МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ДОНСКОЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСТИТЕТ»

Кафедра «Технологический инжиниринг и экспертиза в стройиндустрии»

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

к выполнению курсового проекта по дисциплине

«Технология изоляционных материалов и систем»

Ростов-на-Дону
ДГТУ

2022

УДК 666.973.6(07)

Составитель: к.т.н., доцент, декан факультета «Инженерно-строительный» Х.С. Явруян

Методические указания к выполнению курсового проекта по дисциплине «Технология изоляционных материалов и систем» для обучающихся по направлению подготовки 08.03.01 «Строительство».

Приведены методика расчета состава сырьевой шихты для производства минеральной ваты, содержание курсового проекта и требования к его оформлению, а также примеры расчётов. – Ростов н/Д: Донс. гос. техн. ун-т, 2022. – 17.

УДК 666.973.6(07)

Печатается по решению редакционно-издательского совета
Донского государственного технического университета

Научный редактор канд. техн. наук, доцент А.В. Налимова

Ответственный за выпуск зав. кафедрой «Технологический инжиниринг и экспертиза в стройиндустрии» канд. техн. наук, доцент А.В. Налимова

В печать __.__.2022г.
Формат 60×84/16. Объем ___усл.п.л.
Тираж 50 экз. Заказ № ___.
Издательский центр ДГТУ
Адрес университета и полиграфического предприятия:
344000, г. Ростов-на-Дону, пл. Гагарина, 1

© Доской государственный
технический университет, 2022

Курсовой проект выполняется параллельно с изучением теоретического курса.

Цель проекта – расширение и закрепление студентом знаний, полученных при изучении теоретической части курса; углубленное изучение технологии производства одного из видов теплоизоляционных материалов; приобретение навыков к самостоятельной работе с разнообразной технической литературой, справочниками, пособиями, нормами технологического проектирования.

Курсовой проект выполняется в составе пояснительной записки на 25-30 страниц формата А4 (210х297мм) в соответствии с ГОСТ 2.301 и графической части на одном листе чертежной бумаги формата А1 (594х841 мм).

Пояснительная записка должна выполняться на компьютере.

Содержание пояснительной записки:

Введение

1. Общая часть.
2. Сырьевые материалы и требования к ним.
3. Технология производства.
4. Расчет состава сырьевой шихты.
5. Основное технологическое оборудование.
6. Организация контроля качества.
7. Техника безопасности.
8. Патентный поиск.

Список литературы

ВВЕДЕНИЕ

Этот раздел пояснительной записки содержит общие сведения о теплоизоляционных материалах и изделиях, области их использования и назначение.

1. ОБЩАЯ ЧАСТЬ

В этом разделе приводятся характеристики, свойства и применение минераловатных изделий. Далее необходимо остановиться на одном конкретном изделии (по заданию) и изложить его свойства, назначение и требования, предъявляемые к нему.

2. СЫРЬЕВЫЕ МАТЕРИАЛЫ И ТРЕБОВАНИЯ К НИМ

Представить сырьевые материалы, используемые для производства минераловатных изделий. Остановиться более подробно на сырьевых материалах для производства заданного изделия и изложить какие требования к ним предъявляются.

3. ТЕХНОЛОГИЯ ПРОИЗВОДСТВА

Раскрыть технологические особенности производства минераловатного изделия или материала (по заданию) в соответствии с видом изделия, способом волокнообразования и плавильным агрегатом. Представить технологическую схему производства и описание к ней. Подробно описать принцип волокнообразования (по своему варианту).

4. РАСЧЕТ СОСТАВА СЫРЬЕВОЙ ШИХТЫ

Минеральная вата представляет собой волокнистый материал, получаемый из силикатных расплавов. Сырьем для производства минеральной ваты служат многие горные породы, металлургические шлаки и отходы промышленности строительных материалов (бой глиняного и силикатного кирпича). При производстве ваты из того или иного сырья нередко возникает необхо-

димость введения в состав шихты добавки, имеющей другой химический состав, для получения более качественного волокна.

Для характеристики химического состава сырья и самой ваты пользуются величиной модуля кислотности, который представляет собой отношение суммы кислотных окислов (SiO_2 + $A1_2O_3$), содержащихся в сырье или вате, к сумме основных окислов.

В соответствии с ГОСТ 4640-76 модуль кислотности минеральной ваты должен быть не менее 1,2. Модуль кислотности определяется из соотношения:

$$M_к = \frac{\%SiO_2 + \%Al_2O_3}{\%CaO + \%MgO} \geq 1{,}2$$

4.1. Расчет состава сырьевой шихты по заданному $M_к$

Исходными данными для расчета шихты служат химический состав сырьевых материалов и заданный модуль кислотности минеральной ваты, который обусловливается назначением минеральной ваты, условиями ее службы в конструкции и способом переработки расплава в минеральное волокно. Состав шихты рассчитывают: 1) методом составления и решения системы алгебраических уравнений; 2) методом последовательного приближения.

4.1.1. Метод составления и решения алгебраических уравнений

Обычно шихта для производства минеральной ваты состоит из двух видов сырья, поэтому при расчете шихты составляют и решают систему двух уравнений с двумя неизвестными *x и y,* выражающими количество составных частей шихты.

Одно из уравнений имеет вид $x + y = 1$, а другое — представляет собой выражение модуля кислотности

$$\frac{(SiO_2' + A1_2O_3')\,x + (SiO_2'' + A1_2O_3'')\,y}{(CaO' + MgO')\,x + (CaO'' + MgO'')\,y} = M_к,$$

где SiO_2', $A1_2O_3'$, CaO' и MgO' — содержание соответствующих окислов в первом виде сырья, %; SiO_2'', $A1_2O_3''$, CaO'' и MgO'' – содержание тех же

окислов во втором виде сырья, %; $M_к$ – величина заданного модуля кислотности.

Решая уравнения относительно *x* или *y,* получают содержание сырьевых материалов в шихте в долях единицы, а затем выражают состав шихты в процентах по массе. Расхождение величины модуля кислотности заданного и полученного в результате расчета не должно превышать 5%.

4.1.2. Метод последовательного приближения.

Этот метод состоит в том, что, задаваясь содержанием какого-либо одного химического окисла в получаемой минеральной вате и зная содержание этого окисла в составе сырьевых материалов, в порядке определенной очередности находят количество отдельных частей шихты. Таким окислом обычно является один из окислов, определяющий величину модуля кислотности, чаще всего SiO_2.

Из двух видов сырьевых материалов, составляющих шихту, один считают основным, а другой — дополнительным, количество которого выражают через *x.* Далее задаются оптимальным содержанием SiO_2 в расплаве *(а).* Зная процентное содержание SiO_2 в основном и дополнительном сырье (*б* и *в*), составляют уравнение $a = б + x(в–б)$, откуда определяют $x=(а–б)/(в–б)$.

Вычислив количество дополнительного сырья (в долях единицы), находят путем вычитания его из единицы количества основного сырья $(1–x)$. Затем определяют процентное содержание отдельных химических окислов в составе шихты, как показано на следующем примере.

Пусть содержание SiO_2 в основном и дополнительном видах сырья будет *n и m,* %, тогда содержание SiO_2 в составе шихты можно выразить равенством

$$\%\ SiO_2 = n(1–x)+mx.$$

Так же находят содержание и других окислов, определяющих модуль кислотности, т. е. $A1_2O_3$, CaO и MgO.

Подставляя найденные значения этих четырех окислов в формулу для определения модуля кислотности, находят его величину. Если модуль кис-

лотности оказался в заданных пределах, то расчет состава шихты на этом заканчивают, пересчитывая только содержание обоих видов сырья с долей единицы в проценты по массе, и вносят поправку на влажность материалов.

Если же полученный модуль кислотности выходит за пределы заданных значений, то задаются другой величиной содержания SiO_2 в составе шихты и повторяют расчет. При излишне высоком значении $M_к$ для повторного расчета принимают меньшее содержание SiO_2, а при недостаточной величине $M_к$ берут меньшее содержание CaO в составе шихты.

4.2. Пример расчета шихты

Требуется определить расход сырьевых материалов для получения 1 т минеральной ваты.

Исходные данные для расчета: заданный модуль кислотности ваты $M_к$=1,5; основное сырье – доменный шлак; дополнительное сырье – бой глиняного кирпича (химический состав представлен в табл. 1); влажность доменного шлака – 8%, кирпичного боя – 2%; переработка расплава в волокно осуществляется на многовалковой центрифуге. Расчет произвести двумя способами.

Таблица 1

Химический состав сырья

Сырье	Содержание окислов, % по массе								
	SiO_2	$A1_2O_3$	CaO	MgO	Fe_2O_3	FeO	MnO	S	R_2O
Доменный шлак	41,2	3,79	48,14	2,62	–	0,64	3,12	1,35	–
Кирпичный бой	71,7	16,2	2,2	1,9	5,6	–	–	–	2,4

4.2.1. Метод составления и решения алгебраических уравнений.

Обозначая через *x* содержание в шихте доменного шлака, а через *y* – кирпичного боя, составляем два уравнения:

$$x + y = 1;$$

$$\frac{(41{,}2+3{,}79)\,x+(71{,}7+16{,}2)\,y}{(48{,}14+2{,}62)\,x+(2{,}2+1{,}9)\,y}=\frac{44{,}99x+87{,}9\,y}{50{,}76x+4{,}1y}=1{,}5.$$

Систему уравнений решаем методом исключения одного неизвестного

$$x = 1 - y.$$

Подставляя значение *x,* выраженное через *y,* во второе уравнение, имеем одно уравнение с одним неизвестным:

$$\frac{44{,}99(1-y)+87{,}9y}{50{,}76(1-y)+4{,}1y}=1{,}5.$$

Решая это уравнение относительно *y,* получаем его значение. В данном случае $y = 0{,}276$, тогда $x = 1 - 0{,}276 = 0{,}724$.

Округляя полученные величины до сотых долей, получаем, что $x = 0{,}72$, а $y = 0{,}28$, т. е. шихта состоит из 72% шлака и 28% боя глиняного кирпича (по массе).

После этого уточняем величину модуля кислотности, которым будет характеризоваться расплав, полученный из шихты рассчитанного состава. Для этого умножаем количество окислов исходных компонентов шихты на значения *x* и *y,* определяя таким образом количество соответствующих окислов, вносимых в расплав шлаком и кирпичным боем. По результатам расчета составляем таблицу содержания окислов в расплаве см. (табл. 2).

Таблица 2

Содержание окислов в расплаве

Составные части расплава	Содержание окислов, вносимых в расплав, %								
	SiO_2	$A1_2O_3$	CaO	MgO	Fe_2O_3	FeO	MnO	S	R_2O
Доменный шлак	29,7	2,73	34,6	1,89	–	0,46	2,25	0,97	–
Кирпичный бой	20,1	4,53	0,62	0,53	1,57	–	–	–	0,67

Подставляя значения SiO_2, $A1_2O_3$, CaO и MgO в формулу для определения модуля кислотности, уточняем значение его величины

$$M_к = \frac{49{,}8+7{,}26}{35{,}22+2{,}42}=1{,}51.$$

Расхождение величины модуля кислотности заданного и полученного

составляет менее 1%. Следовательно, рассчитанный состав шихты удовлетворяет условие получения расплава $М_к = 1,5$.

4.2.2. Метод последовательного приближения

Для определения количества дополнительного сырья, в данном случае кирпичного боя, принимаем количество основного сырья (шлака) за единицу и задаемся содержанием в шихте окисла SiO_2, равным 50%. Тогда

$x=(а—б)/(в—б) = (50 – 41,2)/(71,7 – 41,2) = 0,289$,

где x – количество кирпичного боя, добавляемого в шихту в долях единицы; *а* – заданное содержание принятого окисла (SiO_2) в составе шихты, %; *б* – содержание принятого окисла в шлаке, %; *в* – содержание принятого окисла в кирпичном бое, %.

Следовательно, 1 вес. ч. шихты будет состоять из 0,711 вес. ч. шлака и 0,289 вес. ч. кирпичного боя. В такой шихте будет содержаться, % по массе:

$SiO_2 = (0,711 \cdot 41,2 + 0,289 \cdot 71,7) = 50,01$;

$A1_2O_3 = (0,711 \cdot 3,79 + 0, 289 \cdot 16,2) = 7,38$;

$CaO = (0,711 \cdot 49,14 + 0,289 \cdot 2,2) = 33,86$;

$MgO = (0,711 \cdot 2,62 + 0,289 \cdot 1,9) = 2,41$.

При таком процентном соотношении окислов модуль кислотности шихты

$$М_к = \frac{50,01 + 7,38}{33,86 + 2,41} = 1,58.$$

Полученное значение модуля кислотности шихты несколько превышает заданное его значение. С целью некоторого уменьшения значения $М_к$ необходимо произвести дополнительный расчет. Уменьшим содержание в составе шихты SiO_2 на некоторую величину и примем его равным 49,8%.

Тогда

$$x = \frac{49,8 – 41,2}{71,7 – 41,2} = 0,2756 \quad \text{или} \quad 0,28,$$

т. е. шихта будет состоять из 72% шлака и 28% кирпичного боя. В такой шихте будет содержаться, % по массе:

$SiO_2 = 0,72 \cdot 41,2 + 0,28 \cdot 71,7 = 49,74$;

$A1_2O_3 = 0,72 \cdot 3,79 + 0,28 \cdot 16,2 = 7,26$;

$CaO = 0,72 \cdot 48,14 + 0,28 \cdot 2,2 = 35,28$;

$MgO = 0,72 \cdot 2,62 + 0,28 \cdot 1,9 = 2,42$.

Модуль кислотности такой шихты

$$M_к = \frac{49,74 + 7,26}{35,28 + 2,42} = 1,51,$$

т. е. в пределах заданного значения.

Таким образом, расчет шихты, произведенный обоими методами, позволил установить, что шихта должна состоять из 72% доменного шлака данного химического состава и 28% боя глиняного кирпича.

Следовательно, для получения 1 т минеральной ваты без учета влажности сырьевых материалов и производственных потерь расход компонентов шихты составит: доменного шлака – 720 кг; боя глиняного кирпича – 280 кг.

Введя поправку на влажность, получим: расход доменного шлака – 720 •1,08=777,6, или 778 кг; расход кирпичного боя –280•1,02 = 285,6, или 286 кг.

Предположим, что общие производственные потери (при транспортировании и складировании материалов, при их дроблении и отходы при переработке расплава в волокно) составляют для шлака 28%, а для кирпичного боя – 20%. Тогда практический расход материалов в естественном состоянии на 1 т минеральной ваты составит: доменного шлака – 778 • 1,28 = 995 кг; кирпичного боя – 286 • 1,20 = 343 кг.

Результаты проведенной работы рекомендуется записывать по форме табл. 3:

Таблица 3

Результаты расчета расхода сырьевых материалов

Наименование сырьевых материалов	Расход сырья на 1 т ваты без учета влажности и производственных потерь, кг	Влажность сырья, %	Производственные потери, %	Практический расход на 1 т ваты, кг

5. ОСНОВНОЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЕ ОБОРУДОВАНИЕ

В этом разделе курсового проекта необходимо представить перечень основного технологического оборудования, применяемого при производстве заданного минераловатного изделия (по варианту). Привести его технологические характеристики.

6. ОРГАНИЗАЦИЯ КОНТРОЛЯ КАЧЕСТВА

В курсовом проекте необходимо подробно остановиться на организации контроля качества производства минераловатного изделия (по варианту). Рассмотреть входной, операционный и приемочный контроль, руководствуясь нормативно-технической литературой:

1. ГОСТ 4640-93 «Вата минеральная»;
2. ГОСТ 9573-96 «Плиты из минеральной ваты на синтетическом связующем теплоизоляционные»;
3. ГОСТ 10140-2003 «Плиты теплоизоляционные из минеральной ваты на битумном связующем»;
4. ГОСТ 21880—94 «Маты прошивные из минеральной ваты теплоизоляционные»;
5. ГОСТ 22950-95 «Плиты минераловатные повышенной жесткости на синтетическом связующем»;
6. ГОСТ 23208-2003 «Цилиндры и полуцилиндры теплоизоляционные из минеральной ваты на синтетическом связующем»;
7. ГОСТ 23307-78 «Маты теплоизоляционные из минеральной ваты вертикально-слоистые.

Карты контроля приводятся в табличной форме с обязательным заполнением всех контролируемых параметров

7. ТЕХНИКА БЕЗОПАСНОСТИ

Рассмотреть необходимые мероприятия по технике безопасности на предприятиях по производству изделий из минеральной ваты.

8. ПАТЕНТНЫЙ ПОИСК

В этом разделе необходимо провести патентный поиск по индивидуальному заданию преподавателя.

СПИСКОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Китайцев В.А. Технология теплоизоляционных материалов. -М.: Издательство литературы по строительству, 1964. – 404с.
2. Справочник по производству теплозвукоизоляционных материалов. Под ред. канд. техн. наук Ю.Л. Спирина. – М.: Стройиздат, 1975. – 432с.
3. Строительные машины: Справочник. В двух томах./ Под ред. В.А. Баумана. – М.: Машиностроение, 1977. – 494 с.

Варианты заданий для выполнения курсового проекта

№ варианта	Наименование сырьевых материалов	Содержание окислов, % по массе											$M_к$	Влажность, %	Производственные потери, %	Способ переработки расплава в волокно	Вид изделия	Плавильный агрегат
		SiO_2	Al_2O_3	CaO	MgO	Fe_2O_3	FeO	MnO	S	SO_3	R_2O	п.п.п.						
1	Доменный шлак	41,2	3,79	48,14	2,62	-	0,64	3,12	1,35	-	-	-	1,5	6	26	Одноступенчатый пародутьевой	Плиты минераловатные на синт. связующем марки 75	Шлакоприемная печь
	Кирпичный бой	71,7	16,2	2,2	1,9	5,6	-	-	-	-	2,4	-		2	15			
2	Доменный шлак	33,46	7,33	26,3	8,4	17,77	-	5,25	0,39	-	-	1,51	1,7	7	27	Газоструйный	Маты минераловатные на синт. связующем марки 75	Шлакоприемная печь
	Кирпичный бой	65,6	14,62	6,22	2,25	7,46	-	-	-	0,1	3,71	-		3	16			
3	Мартеновский шлак	23,3	3,92	44,0	12,02	8,38	-	8,46	0,11	-	-	-	1,3	8	28	Двухступенчатый дутьевой	Мягкие м/в плиты на битумном связующем марки 100	Шлакоприемная печь
	Бой силикатного кирпича	84,92	1,35	5,5	0,54	1,15	-	-	-	0,34	1,89	4,5		4	17			
4	Доменный шлак	38,24	15,08	33,3	8,11	0,52	-	3,26	0,54	-	-	0,22	1,6	6	29	Центробежно-валковый	Полужесткие м/в плиты на битумном связующем марки 125	Шлакоприемная печь
	Кирпичный бой	61,82	16,75	7,77	2,64	6,89	-	-	-	0,4	3,89	-		2,5	18			
5	Мартеновский шлак	18,66	11,33	37,1	15,57	13,37	-	4,19	0,15	-	-	-	1,2	7	30	Многовалковый	Жесткие м/в плиты на битумном связующем марки 125	Шлакоприемная печь
	Бой силикатного кирпича	77,0	1,4	12,3	0,3	1,2	-	-	-	0,6	-	7,2		3,5	19			
6	Доломатизированный мергель	41,5	6,7	31,1	15,5	5,0	-	-	-	0,2	-	-	1,7	5	31	Центробежно-дутьевой	Минераловатные прошивные маты марки 100	Вагранка
	Глинистый сланец	53,82	18,82	2,32	4,8	11,02	-	-	-	0,81	-	7,41		7	20			
7	Гранит	70,29	13,04	2,19	0,98	5,54	-	-	-	0,11	7,58	0,27	1,3	2	32	Центробежно-	Минераловатные скорлупы на	Вагранка

	Известняк	1,92	0,11	54,1	0,39	0,49	-	-	-	0,2	-	42,79		4	21	фильерно-га-зоструйный	синт. связующем	
8	Базальт	51,15	13,7	9,14	6,06	6,26	9,22	-	-	-	2,11	1,74	1,5	2	26	Фильерный вертикально-дутьевой	Минераловатные цилиндры на синт. связующем марки 100	Ванная печь
	Доломит	0,44	0,2	31,84	20,72	0,34	-	-	-	-	-	46,94		3	22			
9	Диабаз	47,21	14,09	10,56	6,12	6,49	8,65	1,29	-	-	3,5	1,49	1,4	3	27	Одноступенчатый пародутьевой	Минераловатные плиты на крахмальном связующем	Ванная печь
	Известняк	0,7	0,19	54,29	0,71	0,31	-	-	-	-	-	42,79		5	23			
10	Сланец хлоритовый	50,08	14,77	9,2	6,41	14,23	-	0,36	-	-	3,62	1,33	1,6	6	28	Газоструйный	Минераловатный теплоизоляционный шнур	Вагранка
	Доломит	0,72	-	30,9	21,18	-	-	-	-	0,7	-	47,12		4	24			
11	Габбро	46,8	16,96	10,01	6,34	5,5	8,08	-	-	-	3,59	2,72	1,2	2	29	Двухступенчатый дутьевой	Акустические плиты на основе ковровых заготовок	Вагранка
	Известняк	1,37	0,65	44,18	8,68	1,12	-	-	-	0,05	-	43,95		5	25			
12	Мартеновский шлак	23,3	3,92	44,0	12,02	8,38	-	8,46	0,11	-	-	-	1,4	7	30	Центробежно-валковый	Акустические плиты типа «Акмигран»	Шлакоприемная печь
	Кирпичная глина	76,37	8,39	2,19	1,09	2,92	-	-	-	-	-	9,04		8	15			
13	Доменный шлак	41,2	3,79	48,14	2,62	-	0,64	3,12	1,35	-	-	-	1,5	6	31	Многовалковый	Акустические плиты типа «Акминит»	Шлакоприемная печь
	Кирпичный бой	71,7	16,2	2,2	1,9	5,6	-	-	-	-	2,4	-		2	16			
14	Доменный шлак	33,46	7,33	26,3	8,4	17,77	-	5,25	0,39	-	-	1,51	1,7	7	32	Центробежно-дутьевой	Твердые м/в плиты марки 250	Ванная печь
	Кирпичный бой	65,6	14,62	6,22	2,25	7,46	-	-	-	0,1	3,71	-		3	17			
15	Мартеновский шлак	23,3	3,92	44,0	12,02	8,38	-	8,46	0,11	-	-	-	1,3	8	26	Центробежно-фильерно-газоструйный	Маты м/в на синт. связующем марки 125	Ванная печь
	Бой силикатного кирпича	84,92	1,35	5,5	0,54	1,15	-	-	-	0,34	1,89	4,5		4	18			
16	Доменный шлак	38,24	15,08	33,3	8,11	0,52	-	3,26	0,54	-	-	0,22	1,6	6	27	Фильерный вер-	Плиты минераловатные на	Шлакоприемная печь

	Кирпичный бой	61,82	16,75	7,77	2,64	6,89	-	-	-	0,4	3,89	-		2,5	19	тикально-дутьевой	синт. связующем марки ППЖ-ГС 175 (мокрая технол)	
17	Мартеновский шлак	18,66	11,33	37,1	15,57	13,37	-	4,19	0,15	-	-	-	1,2	7	28	Одноступенчатый пародутьевой	Мягкие м/в плиты на битумном связующем марки 100	Вагранка
	Бой силикатного кирпича	77,0	1,4	12,3	0,3	1,2	-	-	-	0,6	-	7,2		3,5	20			
18	Доломатизированный мергель	41,5	6,7	31,1	15,5	5,0	-	-	-	0,2	-	-	1,7	5	29	Газоструйный	Полужесткие м/в плиты на битумном связующем марки 125	Вагранка
	Глинистый сланец	53,82	18,82	2,32	4,8	11,02	-	-	-	0,81	-	7,41		7	21			
19	Гранит	70,29	13,04	2,19	0,98	5,54	-	-	-	0,11	7,58	0,27	1,3	2	30	Двухступенчатый дутьевой	Жесткие м/в плиты на битумном связующем марки 250	Вагранка
	Известняк	1,92	0,11	54,1	0,39	0,49	-	-	-	0,2	-	42,79		4	22			
20	Базальт	51,15	13,7	9,14	6,06	6,26	9,22	-	-	-	2,11	1,74	1,5	2	31	Центробежно-валковый	Минераловатные прошивные маты марки 125	Ванная печь
	Доломит	0,44	0,2	31,84	20,72	0,34	-	-	-	-	-	46,94		3	23			
21	Диабаз	47,21	14,09	10,56	6,12	6,49	8,65	1,29	-	-	3,5	1,49	1,4	3	32	Многовалковый	минераловатные скорлупы на синт. связующем	Ванная печь
	Известняк	0,7	0,19	54,29	0,71	0,31	-	-	-	-	-	42,79		5	24			
22	Сланец хлоритовый	50,08	14,77	9,2	6,41	14,23	-	0,36	-	-	3,62	1,33	1,6	6	31	Центробежно-дутьевой	Минераловатные цилиндры на синт. связующем марки 150	Вагранка
	Доломит	0,72	-	30,9	21,18	-	-	-	-	0,7	-	47,12		4	16			
23	Габбро	46,8	16,96	10,01	6,34	5,5	8,08	-	-	-	3,59	2,72	1,2	2	32	Центробежно-фильерно-газоструйный	Минераловатные плиты на крахмальном связующем	Вагранка
	Известняк	1,37	0,65	44,18	8,68	1,12	-	-	-	0,05	-	43,95		5	17			
24	Мартеновский шлак	23,3	3,92	44,0	12,02	8,38	-	8,46	0,11	-	-	-	1,4	7	26	Фильерный вертикально-дутьевой	Минераловатный теплоизоляционный шнур	Шлакоприемная печь

	Кирпичная глина	76,37	8,39	2,19	1,09	2,92	-	-	-	-	-	9,04		8	18			
25	Доменный шлак	41,2	3,79	48,14	2,62	-	0,64	3,12	1,35	-	-	-	1,5	6	27	Одноступенчатый пародутьевой	Акустические плиты на основе ковровых заготовок	Шлакоприемная печь
	Кирпичный бой	71,7	16,2	2,2	1,9	5,6	-	-	-	-	2,4	-		2	19			
26	Доменный шлак	33,46	7,33	26,3	8,4	17,77	-	5,25	0,39	-	-	1,51	1,7	7	28	Газоструйный	Акустические плиты типа «Акмигран»	Шлакоприемная печь
	Кирпичный бой	65,6	14,62	6,22	2,25	7,46	-	-	-	0,1	3,71	-		8	20			
27	Мартеновский шлак	23,3	3,92	44,0	12,02	8,38	-	8,46	0,11	-	-	-	1,3	3	29	Двухступенчатый дутьевой	Акустические плиты типа «Акминит»	Шлакоприемная печь
	Бой силикатного кирпича	84,92	1,35	5,5	0,54	1,15	-	-	-	0,34	1,89	4,5		8	21			