм - двумя арочками (рис. 4б). Круглые отверстия выполняются закладкой кольца (рис. 4в).

2.2.10. Для компенсации температурного горизонтального и вертикального расширения кладки следует предусматривать температурные швы. Температурные швы должны быть запроектированы таким образом, чтобы через них не проходили газы.

При выборе расстояний между температурными швами в стенах следует учитывать наличие в них каналов, горелочных амбразур и других отверстий. При расстоянии между проемами до 2-2,5 м температурные швы в промежуточных стенах не предусматриваются.

При толщине слоев кладки стен из плотных и легковесных огнеупорных изделий 348 мм и более температурные швы выполняются замкового типа (ступенчатые в плане). В вертикальной плоскости швы должны быть прямыми.

В арочных сводах предусматриваются прямые температурные швы в местах примыкания свода к торцевым стенкам и, в зависимости от длины свода и температуры в печи, дополнительно через каждые 4-10 м по длине свода. Швы проектируются вразбежку или обрезами. Смотровые швы в своде перекрываются сверху кирпичом, уложенным на плашку.

В подвесных сводах, набираемых насухо, температурные швы в самом своде не предусматриваются.

В местах примыкания стен к подвесным сводам должны предусматриваться зазоры для свободного температурного расширения стен и свода. Толщина зазора зависит от коэффициента линейного температур-

ного расширения данного вида кладки, высоты стен и ширины свода. Для заполнения зазоров следует применять высокопластичную или мажливую вату.

Температурные швы следует заполнять выгорающими или компенсирующими прокладками. В качестве выгорающих прокладок применяется фанера, толь, картон, дощечки, компенсирующие - каолиновая вата, мало-вязкая огнеупорная масса с добавкой в нее 25-35% асбеста хризотилового, асбестовый картон или шур, углеродистая набойка и т.п.

Температурные швы следует располагать так, чтобы расширение кладки не вызывало нарушений в смежных элементах кладки и плотности швов кладки.

Температурные швы предусматриваются только в слоях огнеупорной кладки.

В теплоизоляционной кладке из огнеупорных изделий температурные швы, как правило, не предусматриваются. Исключение составляют печи большой длины с наружной облицовкой из глиняного обожженного кирпича (например, туннельные), в облицовочной кладке которых предусматриваются температурные швы.

2.2.11. Футеровку из штучных огнеупорных изделий можно проектировать на растворе и насухо с просыпкой швов сухим огнеупорным порошком (в сводах просыпка швов огнеупорным порошком не предусматривается).

Кладку из магнезиальных изделий допускается проектировать с прокладкой в швы стальных пластин.

2.2.12. Отверстия шириной 300-450 мм следует перекрывать постепенным напуском рядов кирпича. Напуск не должен превышать 75 мм в каждом ряду кладки с каждой стороны (рис.2). Отверстия в стенах шириной до 300 мм допускается перекрывать нормальными кирпичами без напуска. Отверстия шириной более 450 мм перекрываются циркульной или плоской аркой.

2.2.13. При устройстве проемов, отверстий и окон в многослойных стенах изоляционную кладку не следует доводить до отверстий на толщину не менее 1/2 кирпича, кроме того не следует располагать изоляционную кладку в местах, воспринимающих распор циркульных арок или сводов. В этих местах кладку следует проектировать из огнеупорных изделий.

2.2.14. Выставку следует проектировать из кирпича, уложенного на плашку или ребро ложками поперек печи или бруса с перевязкой швов.

2.2.15. Подвеса печей проектируются обычно из нескольких рядов

огнеупорных изделий с тщательной перевязкой швов: нижние ряды - на плашку ложками поперек печи, а верхние ряды - на ребро или торец. В нагревательных печах, работающих с размягченной окалиной или жидким шлаком, для этого ряда принимаются огнеупоры, устойчивые по отношению к окалине. Для остальных рядов рабочего слоя кладки должны применяться более дешевые шамотные огнеупорные изделия.

2.2.16. Кладку циркульных сводов следует проектировать, как правило, вперевязку. Кольцевыми проектируются своды из магнезиальных изделий на пластинах, а также участки сводов сложной конфигурации.

2.2.17. Пятн сводов при температуре рабочей поверхности свода 1200°C и выше следует заглублять в стены не менее, чем на 30 мм от внутренней поверхности стен.

2.2.18. При проектировании сводов и арок из двух рядов по толщине, ряды (окаты) между собой не перевязываются.

2.2.19. При проектировании арочных сводов с центральными углами 120 и 180° пазухи между внешней поверхностью огнеупорной кладки свода и обшивкой каркаса, во избежание раскрытия наружных швов огнеупорной кладки свода и потери их устойчивости, должны заполняться огнеупорной кладкой. Обшивка каркаса в этих местах должна иметь продольные элементы жесткости для восприятия усилий, передаваемых от распора свода через кладку в пазухах на обшивку.

2.3. Проектирование футеровки из волокнистых огнеупорных материалов.

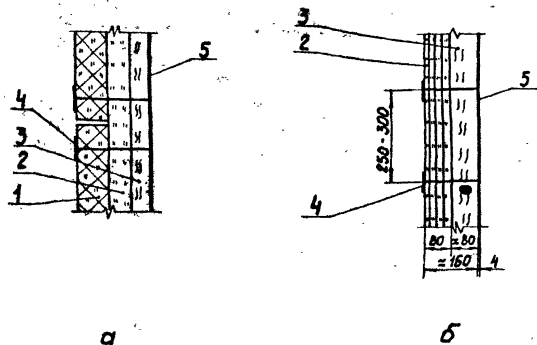
2.3.1. Для изготовления футеровок из волокнистых огнеупорных материалов могут быть использованы изделия в виде формованных плит, войлока, а также теплоизоляционные композиции с наполнителем из волокнистых огнеупорных материалов. Не допускается применение изделий на основе волокнистых огнеупорных материалов в слое футеровки, обращенном в рабочее пространство, который может подвергаться внешним механическим воздействиям. Температура в рабочем пространстве печей при применении футеровок из волокнистых огнеупорных материалов не должна превышать 1000°C.

2.3.2. Слой футеровки, обращенный в рабочее пространство при скоростях движения газов внутри печного пространства менее 7 м/с и температуре до 850°C, должен выполняться из войлока; при скоростях до 40 м/с - из формованных плит на глиняной связке (ШВП-350). При скоростях движения газов внутри печного пространства более 40 м/с или наличии втирающего воздействия продуктов необходимы





Конструкции футеровок тепловых агрегатов  
из волокнистых огнеупорных материалов

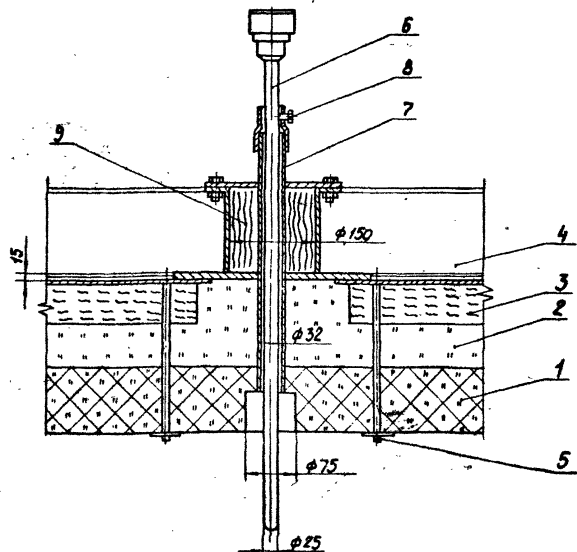


а - с использованием в качестве рабочего слоя  
плит ШВП - 350

б - с использованием в качестве рабочего слоя войлока  
1 - плита ШВП - 350; 2 - войлок; 3 - плита минераловатная;  
4 - анкер металлический; 5 - кожух.

Рис. 7

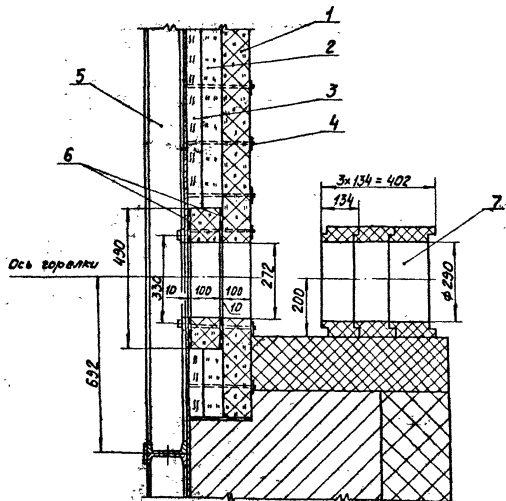
Конструкция узла футеровки из волокнистых огнеупорных  
материалов в месте установки термометра



1 - плита ШВП - 350; 2 - войлок огнеупорный;  
3 - плита минераловатная; 4 - плита ограждения;  
5 - анкер; 6 - термометр; 7 - труба из жаростойкой стали;  
8 - болт крепежный; 9 - набивка из муллитокремне-  
земистой ваты.

Рис. 8

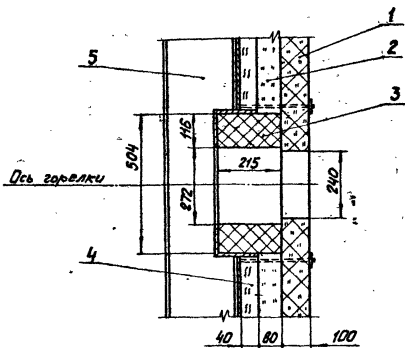
Конструкция узла установки нижней горелки  
в футеровке из волокнистых огнеупорных материалов



1 - плита ШВП-350; 2 - плита теплоизоляционная МКРВ-350;  
3 - кирпич шамотный ША;  
4 - плита минераловатная; 5 - каркас панели;  
6 - валик высокоглиноземистый; 7 - смесь для инъекции.

Рис. 9

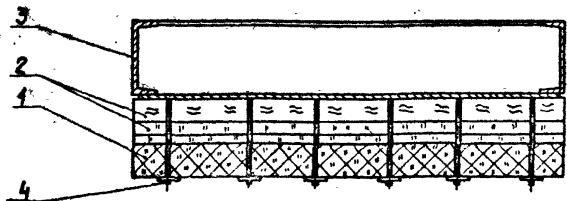
Конструкция узла установки верхней горелки  
в футеровке из волокнистых огнеупорных  
материалов



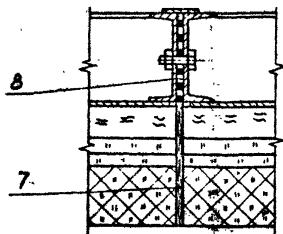
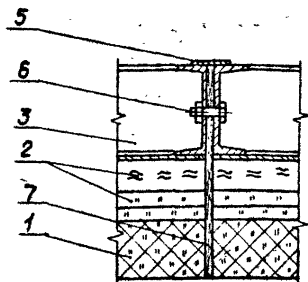
1 - плита ШВП-350; 2 - плита теплоизоляционная МКРВ-350; 3 - кирпич шамотный ША;  
4 - плита минераловатная;  
5 - каркас панели.

Рис. 10

Конструкция сварной панели из волокнистых огнеупорных материалов и узлы стыковки панелей между собой.



а

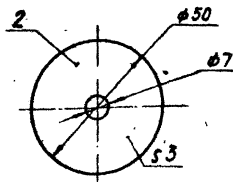
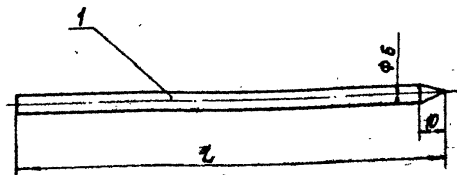


б

- а - сварная панель;  
 б - узлы стыковки панелей.  
 1 - слой футеровки рабочий; 2 - слой изоляционный;  
 3 - каркас панели; 4 - анкер; 5 - накладка соединительная;  
 6 - болт монтажный; 7 - прокладка из огнеупорного войлока;  
 8 - прокладка из асбокартона, смоченного в жидком стекле.

Рис. 11

Элементы анкерного крепления



1 - штырь; 2 - шайба

Размер L выбирается в зависимости от толщины футеровки

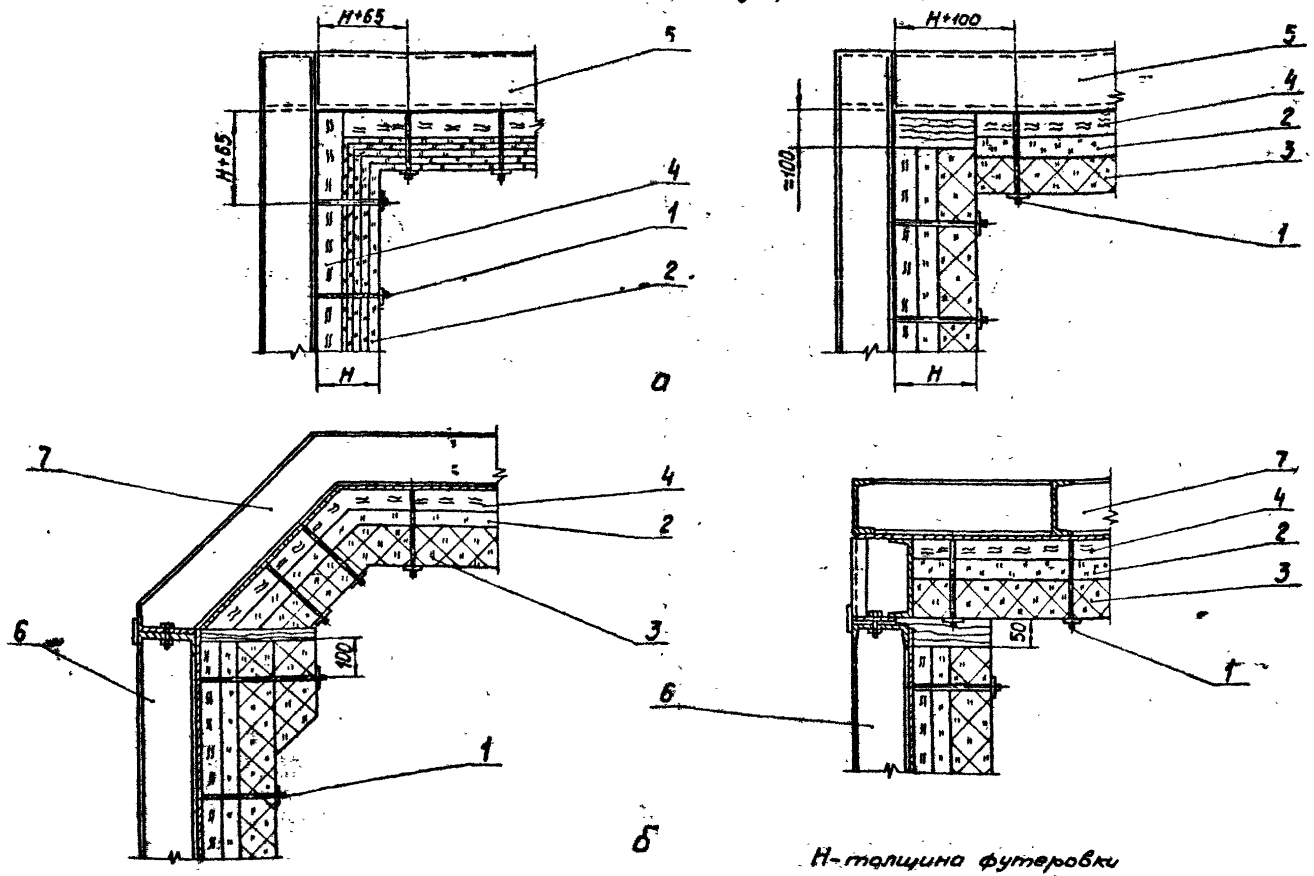
Рис. 12

Изм.	Лист	№ докум.	Дата	Дет.

H7263

Лист

Конструкции узлов сопряжений футеровок стен и сводов печей из волокнистых огнеупорных материалов



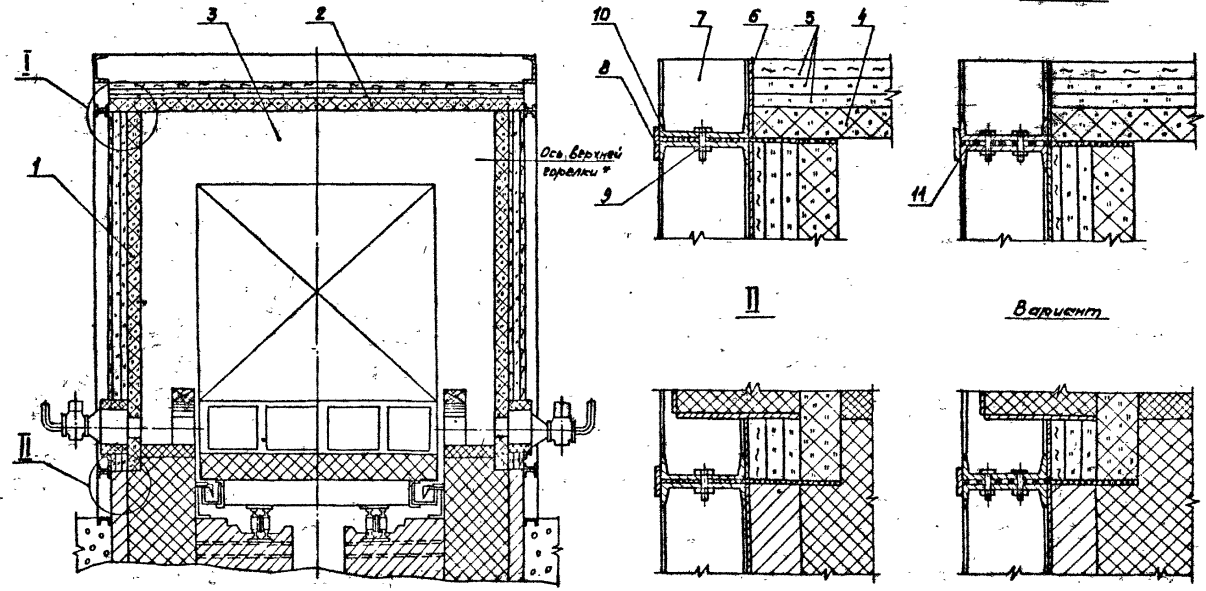
H - толщина футеровки

- а - при наличии готового кожуха печи; б - при монтаже печи из сборных элементов;
- 1 - штырь; 2 - войлок огнеупорный; 3 - плита ШВП-350; 4 - плита минераловатная;
- 5 - кожух; 6 - панель стеновая; 7 - панель сводовая

Рис. 13



Схема сборки ограждения Термивской печи с выкатным подом



- 1 - панель стеновая; 2 - панель свободная; 3 - панель торцовая задняя; 4 - слой футеровки рабочей;
- 5 - слой изоляционный; 6 - основание панели металлическое; 7 - обвязка панели; 8 - прокладка соединительная и уплотняющая; 9 - болт монтажный;
- 10 - прокладка из огнеупорного войлока; 11 - прокладка из асбокартона, смоченного в жидком стекле.

\*) см. пункт 3.1.2.

Рис. 14

Изм.	Исполн.	Провер.	Дата

H 7263



2.3.II. Проектирование футеровок из волокнистых огнеупорных материалов и конструкций теплоограничений следует производить в соответствии с требованиями ВСН 429-81/ММОС СССР "Инструкция по проектированию футеровок промышленных печей из огнеупорных волокнистых материалов".

### 3. УКАЗАНИЯ ПО ПРОЕКТИРОВАНИЮ ОГРАЖДЕНИЙ ИЗ ПАНЕЛЕЙ

3.1. В настоящей разделе даны рекомендации по проектированию ограждений из панелей и заделке стыков между панелями и стыков между кирпичной кладкой и панелями.

3.1.1. Ограждения печей состоит из панелей, которые представляют собой самонесущий сварной каркас, футерованный плитами, которые накладываются на заостренные штыри, приваренные к каркасу, и крепятся шайбами, приваренными к штырям. Материал штырей и шайб - сталь 20Х23Н18.

Материал футеровки:

- шамотные волокнистые плиты ШВП-350, размерами 490x490x100 мм;
- муллитокремнеземистые волокнистые теплоизоляционные плиты МКРВ-350-2, размерами 600x400x40 мм;
- плиты полужесткие минераловатные Ш-80.

3.1.2. Схема сборки ограждения термической печи с выкатным подом приведена на рис.1.4.

Возможна схема сборки панелей с двумя вариантами расположения горелок:

I вариант - горелки в панелях противоположных боковых стенок располагаются снизу;

II вариант - горелки в панелях одной боковой стены располагаются снизу, а горелки в панелях другой боковой стены - сверху, для чего панель поворачивается на 180°.

### 4. БОРОВА КОМБИНИРОВАННЫЕ, БЕТОННЫЕ И КИРПИЧНЫЕ

4.1. Подземные боровы (газоходы) предназначены для отвода отработанных продуктов сгорания от промышленных печей и сушил. При температуре отходящих газов до 350°C и от 350 до 500°C боровы выполняются комбинированными - прямые участки из жаростойких бетонных блоков

поворотные участки, места установки шиберов, лазов и др. из кирпича.

4.2. При температуре отходящих газов выше 500°C боровы выполняются полностью из кирпича. Кирпичные вставки комбинированных боровов выполняются из обожженного глиняного кирпича при температуре газов до 350°C, а свыше 350°C кирпичные вставки и кирпичные боровы выполняются из обожженного глиняного кирпича с футеровкой из огнеупорного кирпича марки ШВ ГОСТ 390-83 на шамотном растворе. Жаростойкие бетонные блоки армируются монтажной арматурой из стали класса А-I ГОСТ 5781-82 при температуре дымовых газов до 350°C и из стали класса А-III при температуре от 350 до 500°C. Комбинированные боровы располагаются только в несущем железобетонном коробе; кирпичные боровы, при нагрузке на пол цеха менее 0,02 МПа, могут прокладываться в грунте. При расположении боровов в коробе для понижения температуры на бетонных стенках короба в подине боровы и стенках короба предусматриваются вентиляционные каналы. Конструкции и типоразмеры бетонных и кирпичных боровов приведены соответственно на рис.15,16 и в табл.8 и 9. Бетонные блоки для унифицированного ряда бетонных боровов разработаны в выпуске I-I.

Изм. № колл. Подпись и дата  
Изм. № докум. Подпись и дата  
Изм. № докум. Подпись и дата  
Изм. № докум. Подпись и дата

Изм. № колл. Подпись и дата  
Изм. № докум. Подпись и дата  
Изм. № докум. Подпись и дата  
Изм. № докум. Подпись и дата