Министерство угольной промышленности УССР

"УкрНИИуглеобогащение"

Министерство промышленности строительных материалов УССР

"НИИАвтостекло"

РЕКОМЕНДАЦИИ

по применению шлакоситаллов на углеобогатительных фабриках

Луганск - 1969

gost.e-ecolog.ru

Министерство угольной промышленности УССР

"УкрНИИуглеобогащение"

Министерство промышленкости строительных материалов УССР

"НИИАвтостекло"

РЕКОМЕНДАЦИИ

по применению шлакоситаллов на углеобогатительных фабриках

Луганск - 1969

В рекомендациях кратко изложены некоторые свойства шлакоситаллов и основные результаты исследований по их применению на углеобогатительных фабриках для защиты поверхностей оборудования от интенсивного изнашивания. Рекомендации предназначены для работников углеобогатительных фабрик, проектно-конструкторских и проектных институтов.

РЕКОМЕНДАЦИИ СОСТАВИЛИ:

от "УкрНИИуглеобогащение"

А.М.КОТКИН
В.Е.ФЕДОРЧЕНКО
Н.П.ПУРЫГИН

от "НИИАвтостекло"

А.Г.МИНАКОВ
Р.С.ЗОЛОТАРЕВА
А.В.ЛИТВИНОВ

Ответственный за выпуск Г.В.ЖОВТЮК

В В Е Д Е Н И Е

На углеобогатительных фабриках поверхности деталей машин и оборудования, соприкасающиеся с перерабатываемой горной массой и оборотной водой, подвергаются интенсивному абразивному и коррозионному воздействию и при изготовлении из углеродистых сталей без специальных легирующих добавок или серого чугуна обладают низкой износостойкостью и малой долговечностью.

Заводы и ЦЭММ трестов, изготавливающие углеобогатительное оборудование, с целью упрочнения быстроизнашивающихся поверхностей применяют различные методы. Например, детали тяговых цепей подвергаются электролизному борированию, для изготовления деталей центрифуг и шламовых насосов, импеллеров флотомашин применяются износостойкие сплавы.

В качестве износостойких и антикоррозионных материалов используются также различные марки резин на основе как натуральных, так и синтетических каучуков. Они применяются в качестве защитного покрытия секторов вакуум-фильтров, камер флотомашин, коробов грохотов и др. В качестве футеровочного материала на углеобогатительных фабриках находит применение каменное литье и шлакоситалл.

При всем многообразии методов и материалов для повышения износостойкости деталей машин и оборудования проблема их долговечности решена еще далеко не полностью. Одним из направлений в решении этого вопроса является применение нового износостойкого материала – – шлакоситалла.

Рекомендации составлены по материалам научно-исследовательской работы "Исследование в области использования полимерных материалов для конструирования и покрытия узлов и деталей обогатительных машин и оборудования", выполненной "УкрНИИуглеобогащением" совместно с "НИИАвтостекло", а также с учетом опыта промышленного использования шлакоситаллов на углеобогатительных фабриках Донецкого бассейна.

1. ШЛАКОСИТАЛЛ - НОВЫЙ ИЗНОСОСТОЙКИЙ МАТЕРИАЛ

Основные свойства шлакоситаллов

Шлакоситаллы - стеклокристаллические материалы, получаемые на основе доменных шлаков путем управляемой кристаллизации. Катализаторами управляемой кристаллизации стекла для получения шлакоситалла являются сульфиды металлов, вводимые в стекло шлаком.

По внутреннему строению шлакоситалл представляет собой поликристаллическую массу, состоящую из мелких кристаллов величиной от 0,5 до 5 мк, связанных между собой остаточным аморфным стеклом. Шлакоситалл по весу практически равноценен алюминию, имеет высокую механическую прочность и сопротивляемость истиранию, обладает значительной химической устойчивостью и является хорошим диэлектриком.

Можно получать шлакоситалл различных цветов и оттенков по всему объему изделия. На поверхность шлакоситалла можно наносить керамические глазури различных цветов методом запекания, совмещаемого с кристаллизацией изделий. Керамические глазури химически стойки и обладают хорошей сопротивляемостью истиранию.

Промышленное производство шлакоситалла темно-серого цвета освоено на стекольных заводах в г.Константиновке Донецкой области: завод "Автостекло" выпускает листовой шлакоситалл толщиной 10 мм по ТУ-УССР-21--138-66, а стекольный завод им. Октябрьской революции - прессованные плитки размерами 300х300х18, 300х200х18, 250х250х18 мм и другие по ТУ-УССР-21-124-66.

Физико-механические и химические характеристики шлакоситалла

Плотность, кг/м^3	2700
Удельная теплоемкость, ккал/кг·град.	0,20
Коэффициент теплопроводности, ккал/м час.град.	1,14

Коэффициент линейного расширения, $\frac{1}{\text{град.}}$	7.10^{-6}
Температура размягчения, ^{o}C	950-1000
Водопоглощение весовое,%	0
Предел прочности при изгибе, кг/см^2	900
Предел прочности при сжатии, кг/см^2	5500
Ударная вязкость, кг·см/см^2	3-4
Микротвердость (ПМТ-3), кг/мм^2	550-600
Прочность на истирание (ЛКИ-2),г/см^2	0,002-0,005
Модуль упругости,кг/см^2	900.10^3
Коэффициент Пуассона, кг/см^2	0,21-0,23

Химическая устойчивость по ГОСТ'у 473-64,%:

в 96%-ной H_2SO_4	не менее 98,5
в 33%-ной H_2SO_4	не менее 98,0
в 37%-ной HCl	не менее 90,0
в 20%-ной HCl	не менее 90,0
в 30%-ной HNO_3	не менее 98,0
в 20%-ной CH_3COOH	не менее 98,0
в 50%-ной H_3PO_4	не менее 95,0
Шелочеустойчивость, %	не менее 85,0

Технологический процесс изготовления опытных деталей из шлакоситалла

Технологический процесс изготовления шлакоситалловых изделий состоит из следующих основных операций:

1) приготовление шихты;
2) варка стекломассы;

извлекаются из формы и устанавливаются в электропечь на кристаллизацию по специальному температурному режиму. Общее время кристаллизации 40 часов.

Износостойкость шлакоситаллов при сухом абразивном изнашивании

Шлакоситаллы обладают высокой сопротивляемостью истиранию в рабочих средах кварцевых песков, каменных углей и антрацитов, сопутствующих им пород, а также смеси угля с породой.

По данным лабораторных исследований шлакоситаллов С-495, С-700 и технических ситаллов, проведенных на круге истирания ЛКИ-2 по ГОСТ'у 6787-53, установлено, что удельный износ шлакоситалла при истирании на нормальном кварцевом песке составляет 0,002-0,005 г/см^2.

По сопротивляемости истиранию шлакоситаллы не уступают техническим ситаллам, за исключением некоторых составов, и превосходят такие износостойкие материалы, как каменное литье и базальты, удельный износ которых составляет соответственно 0,015-0,02 и 0,16-0,25 г/см^2.

Шлакоситаллы обладают высокой сопротивляемостью истиранию углями и антрацитом, которая может характеризоваться величинами одного порядка (0,0002-0,0004 г/см^2).

Эти данные получены при испытании шлакоситаллов на истирание кварцевым песком по ГОСТ'у 6139-52 крупностью 0,5-0,85 мм, каменными углями, антрацитом и породами крупностью 0-0,5 мм.

Зависимость износа ситаллов от пути трения представлена на графике (рис. 1).

Износостойкость шлакоситаллов при гидроабразивном изнашивании

Шлакоситаллы имеют высокую износостойкость в условиях гидроабразивного изнашивания. В магнетитовой

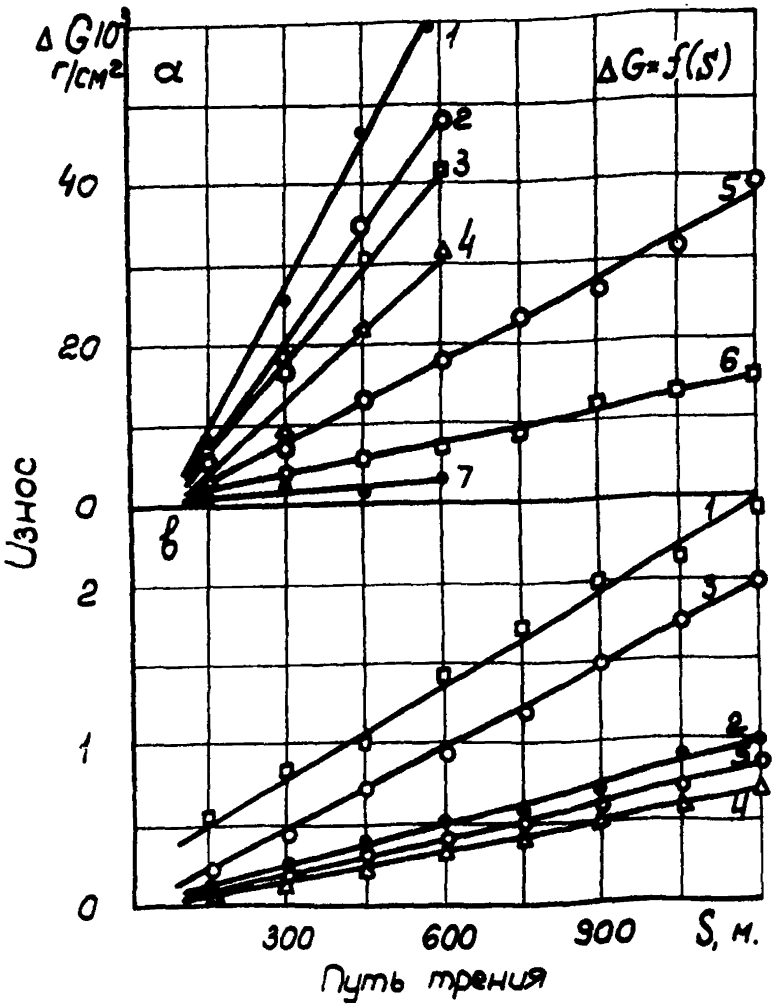


Рис. 1. Зависимость износа ситаллов от пути трения

а – при изнашивании кварцевым песком ситаллов:
1 – С-352; 2 – С – 253; 3 – С-358; 4 – С-336/4;
5 – С-700; 6 – С-495; 7 – С-023;

б – при изнашивании шлакоситалла С-700 углями:
1 – марки А зольностью 38,2%; 2 – то же – 10,2%;
3 – марки К зольностью 28,1%; 4 – то же – 12,9%;
5 – марки Г зольностью 12–18%

суспензии, содержащей твердой фазы 300–500 г/л, состоящей из оборотной воды электропроводностью 5600 мкс с водородным показателем $_{p}H$ = 6,5–7,0 и магнетита крупностью до 0,2 мм и твердостью 6,5 по шкале Мооса, интенсивность изнашивания шлакоситаллов значительно меньше, чем углеродистой стали и серого чугуна.

Для качественной оценки способности материалов сопротивляться изнашиванию был принят безразмерный показатель – относительная износостойкость, характеризующий соотношение абсолютных величин объемного износа двух материалов, из которых один является эталоном, и получены значения износостойкости некоторых конструкционных материалов (табл. 1).

В угольных пульпах относительная износостойкость шлакоситаллов в 14–24 раза выше, чем стали Ст.3, в 19–32 раза выше, чем серого чугуна марки СЧ 15–32.

В антрацитовых пульпах относительная износостойкость шлакоситаллов в 9–13 раз выше, чем стали Ст.3, и в 13–19 раз выше, чем серого чугуна марки Сч 15–32. По сопротивляемости изнашиванию в угольных пульпах шлакоситаллы могут быть приравнены к нержавеющей стали 1Х18Н9Т (табл. 2).

Прочность деталей из шлакоситалла

Проведены исследования на прочность кругов из шлакоситалла С-495 и С-700 (наружный диаметр – 300 мм, внутренний – 32 мм, толщина 10 и 20 мм). Разрыв кругов происходил при скоростях вращения 4500–6000 об/мин, расчетные касательные напряжения при этом были 107–190 кг/см^2.

Значения наибольших касательных напряжений, определенные в исследуемых кругах, значительно превосходят предельные напряжения, которые могут возникать в рабочих колесах шламовых насосов (σ_{τ} = 45 кг/см^2), импеллеров флотомашин и других вращающихся деталях машин.

Таблица 1

Значения коэффициентов относительной износостойкости

Конструкционный материал	Продолжительность испытаний, час		Содержание твердой фазы, г/л		Скорость движения, м/сек.		Значение коэффициентов износостойкости	
	1200	500	500	310	1,45	3,7		
Сталь Ст.3 (эталон)							1,0	1,0
Сталь Ст.3 (борированная)							4,9	-
Серый чугун СЧ 15-32							-	1,0
Серый чугун СЧ 18-36							-	1,4
Высокохромистый чугун ИЧХ28Н2							24,8	-
Нержавеющая сталь 1Х18Н9Т							-	66,7
Эмалевое покрытие							-	6,3
Шлакоситалл С-495							29,7	23,3
Шлакоситалл С-700							-	27,4

Таблица 2

Относительная износостойкость конструкционных материалов в угольных пульпах

Уголь		Скорость движения, м/сек.	Содержание твердого, кг/м³	Общая минерализация воды, кг/м³	Конструкционный материал				
марка	крупность, мм				С-700	С-495	СЧ1532	Ст.3	1Х18Н9Т
					Относительная износостойкость				
Г	0,5–0,3	2,3–13	100–500	2,190–4,360	24	16	0,74	1,0	23
К	0,5–3,0	2,3–13	100–500	1,320–3,960	21	14	0,74	1,0	21
А	0,5–3,0	2,3–13	100–300	2,390–3,580	13	9	0,67	1,0	20

Таблица 3

Минимальные углы наклона поверхностей для движения по ним углей разных марок

Марка угля	Плотность, г/см³	Крупность угля, мм	Шероховатость поверхности скольжения по ГОСТу 2789-59	Конструкционный материал поверхности: шлакоситалл С-700		углеродистая сталь Ст.3	
				Условия скольжения угля: в воде	по сухой поверхности	в воде	по сухой поверхности
				Наклон поверхности скольжения, град.			
Д	1,28	20-25	5	19	19	–	–
			7	16	16	20	20
Г	1,285		5	20	21	–	–
			7	15	18	21	20
Ж	1,27		5	20	23	–	–
			7	19	19	24	25
К	1,365		5	20	21	–	–
			7	16	19	20	21
ОС	1,48		5	18	20	–	–
			7	17	17	22	23
Т	1,4		5	17	18	–	–
			7	15	16	20	19
А	1,77		5	17	18	–	–
			7	11	12	17	19
Аргиллит (порода)	2,32		5	22	24	–	–
			7	17	19	20	22

П. ОСОБЕННОСТИ КОНТАКТА УГЛЕЙ СО ШЛАКОСИТАЛЛОВЫМИ ПОВЕРХНОСТЯМИ

Углы скольжения угля по шлакоситалловым поверхностям

Рабочие поверхности оборудования соприкасаются с перерабатываемым материалом, и от характера их взаимодействия зависят расход воды на перемещение угля, угол наклона желобов и интенсивность изнашивания поверхностей.

Углы скольжения для перемещения угля самотеком по шлакоситалловым поверхностям изменяются в зависимости от марки угля и крупности частиц - увеличиваются от длиннопламенных к жирным и коксовым и уменьшаются для антрацитов (табл. 3).

Основные параметры желобов, футерованных шлакоситаллом

Исследования основных параметров безнапорного гидротранспорта угля по шлакоситалловым поверхностям проведены на полупромышленной установке с замкнутым циклом движения воды, при ширине желоба 120 мм.

В качестве транспортируемых материалов использовались угли марок К, Г и антрацит марки А крупностью 1-6 и 1-25 мм (их гранулометрический состав приведен в табл. 4).

Таблица 4

Гранулометрический состав углей, использованных при исследовании

Крупность твердого, мм	Состав углей по классам крупности, %			
	1-3	3-6	6-13	13-25
1-6	50	50	-	-
1-25	25	25	25	25

При определении коэффициента шероховатости по методу академика Н.Н.Павловского для желобов, футерованных шлакоситаллом, экспериментальные точки, соответствующие движению воды, группируются в области кривых с коэффициентом $n = 0{,}013$ и $n = 0{,}008$.

В процессе гидротранспорта продуктов обогащения шероховатость шлакоситалловых поверхностей значительно уменьшается в связи с уменьшением высоты неровностей до $R_z = 3$–4 мк, что соответствует 7–8 классу чистоты по ГОСТ'у 2789–59. В соответствии с технологической возможностью высокого качества укладки шлакоситалловых плит можно принимать значение коэффициента шероховатости $n = 0{,}010$.

Результаты экспериментального определения параметров транспортирования углей по желобам прямоугольной формы с шириной 120 мм представлены в табл. 5.

Таблица 5

Значения параметров транспортирования углей по желобам со шлакоситалловыми поверхностями

Параметры	Уголь		Уклон желоба, град.				
	марка	класс, мм	0°40'	2°20'	4°20'	6°	8°20'
1	2	3	4	5	6	7	8
Удельный расход воды, $м^3/т$	Г	1–6	15,0	3,4	1,8	1,3	0,85
		1–25	16,4	3,6	1,6	–	0,70
	К	1–6	15,0	3,4	1,7	1,25	0,88
		1–25	19,2	5,5	1,8		0,95

1	2	3	4	5	6	7	8
	А	1-6	27	6,9	2,3	1,6	0,87
		1-25	40,3	8,1	2,9		1,1
Скорость движения пульпы, м/сек.	Г	1-6	0,48	0,60	0,9	0,95	1,35
		1-25	0,6	0,7	0,85		1,15
	К	1-6	0,58	0,65	0,82	0,95	1,16
		1-25	0,68	0,72	0,81		0,95
	А	1-6	0,79	0,8	0,86	0,94	1,08
		1-25		0,85	0,89		0,01
Гидравлический радиус сечения потока пульпы, м. 10^{-3}	Г	1-6	22,1	10,4	21,7	11,7	16,9
		1-25	19,5	22,4	12,4		20
	К	1-6	18,4	15,3	15,9	15,3	13,2
		1-25	20,8	28,7	19,4		20,4
	А	1-6	18,5	12,0	10	13,6	17,8
		1-25	19,8	18,3	19,0		19,0
Коэффициент Шези для воды, $м^{0,5}$/сек.	Г	1-6	72	59	45	39	45
		1-25	66	72	45		43
	К	1-6	63	56	54	52	46
		1-25	75	58	40		52
	А	1-6	76	58	48	42	58
		1-25	76	48	38		49
Дополнительный уклон, град.	Г	1-6	0,3	2,0	4,0	4,3	6,0
		1-25	0,26	2,0	3,6		8,0
	К	1-6	0,3	2,0	3,5	5,2	5,3
		1-25	0,26	2,0	4,0		7,5
	А	1-6	0,2	0,6	2,6	5,3	5,0
		1-25	0,2	2,3	3,8		8,0

Ш. КОНСТРУКЦИИ ДЕТАЛЕЙ ОБОРУДОВАНИЯ ИЗ ШЛАКОСИТАЛЛОВ

Разработанные конструкции гидроциклонов диаметрами 1200, 900, 630, 500 и 350 мм с шлакоситалловыми поверхностями имеют свои отличительные особенности.

Рабочие поверхности гидроциклонов выполнены из литых шлакоситалловых деталей, а также образованы футеровкой шлакоситалловой плиткой.

Литые шлакоситалловые детали следует устанавливать в металлические конструкции с целью предохранения их от ударов и разрушений. Зазоры между поверхностями шлакоситалловых деталей и металлических конструкций необходимо заполнять цементным или другим твердеющим раствором.

Шлакоситалловые плитки специального профиля для образования рабочей поверхности должны крепиться к металлической поверхности замазкой на основе эпоксидной смолы.

В конструкции гидроциклонов необходимо предусматривать возможность замены изнашивающихся деталей из шлакоситалла непосредственно в условиях обогатительных фабрик.

На рис. 2 представлена конструкция гидроциклона диаметром 500 мм со шлакоситалловыми поверхностями.

Значительное применение шлакоситалл в виде плит различной формы может получить для футеровки поверхностей оборудования. При этом разработка специальных конструкций оборудования зачастую не требуется.

1У. ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ОСНАСТКА ДЛЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ДЕТАЛЕЙ ИЗ ШЛАКОСИТАЛЛА

Изделия из шлакоситалла изготовляются из расплава шихты (шлак, песок и добавки) при температуре 1200 – 1460°С центробежным литьем, прессованием, отливкой, вытягиванием, прокатом и другими методами, после чего

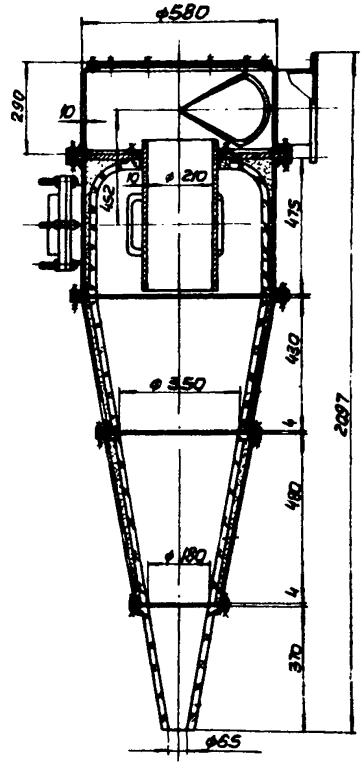


Рис. 2. Гидроциклон Ø 500 мм с шлакоситалловыми поверхностями

подвергаются специальной термической обработке, позволяющей осуществить кристаллизацию массы шлакоситалла во всем объеме изделия.

Изготовление фасонных деталей центробежным литьем или прессованием производится в специальных формах. Детали прессформ должны изготовляться из жаропрочного чугуна, чистота их рабочих поверхностей должна быть не ниже 7 класса по ГОСТ'у 2789-59.

Геометрические размеры поверхностей формы, образующих отливаемую деталь, должны определяться с учетом усадки шлакоситалла (1,0-1,5%). Толщина стенки формы принимается равной 1,5-2,0 толщины стенки формуемой детали. В формах для изготовления деталей методом центробежного литья биение наружных поверхностей относительно внутренних не должно превышать 0,1 мм.

На рис. 3 представлена форма для изготовления конусов гидроциклонов методом центробежного литья.

Для получения сложных деталей с внутренними полостями можно применять песчано-смоляные стержни на термореактивной неорганической связке. Изготовление стержней производится в специальных формах из смеси мелкого кварцевого песка (94-96 вес. частей), пульвербакелита (5-6 вес. частей), борной кислоты (1-2 вес. части), керосина (0,3-0,4 вес. части).

Стержень покрывается смесью (вязкость 160-180 сек. из гидролизованного этилсиликата с маршалитом, а также покровным слоем вязкостью 50-60 сек. из смеси гидролизованного этилсиликата с маршалитом и алюминиевой пудрой. Механическая прочность стержней на сжатие 400-500 кг/см^2. Стержень должен сохранять первоначальную форму как при заливке расплава, так и при кристаллизации.

У. ОСОБЕННОСТИ МЕХАНИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ ИЗДЕЛИЙ ИЗ ШЛАКОСИТАЛЛА

Некоторые детали обогатительного оборудования, и, в частности, конусы гидроциклонов, цилиндрические корпусные детали, насадки, колосники грохотов плиты из листо-

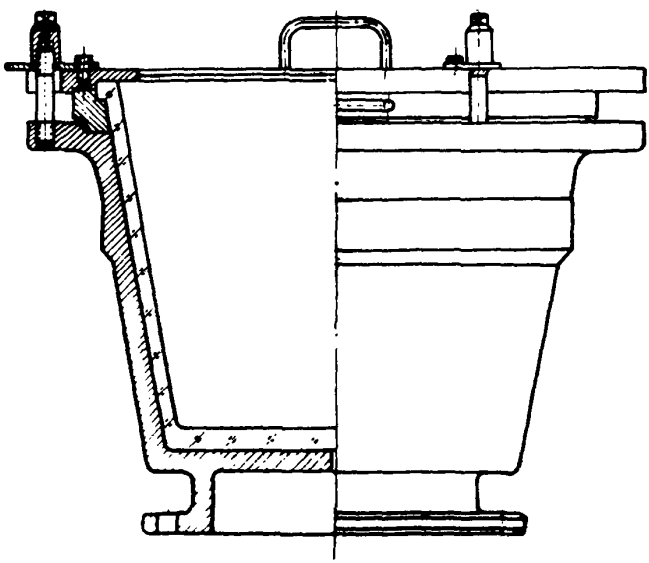


Рис. 3. Форма для центробежного литья конуса гидроциклона

вого проката, изготовленные из шлакоситалла, не требуют дополнительной механической обработки. Однако детали, которые по условиям эксплуатации имеют сопрягаемые поверхности, а также изготовляемые на упрощенной технологической оснастке, могут подвергаться механической обработке.

Обработка поверхностей шлакоситалловых деталей производится на токарных, плоско- и круглошлифовальных станках. Наиболее эффективна обработка шлакоситалла алмазным инструментом на металлической связке с применением обильного охлаждения при режимах, приведенных в табл. 6. Инструмент может быть как из природных, так и из синтетических алмазов.

Вырезка отверстий в шлакоситалле может производиться с помощью ультразвука, алмазным инструментом и металлическими коронками. Коронки изготавляются из низкоуглеродистой конструкционной стали с толщиной стенки 1-1,5 мм и в процессе резания выполняют роль шаржирующего инструмента. В качестве абразивного материала применяются шлифпорошки карбида кремния или карбида бора зернистостью 8; 10; 12 по ГОСТ'у 3647-59, которые в смеси с водой при соотношении твердого к жидкому Т:Ж = 1:2 подаются в зону резания. Резка шлакоситалловой плитки может производиться алмазными кругами по ГОСТ'у 10110-62 с толщиной диска 1,2-2,0 мм, а также стеклорезом из твердого сплава, если толщина плитки не превышает 12 мм.

У1. МЕТОДЫ КРЕПЛЕНИЯ ШЛАКОСИТАЛЛОВЫХ ПЛИТ К ПОВЕРХНОСТЯМ ОБОРУДОВАНИЯ

Для крепления шлакоситалловых плиток к металлическим поверхностям оборудования могут быть использованы известные замазки на основе эпоксидных смол, жидкого стекла, портланд-цемента и мономера ФА.

Таблица 6

Рекомендуемые режимы алмазного шлифования и резки

Параметры	Вид шлифования			Резка отрезным кругом
	внутреннее	круглое	плоское	
Скорость вращения алмазного круга, м/сек.	10–25	25–32	25–32	35–50
Продольная подача, м/мин.	0,5–2,0	0,5–2,5	3,0–9,0	–
Поперечная подача, мм/дв.ход.	–	–	0,5–1,0	0,005–0,01
Скорость вращения детали, м/мин.	20/25	15–30	–	20–25
Глубина резания, мм	0,005–0,015	0,005–0,020	0,01–0,03	–

Составы замазок (в весовых частях)

Замазка № 1

Эпоксидная смола ЭД-5	- 10
Дибутилфталат (пластификатор)	- 1
Полиэтиленполиамин (отвердитель)	- 1
Двуокись титана (наполнитель)	- 15-20

Замазка № 2

Эпоксидная смола ЭД-5	- 10
Дибутилфталат	- 1
Полиэтиленполиамин	- 1
Каменный порошок (диабазовый)	- 36

Замазка № 3

Каменный порошок (диабазовый)	- 50
Кремнефтористый натрий	- 3
Жидкое стекло	- 17

Замазка (раствор) № 4

Портланд-цемент марки 600	- 1
Песок	- 3

На 100 кг раствора добавляется 8 кг хлористого кальция.

Замазка (раствор) № 5

Портланд-цемент марки 600	- 25
Песок	- 50
Жидкое стекло	- 3

Замазка № 6

Мономер ФА	- 4
Каменный порошок (диабазовый)	- 25
Бензолсульфокислота	- 1

Наиболее высокую прочность соединения обеспечивают замазки № 1 и 2.

При выдержке в оборотной воде углеобогатительных фабрик прочность соединения на замазках № 1, 2, 3 и 6 снижается, а на замазках № 4 и 5 повышается (табл.7).

Таблица 7

Прочность приклеивания шлакоситалловых плиток к стальным поверхностям

№ замазки	Выдержка в рабочей среде, сутки		Предел прочности, кг/см^2	
	на воздухе	в оборотной воде pH = 6+8	на отрыв	на сдвиг
1	3	-	113	68,1
	2	60	79	58,2
2	3	-	110	54,2
	2	60	64	59,2
3	4	-	38	29,3
	4	60	6	8,6
4	7	-	2,3	4,4
	3	60	11,3	17,4
5	7	-	3,3	4,6
	3	60	14,0	12,9
6	3	-	21,1	25,4
	3	60	-	2,8

Замазки на основе эпоксидных смол, имеющие высокий предел прочности, рекомендуется применять при футеровании поверхностей желобов с углом наклона свыше 35°, транспортирующих породу класса 100–300 мм, магнетитовые суспензии и хвосты продуктов обогащения, а также в условиях механических цехов при изготовлении оборудования (например, футеровка гидроциклонов, обеспыливающих циклонов, камер флотомашин и др.).

Замазки на основе цемента применяются при футеровании шлакоситалловыми плитами желобов с углом наклона до 35°, ванн грохотов, корпусов отсадочных машин, сгустительных воронок, днищ коробов скребковых конвейеров и другого оборудования.

Замазки (цементные растворы), применяемые для футеровочных работ, должны содержать цемент глиноземистый марок 400, 500, 600 по ГОСТ'у 969–41. Футеровка на таких замазках в течение 24 час. набирает 75% возможной прочности на сжатие, в то время как растворы на портланд-цементах требуют значительно большей выдержки.

Замазки на основе жидкого стекла и с содержанием кремнефтористого натрия целесообразно применять при футеровании шлакоситалловой плиткой желобов для сбрасывания кислых вод из-под скрубберов, а также другого оборудования сушильных отделений фабрик, подвергаемого воздействию кислой среды.

Замазки на основе фурфурол-ацетонового мономера ФА в поляризованном состоянии имеют низкий предел прочности при выдержке образцов в оборотных водах. Продолжительный период полимеризации этих замазок при нормальной температуре (в течение 30 суток) не приемлем для применения при футеровании шлакоситаллом поверхностей оборудования, установленного в технологической линии. Однако применение их может быть целесообразным для футерования рабочих поверхностей оборудования в условиях завода-изготовителя или в ремонтных мастерских с соблюдением технологического режима и правил техники безопасности, а также при строительстве новых объектов.

Адгезионные свойства замазок в значительной степени зависят от продолжительности выдержки в нормальных условиях оборудования, футерованного шлакоситалловой плиткой.

Выдержка футеровки, произведенной на эпоксидных замазках, должна быть не менее 24 час.

Футеровка на цементных растворах должна выдерживаться в течение 12 час., а на замазках с содержанием кремнефтористого натрия и жидкого стекла - 25-40 час.

Футеровка на замазках с содержанием мономера ФА должна выдерживаться при нормальных условиях 30 суток, а при температуре 100+110°С - в течение 6-8 час. (при применении в качестве отвердителя бензолсульфокислоты).

Особенности футерования оборудования шлакоситалловой плиткой

Подготовка поверхности оборудования к защите шлакоситалловой плиткой на замазках является неотъемлемой частью комплекса футеровочных работ.

Металлические поверхности оборудования должны быть очищены от загрязнения и коррозии, а при применении замазок на основе эпоксидных смол они должны быть еще и обезжирены с помощью органических растворителей: уайт-спирита, бензина "галоша" и др.

Шлакоситалловая плитка также должна быть очищена от загрязнений и при необходимости обезжирена.

При применении в качестве связующего цементных растворов для крепления плиток к вертикальным поверхностям оборудования, работающего в условиях нагрузок, создающих вибрации, а также на поверхностях недостаточно жестких конструкций, приваривается металлическая сетка толщиной 2-3 мм. Футеровку вертикальных поверхностей оборудования, где имеются вибрации и нагрузки, способствующие отрыву плиток от поверхности, можно производить шлакоситалловыми плитками с отверстием диаметром до 20 мм.

Крепление плиток с отверстием к футеруемым поверхностям производится с помощью металлических трубок, которые устанавливаются в отверстия и закрепляются электросваркой. Промежуток между плиткой и футеруемой поверхностью заполняется цементным раствором.

Боковые стенки желобов могут быть футерованы плиткой толщиной 10 мм в один ряд по высоте с применением металлической планки и стяжных болтов по боковой кромке желоба. При футеровке скрубберов металлические поверхности предварительно должны покрываться в 2-3 слоя органосиликатным материалом по ТУ 84-20-68.

Укладку полов и покрытие поверхностей железобетонных конструкций шлакоситалловыми плитами следует производить согласно "Руководству по проектированию и устройству покрытий полов из шлакоситалловых плит", разработанному Центральным научно-исследовательским и проектно-экспериментальным институтом промышленных зданий и сооружений и Научно-исследовательским институтом "Автостекло" (г. Донецк, 1968 г.).

Поверхности оборудования, футерованные шлакоситалловой плиткой, не должны подвергаться нагреву при сварочных работах, а также ударам при монтаже, демонтаже и расшламовке.

УП. ИСПЫТАНИЕ И ПРИМЕНЕНИЕ ШЛАКОСИТАЛЛОВ НА УГЛЕОБОГАТИТЕЛЬНЫХ ФАБРИКАХ

Шлакоситаллы в виде фасонных деталей и футеровочных материалов оборудования испытаны в промышленных условиях углеобогатительных фабрик Донецкого бассейна и на Северном горнообогатительном комбинате, обогащающем железистые кварциты.

Относительная износостойкость шлакоситалловых и металлических поверхностей гидроциклонов диаметрами 350, 630 и 900 мм в условиях углеобогатительных фабрик приведена в табл. 8, а техническая характеристика гидроциклонов - в табл. 9.

В гидроциклонах диаметром 900 и 630 мм на сгущении первичных шламов наибольшему износу подвергается нижняя часть конуса и разгрузочная насадка. На обогатительных фабриках, перерабатывающих антрациты и коксующиеся угли, в среднем срок службы конусов гидроциклонов из листовой конструкционной стали толщиной 8 мм составляет 400–500 час. В таких же условиях срок службы конусов из шлакоситалла составляет 5500–6000 час.

В гидроциклонах диаметром 350 мм с углом конусности 75°, обогащающих энергетические угли и переобогащающих породы в пирито-глинистой суспензии, длительность изнашивания стенки конуса из шлакоситалла на 1 мм составляет: при обогащении угля – 250 час., при переобогащении породы – 150 час., при сгущении шламов – 400–500 час., что в 7,5–10 раз больше, чем длительность изнашивания такой же толщины металла конусов серийного изготовления из серого чугуна СЧ 18-36.

Шероховатость поверхностей шлакоситалловых деталей в процессе эксплуатации соответствовала 10 классу (R_z = = 0,8 мк) по ГОСТ'у 2789-59.

Сравнение результатов обогащения в гидроциклонах из стали и со шлакоситалловыми поверхностями показывает, что практические результаты работы последних равнозначны или несколько лучше.

Промышленные испытания оборудования, футерованного шлакоситалловой плиткой, проведенные на углеобогатительных фабриках "Суходольской", "Черкасской-Северной" № 1, "Ново-Ирминской", № 17-17-бис, показали высокую износостойкость шлакоситалловых поверхностей в условиях гидроабразивного износа и надежность такой защиты оборудования от воздействия агрессивных сред.

Например, на Суходольской ЦОФ шлакоситалловые поверхности оборудования (желобов, течек) после эксплуатации в течение 9 месяцев имели износ 0,5–1 мм. На ОФ "Черкасская-Северная" № 1 шлакоситалловые поверхности желоба подрешетных вод обезвоживающих грохотов, желоба сгущенного продукта пирамидального отстойника и другого оборудования после эксплуатации в течение 15 месяцев имели износ 0,8–1,8 мм.

Таблица 8

Интенсивность изнашивания и сравнительная износостойкость шлакоситалловых и металлических поверхностей гидроциклонов

Наименование ОФ	Диаметр гидроциклона, мм	Количество, шт.	Назначение	Крупность твердого, мм	Содержание твердого, г/л		Продолжительность испытаний, час.	Время изнашивания 1 мм толщины стенки конуса, час.			Относит. износост. шлакоситалла по сравнен.	
					в исходном	в сгущенном		стального	чугунного	ситалового	со сталью	с чугуном
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
"Углегорская"	900	2	Сгущение первичных шламов	0-1	250	600	7240	65	-	850	13	-
"Ново-Кондратьевская"	-"-	4	-"-	0-1	110	600	6450	60	45	460	8	10
"Советская"	-"-	1	-"-	0-1	180	700	3720	65	-	720	11	-
"Селидовская"	-"-	1	-"-	0-5	370	750	980	-	9	70	-	8
№ 17-17-бис	-"-	2	-"-	0-3	250	750	6100	50	-	750	15	-
№ 1-2 "Лобовская"	-"-	1	-"-	0-1	315	650	3960	50	-	1000	20	-

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
"Красный Партизан"	630	1	Сгущение первичных шламов	0-6	450	650	3556	50	-	500	10	-
"Черкасская-Северная" № 1	350	14	-"-	0-3	480	700	4250	-	65	530	-	8
	-"-	5	Обогащение угля	0-13	1180	1420	2000	-	25	250	-	10
	-"-	4	Переобогащение породы	0-13	1250	1900	1200	-	20	150	-	7,5
	-"-	1	-"-	0-13	850	800	1300	-	12	105	-	9
"Черкасская-Северная" № 2	-"-	6	Обогащение угля	0-13	1050	750	1100	-	17	130	-	7,6

Таблица 9

Техническая характеристика гидроциклонов со шлакоситалловыми поверхностями

Диаметр гидроциклона, мм	Назначение	Крупность материала, мм	Производительность максимальная по пульпе, $м^3$/час	Производительность максимальная по углю, т/час	Габариты, мм: длина	Габариты, мм: ширина по патрубкам	Вес, кг
350	Обогащение мелкого угля, переобогащение промпродукта	1-13	50	12	745	610	75
500	Обогащение мелкого угля, переобогащение промпродукта отсадочных машин в тяжелой (магнетитовой) суспензии и классификация утяжелителя по крупности в системе регенерации	0,3-25	140	50	2097	910	605
630	Обогащение мелкого угля, переобогащение промпродукта отсадочных машин в тяжелой (магнетитовой) суспензии и классификация утяжелителя по крупности в системе регенерации	0,3-25	240	65	2243	950	657
900	Сгущение и классификация первичных и вторичных шламов	0-3 0-1	450 650	- -	3123	1400	1018

На ОФ № 17-17-бис шлакоситалловые поверхности разгрузочных течек и желобов с грохотов и пирамидальных отстойников после эксплуатации в течение 18 месяцев имели износ от 2 до 4 мм. На Куйбышевской ЦОФ футеровка поверхности желоба пирамидального отстойника после 4300 часов работы не имеет заметных следов износа. В результате применения на многих углеобогатительных фабриках футеровки днищ желобов скребковых конвейеров, кроме увеличения долговечности, снижаются нагрузки на привод, т.к. коэффициент трения угля по шлакоситаллу меньше, чем по металлу.

В процессе эксплуатации шлакоситалловой футеровки шероховатость поверхности плит уменьшается, и они приобретают вид полированных. Срок службы рабочих поверхностей оборудования увеличивается в 6-8 раз.

Однако при производстве футеровочных работ необходимо учитывать хрупкость шлакоситалла, и в местах падения крупного продукта обогащения устанавливать металлические листы.

В 1967-68 г.г. углеобогатительные фабрики Донбасса произвели футеровку более 15 тыс. $м^2$ поверхностей оборудования, в том числе желобов, течек, днищ желобов скребковых конвейеров, ванн грохотов, корпусов отсадочных машин, камер флотомашин, элеваторов, бункеров и другого оборудования, а также изготовлено 160 гидроциклонов различных типов с шлакоситалловыми поверхностями.

Экономическая эффективность применения шлакоситалла

При освоении опытно-промышленного производства шлакоситалла стоимость его составляет:

листового, толщиной 10 мм за 1 $м^2$	- 3 руб.20коп
прессованных плиток толщиной 18-20 мм за 1 $м^2$	- 7 руб.
фасонных деталей гидроциклонов за 1 т	- 132 руб.

При внедрении шлакоситалла на углеобогатительных фабриках годовая экономическая эффективность составляет:

по футеровке 1 $м^2$ оборудования – 32 руб.
по гидроциклону диаметром 900 мм – 2,23 тыс.руб.

Применение на углеобогатительных фабриках одной тонны шлакоситалла позволит сэкономить до 10 т металла.

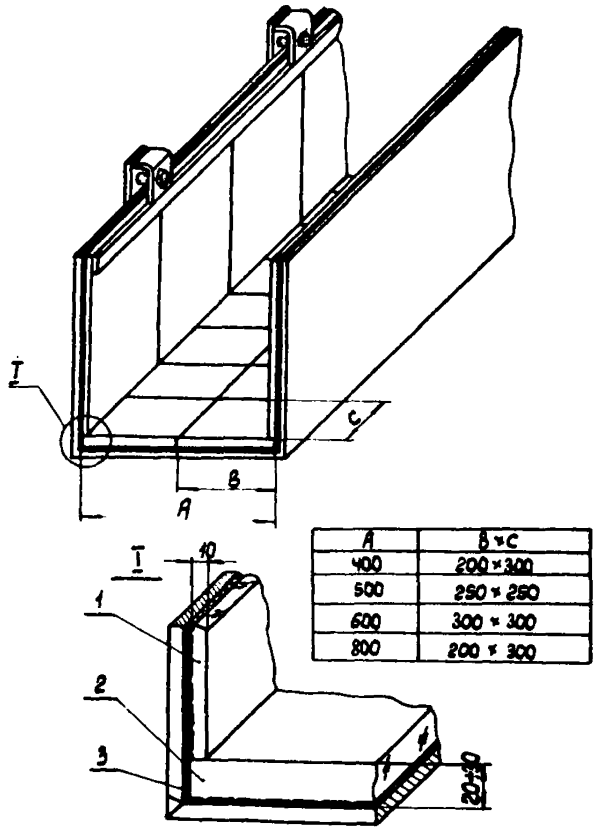
УШ. ПРЕДЛОЖЕНИЯ ПО ПРИМЕНЕНИЮ И ИСПОЛЬЗОВАНИЮ ШЛАКОСИТАЛЛОВ

Поверхности металлических желобов, течек, бункеров, ванн грохотов, отсадочных и флотационных машин, скребковых конвейеров и другого оборудования, соприкасающиеся в процессе эксплуатации с перерабатываемой горной массой, необходимо футеровать шлакоситалловой плиткой. В местах интенсивного износа следует устанавливать прессованные плитки толщиной 18–20 мм. В желобах и течках для транспортирования концентрата, промпродукта, породы крупностью 50 мм и выше целесообразно устанавливать на днище плитки толщиной 20–30 мм, а вертикальные поверхности футеровать плитами из листового шлакоситалла толщиной 10 мм (рис. 4).

В условиях потребителя шлакоситалловый лист можно резать стеклорезом из твердосплавных заменителей алмаза.

Днища желобов скребковых конвейеров рекомендуется футеровать листовым шлакоситаллом или прессованными плитками (рис. 5). В ваннах грохотов футеровку вертикальных и наклонных поверхностей производить плитками из листового шлакоситалла толщиной 10 мм, а днищ плитками толщиной 20 или 10 мм (рис. 6).

На рис. 7, 8 представлены схемы футеровки поверхностей корпуса отсадочной машины и камеры флотационной машины.



A	B×C
400	200×300
500	250×250
600	300×300
800	200×300

Рис.4. Схема футеровки желоба:

1 – листовой шлакоситалл;
2 – прессованные шлакоситалловые плитки;
3 – связующие раствор или замазка

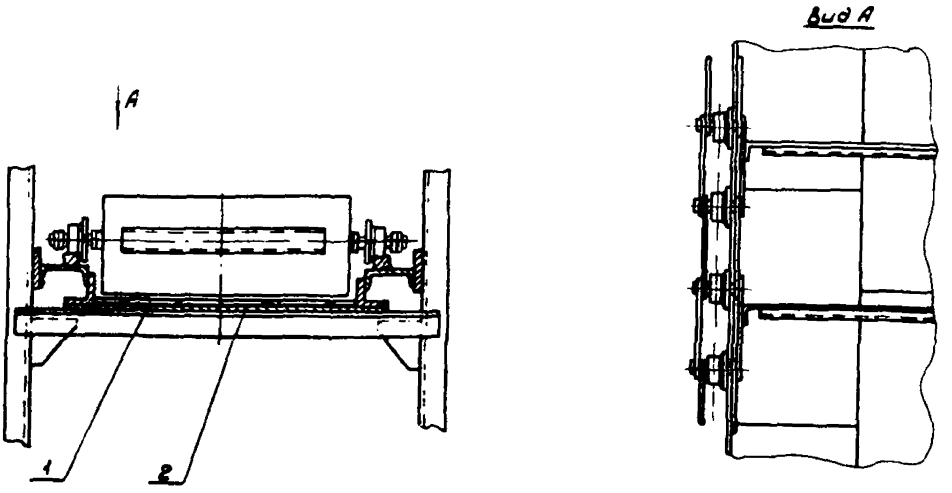


Рис. 5. Схема футеровки днища желоба скребкового конвейера

1 – листовой шлакоситалл;
2 – связующие раствор или замазка

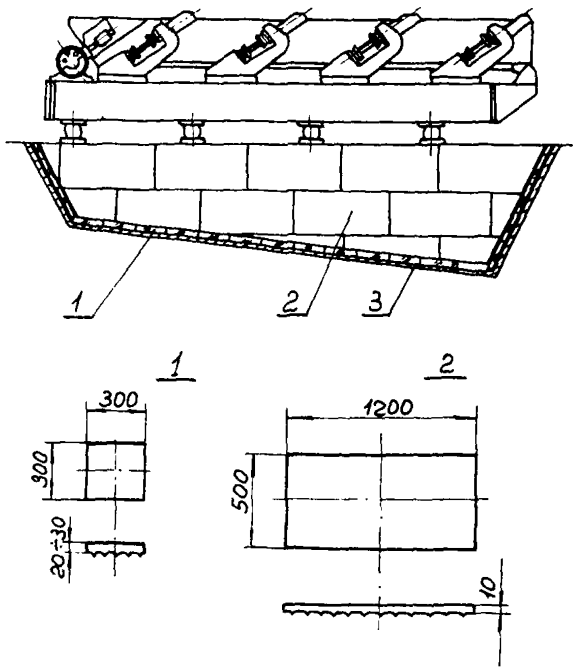


Рис. 6. Схема футеровки ванны грохота:

1 - прессованные шлакоситалловые плитки;
2 - листовой шлакоситалл;
3 - связующие раствор или замазка

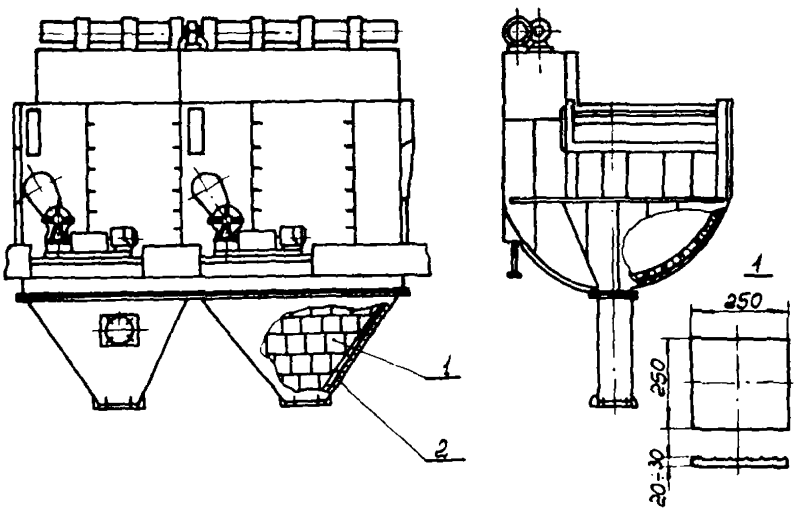


Рис.7 Схема футеровки корпуса отсадочной машины

1 - шлакоситалловые плитки;
2 - связующие раствор или замазка

В сушильных отделениях рабочие поверхности скрубберов следует футеровать плиткой из листового шлакоситалла на кислотостойкой замазке с двухразовым покрытием металлической поверхности органосиликатным материалом ВН-30 и третьим слоем ВН-30ДТС/8 (рис. 9).

Серийное изготовление из шлакоситалла фасонных деталей машин и оборудования (гидроциклонов, шламовых насосов, грохотов и других) будет возможно при организации их производства на одном из стекольных заводов.

По опыту строительных организаций и углеобогатительных предприятий листовой шлакоситалл рекомендуется применять для облицовки цоколей и стен промышленных зданий и сооружений углеобогатительных фабрик. Облицовка придает зданию хороший внешний вид, а также предохраняет от воздействия внешней среды.

Установка шлакоситалловых листов на подоконники предохраняет разрушение стен и создает хороший эстетический вид. Стены промышленных помещений могут быть облицованы листовым шлакоситаллом, а полы – прессованной плиткой размером 300х300х20 мм и 250х250х20 мм. Стены и полы с покрытием из шлакоситалла диэлектричны, гладки, легко очищаются от пыли и грязи, обладают высокой износостойкостью.

Проектным организациям, разрабатывающим обогатительные машины и оборудование, а также рабочие проекты вновь строящихся обогатительных фабрик, рекомендуется применять шлакоситалл для защиты от износа рабочих поверхностей корпусов отсадочных, флотационных машин, центрифуг, тяжелосредных установок и пылеулавливающих устройств, ванн грохотов, аппаратов для подготовки пульпы перед флотацией, желобов и течек всех типоразмеров и назначений, днища желобов скребковых конвейеров, воронок, бункеров, дозаторов и другого оборудования.

В проектах промышленных зданий и сооружений углеобогатительных фабрик рекомендуется предусматривать применение листового шлакоситалла в качестве облицовочного материала, для внутренних и внешних поверхностей стен, а прессованных шлакоситалловых плит толщиной 20 мм для полов.

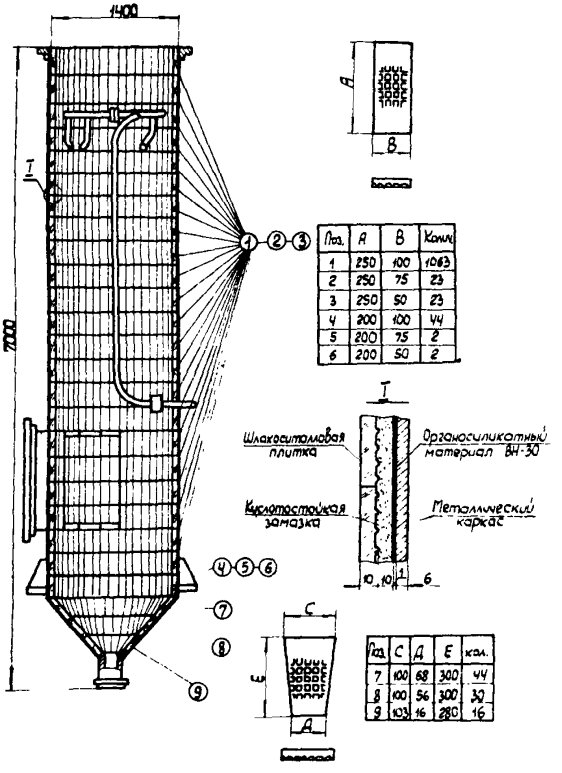


Рис. 9. Схема футеровки скруббера

Шлакоситалл, изготовляемый стекольными заводами им. Октябрьской революции и "Автостекло", отпускается и поставляется потребителям по нарядам в установленном порядке. Наряды по фондам выдает контора "Донецкснабсбытстройматериалы" Донецкого территориального управления материально-технического снабжения (г.Донецк, 66, Комсомольский проспект, 15).

Перечень основных материалов, которые необходимы при производстве работ по защитной футеровке оборудования шлакоситалловыми плитами, дан в табл. 10.

Таблица 10.

Перечень материалов, применяемых для футеровки оборудования и приготовления замазок

№ п/п	Наименование материала	Завод-изготовитель	Ориентировочная стоимость 1 т. руб.
1	2	3	4
1	Плиты из листового шлакоситалла ТУ-УССР-21-138-66	З-д "Автостекло" г.Константиновка Донецкой обл.	123 (3р.20к. за 1м^2, толщина 10 мм)
2	Прессованные плиты из шлакоситалла ТУ-УССР-21-124-66	Стекольный з-д им.Октябрьской революции, г.Константиновка	134 (7р. за 1м^2, толщина 20мм)
3	Эпоксидная смола ЭД-6 ГОСТ 10587-63	з-д п/я 5, г.Дзержинск, Горьковской обл., и др. заводы	3700

1	2	3	4
4	Эпоксидная смола ЭД-5, ГОСТ 10587-63	з-д п/я 5, г.Дзержинск, Горьковской обл., и др. заводы	5100
5.	Дибутилфталат техн. ГОСТ 8728-66	Химзавод, г.Донецк (обл.)	800
6	Полиэтиленполиамин технический СТУ 49-2529-62	г.Нижний Тагил, з-д Пластмасс	1400
7	Двуокись титана ГОСТ 9808-65	г.Челябинск, Лакокрасочный завод	324
8	Кислотоупорный порошок (диабазовый)	Донецкий камнелитейный з-д, г.Донецк	31,5
9	Натрий кремнефтористый ГОСТ 87-66	Химзавод, г.Константиновка	95
10	Стекло жидкое ГОСТ 13078-67	г.Одесса, Лакокрасочный завод	22
11	Портланд-цемент марки 600 ГОСТ 10178-62	Цементные заводы	13,85
12	Фурфурол - ацетоновый мономер марки ФА СТУ № 89-344-62	З-д фурановых соединений, г.Фергана	550
13	Бензолсульфокислота ТУ МХН 307-54	Анилиновый з-д, г.Новомосковск, Тульской обл.	110
14	Песок	Песчаные карьеры	0,5
15	Кальций хлористый ГОСТ 450-58	Химзавод, г.Бондюга, Татарская АССР	9
16	Органосиликатный материал ВН-30 ТУ 84-20-68	Предприятие Г-4093, п/о Морозово, Всеволожский район, Ленинградской обл.	4000

О Г Л А В Л Е Н И Е

		стр.
	В В Е Д Е Н И Е	4
1.	ШЛАКОСИТАЛЛ - НОВЫЙ ИЗНОСОСТОЙКИЙ МАТЕРИАЛ	5
П.	ОСОБЕННОСТИ КОНТАКТА УГЛЕЙ СО ШЛАКОСИТАЛЛОВЫМИ ПОВЕРХНОСТЯМИ	14
Ш.	КОНСТРУКЦИИ ДЕТАЛЕЙ ОБОРУДОВАНИЯ ИЗ ШЛАКОСИТАЛЛОВ	17
1У.	ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ОСНАСТКА ДЛЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ДЕТАЛЕЙ ИЗ ШЛАКОСИТАЛЛА	17
У.	ОСОБЕННОСТИ МЕХАНИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ ИЗДЕЛИЙ ИЗ ШЛАКОСИТАЛЛА	19
У1.	МЕТОДЫ КРЕПЛЕНИЯ ШЛАКОСИТАЛЛОВЫХ ПЛИТ К ПОВЕРХНОСТЯМ ОБОРУДОВАНИЯ	21
УП.	ИСПЫТАНИЕ И ПРИМЕНЕНИЕ ШЛАКОСИТАЛЛОВ НА УГЛЕОБОГАТИТЕЛЬНЫХ ФАБРИКАХ	27
УШ.	ПРЕДЛОЖЕНИЯ ПО ПРИМЕНЕНИЮ И ИСПОЛЬЗОВАНИЮ ШЛАКОСИТАЛЛОВ	33

R - 3 № 603840. Заказ 220/100 2,6 п.л. тираж 500 экз.
Отпечатано на ротапринте "УкрНИИуглеобогащении". 30.XII-1969 г.
gost.e-ecolog.ru