

Иваненко А.М., Бозылев В.В.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ДОБАВОК ТОРФА И МАЗУТА ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ ПОРИСТОЙ СТЕНОВОЙ КЕРАМИКИ

Керамические стеновые изделия являются традиционным строительным материалом, проверенным временем. К основным достоинствам стеновой керамики следует отнести архитектурную выразительность построенных зданий, благоприятный микроклимат помещений, доступность сырья для ее производства. Недостатками материала считаются большой вес и низкие теплозащитные характеристики. Перед производителями стеновой керамики Республики Беларусь стоит задача повышения качества, расширения номенклатуры, снижения себестоимости выпускаемой продукции [1].

Большинство технологических схем производства грубой керамики для улучшения качественных характеристик изделий были ориентированы на использование добавки угля [2 - 4], которая в настоящее время должна импортироваться из-за пределов Республики Беларусь. Вопрос замены выгорающей добавки угля на другую, на основе местного сырья является в настоящее время актуальным при изготовлении керамических изделий. При этом приоритет должен быть отдан поиску выгорающей добавки, которая позволяет улучшить теплозащитные свойства изделий за счет создания пористой структуры.

В Полоцком государственном университете ведутся работы по изучению керамических масс с использованием добавок на основе торфа. В республике площади промышленной залежи торфа более 1,615 млн. га. Общий запас торфа составляет 5402,3 млн. т [5]. Торф подразделяют на верховой, низинный и переходный, при этом 57,4 % приходится на верховой [6].

Работа выполнялась с ориентацией на сырьевые материалы и классическую технологию получения керамических изделий методом пластического формования, применяемые на Обольском керамическом заводе. Три технологические линии по изготовлению стеновой керамики завода укомплектованы оборудованием Могилевского завода «Строммашина». Для исследований использовалась глина месторождения «Заполье». Данная глина относится к умереннопластичной, легкоплавкой и характеризуется следующими показателями – огнеупорность 1230°C, температура обжига 970±20°C, коэффициент чувствительности к сушке (по Носовой Э.А.) 0,75 – 1, общая линейная усадка 6,7 – 10,3 % при температуре 1050±10°C. Химический состав глины приведен в табл. 1. Для регулирования формовочных свойств на Обольском керамическом заводе используется шамот.

В г.п. Оболь работает торфопредприятие им. Даумана, добываемый здесь торф использовался для получения выгорающей добавки. Торф соответствует требованиям ТУ РБ 10021992.318 «Торф верховой» и характеризуется степенью разложения до 20 % и зольностью до 12 % [7].

Введение в керамическую массу добавок изменяет формовочные свойства. Предложены различные методы оценки

технологических свойств керамической массы, связанных с параметрами формующего оборудования [8]. Однако до настоящего времени отсутствует общепринятая стандартизированная методика оценки пластических свойств керамической массы, позволяющая прогнозировать формуемость бруса в заводских условиях.

На первом этапе для оценки формовочных свойств керамической массы использовались известные методики – по определению усилия сдвига $P_{сдв}$ при одновременном сжатии на приборе Толстого, по определению напряжения сдвига τ_0 и вязкости η на коническом пенетрометре конструкции КИ-СИ, по определению деформаций образцов-цилиндров D , по скорости прохождения массы через отверстия определенных размеров на приборе, который работает по принципу капиллярного вискозиметра [8 - 10]. Результаты определения свойств керамической массы различными методами представлены в табл. 2. В составах 2 – 4 использовался торф фракции 0 – 1,25 мм с влажностью 50 %.

Таблица 2. Формовочные свойства керамической массы.

Состав	$P_{сдв}$, кг	$\tau_0 \times 10^2$, Па	$\eta \times 10^2$, Па·с	D , мм
Глина 90 % + шамот 10 % (заводской состав)	9,55	976	4397	7
Глина 95 % + торф 5 %	9,325	1107	5338	6
Глина 90 % + торф 10 %	9,89	1938	12606	4
Глина 80 % + торф 10 % + мазут 10 %	8,89	1611	6904	6

Из анализа данных табл. 2 следует, что с увеличением количества торфа возрастает усилие сдвига, напряжение сдвига, вязкость, снижается деформативность образцов. Следовательно, добавка торфа является отоштителем. Дополнительное введение в состав добавки торфа мазута снижает усилие сдвига и ведет к снижению вязкости керамической массы.

Для оценки воспроизводимости результатов лабораторных исследований в заводских условиях производили опытное формование изделий на оборудовании Обольского керамического завода на составах, приведенных в табл. 2. Формовочные свойства керамических масс оценивались по значению давления в головке пресса.

Из результатов табл. 2 следует, что при вводе 5 % торфа усилие сдвига снизилось на 3 % в сравнении с заводским составом и возросло на 5 % при введении 10 % торфа (составы 1 - 3). Добавка мазута снизила $P_{сдв}$ на 9 % (составы 1, 4). Характер изменения давления в головке пресса – показателя формуемости изучаемых составов в заводских условиях был

Таблица 1. Химический состав глины.

Наименование оксидов	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	TiO ₂	CaO	MgO	K ₂ O	Na ₂ O	п.п.п.	Свободный SiO ₂
Содержание, %	56,3–59,1	14,64–16,2	6,53–7,6	0,72–0,92	6,46–8,62	1,5–2,1	3,16	0,83	9,81	36,88

Бозылев Василий Васильевич. К.т.н., доцент каф. строительного производства Полоцкого государственного университета.
Иваненко Александр Михайлович. Магистр технических наук, аспирант каф. строительного производства Полоцкого государственного университета.

Беларусь, ПГУ, 211440, г. Новополоцк, ул. Блохина, 29.

аналогичным.

Изучение составов по другим методикам показывает, что с введением 5 – 10 % торфа увеличились показатели вязкости, напряжения сдвига и снизились деформации образцов, следовательно, они не отражают характер работы заводского формующего оборудования. Это позволило сделать вывод о возможности использования прибора Толстого в качестве базового для оценки формовочных свойств исследуемых керамических масс.

В процессе заводских испытаний керамических масс было выявлено противоречие – при соблюдении нормируемого значения усилия сдвига (давления в головке пресса) изделия, изготовленные из отдельных составов, деформировались при работе толкателя автомата резки. Следовательно, необходимо дополнительное исследование прочностных показателей отформованного бруса.

В работе для оценки данного показателя использовался метод определения деформаций образцов-цилиндров под нагрузкой. Из данных табл. 2 следует, что ввод 5 и 10 % торфа снижает деформации изучаемых образцов, добавка мазута повышает деформации.

Оценка влияния добавки торфа предусматривает учет размеров частиц, процента ввода и влажности. В комплексе с заводской добавкой шамота возможен поиск путей оптимизации составов керамических масс. На первом этапе изучались составы керамической массы с добавкой торфа и шамота. Для этого реализован 4-х факторный эксперимент по плану Бокса. Факторы и уровни их варьирования представлены в табл. 3.

Таблица 3. Факторы и границы варьирования.

Факторы	Единицы изм.	Границы варьирования в натуральных переменных		
		- 1	0	+ 1
Процент ввода торфа	%	2	5	8
Фракция торфа	мм	0 - 1	1 - 3	3 - 5
Влажность торфа	%	20	50	80
Процент ввода шамота	%	0	5	10

На основании полученных результатов были построены адекватные математические зависимости. Адекватность и информативность проверяли с доверительной вероятностью $P = 0,95$. Ниже приведены зависимости для показателей:

усилие сдвига для керамической массы

$$P_{сдв.} = 9,908 + 1,659 \cdot X_1 - 0,296 \cdot X_2 - 1,483 \cdot X_3 + 2,203 \cdot X_4 - 0,249 \cdot X_2^2 + 1,154 \cdot X_3^2 - 0,821 \cdot X_4^2 - 0,705 \cdot X_1 \cdot X_2 - 0,823 \cdot X_1 \cdot X_3 - 0,486 \cdot X_1 \cdot X_4 + 0,510 \cdot X_2 \cdot X_3 + 0,177 \cdot X_1 \cdot X_2 \cdot X_3 + 0,512 \cdot X_1 \cdot X_3 \cdot X_4 - 0,147 \cdot X_2 \cdot X_3 \cdot X_4$$

деформация образцов-цилиндров из керамической массы

$$D = 5,53 - 2,46 \cdot X_1 - 0,4 \cdot X_2 + 1,65 \cdot X_3 - 2,9 \cdot X_4 + 0,45 \cdot X_1^2 - 0,3 \cdot X_3^2 + 1,2 \cdot X_4^2 + 0,77 \cdot X_1 \cdot X_2 + 1,36 \cdot X_1 \cdot X_4 - 0,77 \cdot X_2 \cdot X_3 + 0,23 \cdot X_2 \cdot X_4 - 0,86 \cdot X_3 \cdot X_4 + 0,391 \cdot X_1 \cdot X_2 \cdot X_3 + 0,484 \cdot X_2 \cdot X_3 \cdot X_4 - 0,61 \cdot X_1 \cdot X_2 \cdot X_3 \cdot X_4$$

плотность керамического черепка

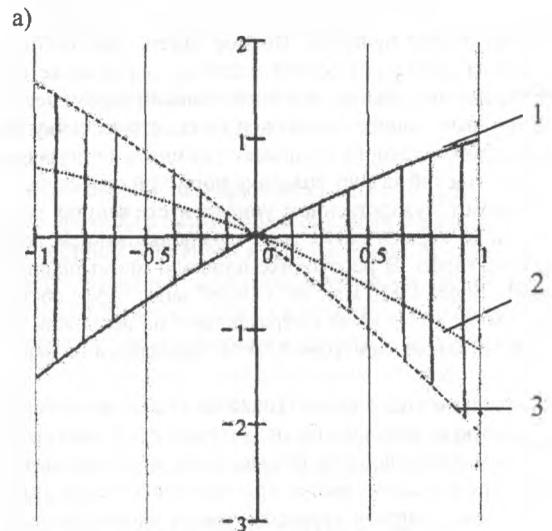
$$\rho = 1557 - 141 \cdot X_1 - 18 \cdot X_2 - 9 \cdot X_3 + 24 \cdot X_1^2 - 14 \cdot X_4^2 - 8 \cdot X_1 \cdot X_2 - 9 \cdot X_1 \cdot X_3 + 11 \cdot X_2 \cdot X_4$$

прочность керамического черепка

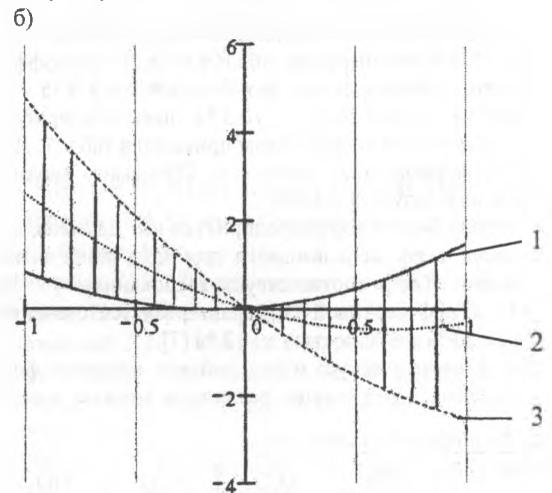
$$R_{сж.} = 208 - 51 \cdot X_1 - 18 \cdot X_2 - 10 \cdot X_4 + 19 \cdot X_1^2 - 24 \cdot X_4^2 + 12 \cdot X_2 \cdot X_3 + 6 \cdot X_2 \cdot X_4 + 7 \cdot X_3 \cdot X_4$$

По полученным полиномиальным зависимостям строились квазиоднофакторные модели для изучения влияния факторов на свойства керамической массы [11].

Усилие сдвига возрастает с ростом количества добавки торфа и шамота. При этом с увеличением размеров частиц торфа при малом вводе усилие сдвига возрастает, а при большом вводе уменьшается (рис. 1а). Увеличение влажности торфа снижает $P_{сдв.}$ однако при использовании крупных фракций при малом вводе это влияние не имеет выраженного эффекта (рис. 1б).



1, 2, 3 – ввод торфа соответственно 2 %, 5 %, 8 %



1, 2, 3 – ввод торфа соответственно 2 % (3 – 5 мм), 5 % (1 – 3 мм), 8 % (0 – 1 мм)

Рисунок 1. Квазиоднофакторные модели влияния на усилие сдвига.

а) размера частиц торфа;
б) влажности торфа.

Из анализа влияния факторов на изменение деформации образцов-цилиндров следует, что с увеличением количества добавок торфа и шамота этот показатель снижается. Деформации образцов уменьшаются при снижении влажности, а также с увеличением крупности частиц используемой добавки торфа.

Перечисленные пути регулирования показателей усилия сдвига и прочности отформованных образцов использованы при оптимизации составов керамических масс с использованием добавок торфа и шамота.

Из анализа влияния факторов на плотность обожженных керамических образцов следует, что плотность снижается с увеличением количества торфа (рис. 2а). Добавка шамота имеет оптимальную зону ввода, но влияние его на снижение плотности выражено значительно меньше. Крупные фракции торфа при большом вводе интенсивнее снижают плотность, при малом вводе влияние размера частиц практически отсутствует (рис. 2б). Увеличение влажности торфа сказывается на снижении плотности при большом вводе и не сказывается при малом вводе выгорающей добавки.

Прочность обожженных образцов снижается с ростом количества добавки торфа (рис. 3а), увеличением влажности. Добавка шамота при большом вводе (до 10 %) в комплексе с добавкой торфа вызывает снижение прочности. Зона оптимального ввода шамота – 0 – 5 %. Влияние размера фракции добавки торфа существенно сказывается на изменении прочностных показателей. Так, крупные фракции при влажности 20 - 50 % вызывают снижение, тогда как мелкие фракции вызывают повышение прочности (рис. 3б). Данный вывод явился определяющим при назначении размера частиц выгорающей добавки торфа рекомендуется использовать фракцию 0 – 1 мм.

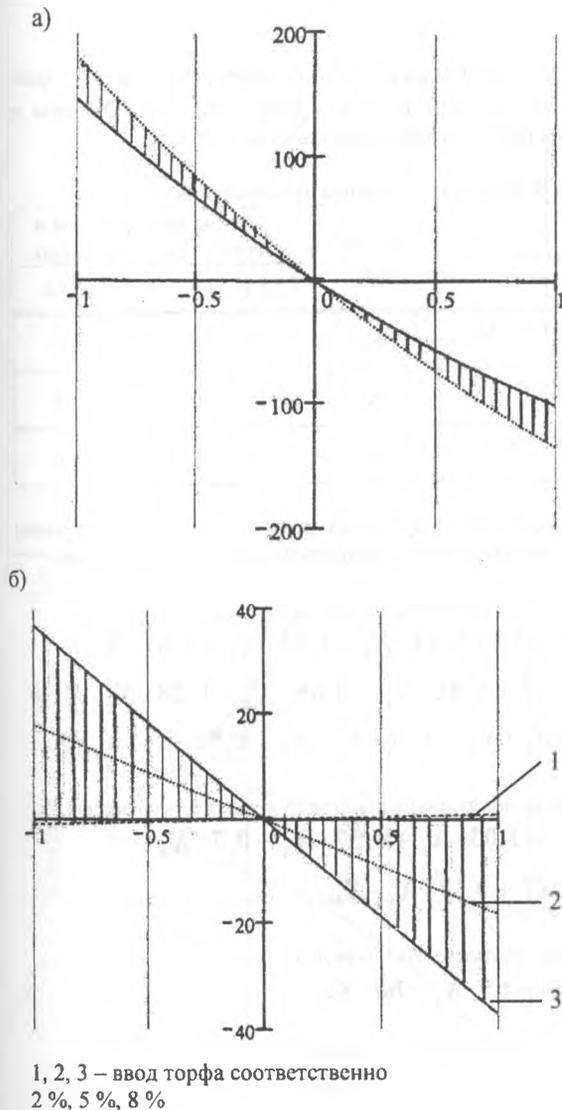
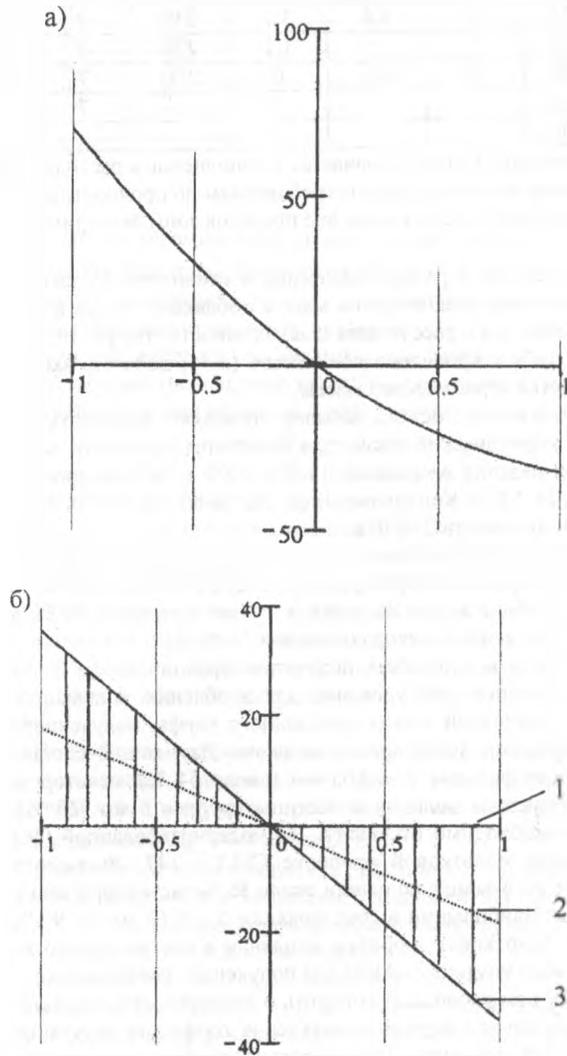


Рисунок 2. Квазиоднофакторные модели влияние на плотность.

а) количества вводимой добавки торфа;
б) размера частиц торфа.



1, 2, 3 – ввод торфа соответственно влажностью 80 %, 50 %, 20 %

Рисунок 3. Квазиоднофакторные модели влияния на прочность.

а) количества вводимой добавки торфа;
б) размера частиц торфа.

В процессе добычи и переработки изменяется влажность торфа. Фрезерный торф имеет влажность 80 %, в процессе полевой сушки происходит снижение влажности до 30 – 50%. Данный показатель соответствует равновесной влажности торфа и обеспечивается естественной сушкой [6].

Таблица 4. Составы керамической массы¹⁾.

Плотность, кг/м ³	Влажность торфа, %											
	40				60				80			
	D, мм	Состав добавки, %		R, кг/см ²	D, мм	Состав добавки, %		R, кг/см ²	D, мм	Состав добавки, %		R, кг/см ²
		торф	шамот			торф	шамот			торф	шамот	
1700	7	2,5	6,6	280	7	2,3	8,4	260	9 ²⁾	2,4	7,6	260
1650	7	3,5	4,9	260	7	3,3	7,3	250	8 ²⁾	3,3	7,0	240
1600	7	4,6	3,1	240	7	4,4	5,9	230	8 ²⁾	4,3	6,2	220
1550	7	5,7	1,1	220	7	5,5	4,1	210	7	5,4	5,2	210
1500	7	6,3	0	210	7	6,8	2,1	200	7	6,6	3,8	190
1450					7	8	0,1	180	7	8	2,0	180
1400									7	9,4 ³⁾	0	160

- 1) – содержание глины назначается в дополнение к расходу добавок до 100 %;
- 2) – составы не соответствуют требованиям по прочностным показателям отформованного изделия;
- 3) – прогнозируемое значение вне пределов зоны эксперимента.

Полученные в работе зависимости позволили оптимизировать составы керамических масс с добавками торфа и шамота. Рецептуры рассчитаны для влажности торфа 40, 60, 80 %. В табл.4 приведено количество (в %) добавок, входящих в состав керамической массы.

Предлагаемые составы добавок позволяют подобрать рецептуру керамической массы для получения плотности керамических изделий в пределах 1450 – 1700 кг/м³ при прочности 18 – 28 МПа. Контрольный состав имеет плотность 1850 кг/м³ при прочности 29 МПа.

Известно, что при снижении влажности торфа происходит его диспергирование. При дроблении торфа влажностью 80 % на фрезбарабане выход фракция 0 – 1 мм составляет 30 %, а при влажности 60 % выход составляет 53 % [6].

Изучалась возможность получения фракции торфа 0 – 1 мм на различном оборудовании для дробления. Анализировался фракционный состав дробленного торфа, полученного на фрезбарабане торфопредприятия им. Даумана. В составе преобладает фракция 0 – 0,63 мм (около 54 %), некоторую часть составляют волокна и частицы крупнее 5 мм (20 %), которые необходимо отсеивать. На модернизированной (без колосников) молотковой дробилке СМД - 147 Обольского керамического завода получили около 85 % частиц фракции 0 - 0,63 мм. Наибольший выход фракции 0 – 0,63 мм до 90 % показала молотковая дробилка, входящая в состав сельскохозяйственного комплекса АВМ для получения травяной муки.

Результаты позволяют говорить о возможности использования имеющихся средств измельчения торфа для получения выгорающей добавки. Дополнительно требуется установка сито-буратов для удаления крупных и волокнистых частиц. При этом не требуется высушивания сырья – дробление возможно при использовании влажности 30 – 60 %, полученной в полевых условиях.

Из данных табл. 4 можно сделать вывод, что снижение плотности керамических образцов, возможно, до значения 1400 кг/м³, которое может быть достигнуто при введении торфа влажностью 80 % в количестве 9,4 %. Введение выгорающей добавки сверх указанного значения для дальнейшего снижения плотности возможно только при использовании пластифицирующих добавок.

Предложено для повышения пластичности керамической массы при большом вводе торфа использовать мазут. Исследования выполнялись с использованием торфа влажностью 50 %, полученного дроблением фрезерного торфа на молотковой дробилке СМД - 147 с отсевом частиц более 5 мм.

Применяли мазут марки 100. Для этого реализован 3-х факторный эксперимент по плану Бокса (Π₀ = 1). Факторы и уровни их варьирования представлены в табл. 5.

Таблица 5. Факторы и границы варьирования.

Факторы	Единицы изм.	Границы варьирования в натуральных переменных		
		- 1	0	+ 1
Процент ввода торфа	%	7	9	11
Процент ввода мазута	%	2	5	8
Процент ввода шамота	%	0	3	6

На основании полученных результатов были построены адекватные математические зависимости для показателей:

усилие сдвига керамической массы

$$P_{сдв.} = 10,99 + 0,84 \cdot X_1 - 1,04 \cdot X_2 + 0,81 \cdot X_3 + 0,10 \cdot X_1^2 + 0,22 \cdot X_2^2 - 0,65 \cdot X_3^2 - 0,28 \cdot X_1 \cdot X_2 + 0,32 \cdot X_1 \cdot X_3 - 0,46 \cdot X_2 \cdot X_3 - 0,51 \cdot X_1 \cdot X_2 \cdot X_3$$

деформации образцов-цилиндров из керамической массы

$$D = 2,6 - 1,03 \cdot X_1 + 0,57 \cdot X_2 - 0,7 \cdot X_3 + 0,61 \cdot X_2^2 + 0,17 \cdot X_1 \cdot X_3$$

плотность керамического черепка

$$\rho = 1277 - 65 \cdot X_1 - 86 \cdot X_2$$

прочность керамического черепка

$$R_{сж.} = 102 - 20,2 \cdot X_1 - 28 \cdot X_2 - 8 \cdot X_3 - 6 \cdot X_1^2 - 2 \cdot X_2^2 - 4 \cdot X_3^2 + 9 \cdot X_1 \cdot X_2 - 2 \cdot X_1 \cdot X_3$$

Анализ полученных моделей проводился по построенным номограммам влияния торфа и мазута на выходы в зависимости от ввода шамота.

Таблица 6. Составы керамической массы¹⁾.

Плотность, кг/м ³	Процент ввода шамота											
	0				1				2			
	Д, мм	Состав добавки, %		R, кг/см ²	Д, мм	Состав добавки, %		R, кг/см ²	Д, мм	Состав добавки, %		R, кг/см ²
		Торф ²⁾	Мазут			Торф ²⁾	Мазут			Торф ²⁾	Мазут	
1385	5	7	3,5	140								
1350	4	7,8	3,8	130	5	7	5,2	120				
1300	4	8,7	4,6	110	4	7,6	5,8	110				
1250	4	9,4	5,5	100	4	8,4	6,6	90	4	7,5	7,7	80
1200	4	9,9	6,7	80	4	8,9	7,8	80				
1160	4	10	8	70								

¹⁾ – содержание глины назначается в дополнение к расходу добавок до 100 %;

²⁾ – влажность торфа 50 %, содержание фракции 0 – 0,63 мм – 85 %.

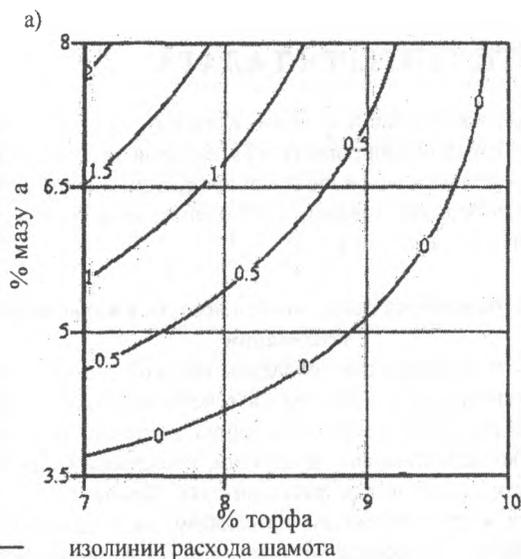


Рисунок 4. Номограммы определения расхода добавок при $P_{сдв.} = 9,4$ кг (а), комплексного анализа влияния добавок на плотность и прочность при расходе шамота 1 % (б).

Свойства керамической массы анализировались с учетом требований заводской технологии ($P_{сдв.} = 9,4$ кг, $D = 7$ мм). Из анализа зависимости усилия сдвига следует, что в составах содержание шамота не может превышать 2 %. По показателю деформаций образцов из керамической массы все составы удовлетворяют требованиям заводской технологии. На рис. 4а представлена номограмма для определения расхода добавок торфа, мазута, шамота при $P_{сдв.} = 9,4$ кг. На рис. 4б представлена номограмма для комплексного анализа влияния добавок на плотность и прочность при расходе шамота 1 %. Номограмма получена путем наложения изоповерхностей плотности и прочности с нанесением изолинии усилия сдвига 9,4 кг, соответствующей значению заводской технологии.

Исследование влияния добавок на изменение плотности керамических образцов позволяет сделать вывод, что введение 1 % мазута соответствует дополнительному введению 1 % торфа и обеспечивает снижение плотности на 25 – 30 кг/м³.

Полученные математические модели позволили оптимизировать составы керамической массы с добавками торфа, мазута и шамота с учетом требований заводской технологии по показателю $P_{сдв.} = 9,4$ кг (табл. 6).

Для всех составов показатель деформаций образцов соответствует требованиям заводской технологии. Из табл. 5 следует, что ввод добавки торфа колеблется в пределах 7 – 10 %, добавки мазута от 3,5 до 8 % и шамота 0 – 2 %.

Приведенные составы позволяют снизить начальную плотность керамических изделий, равную 1850 кг/м³ (заводской состав) до величины 1385 – 1160 кг/м³ при прочности 14 – 7 МПа и уменьшить величину коэффициента теплопроводности стеновой керамики на 43 % с величины 0,49 Вт/(м²·°C) до значения 0,28 Вт/(м²·°C).

На Обольском керамическом заводе в 2002 г. выпущены опытные партии керамических камней в объеме 100 тыс. шт. с применением выгорающих добавок торфа и мазута. Используются пустотообразователи на 24 % и 33 %, керамические камни имели прочность М 75 – М 125 и плотность менее 1000 кг/м³.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Кузовков А.В. Маркетинговое исследование конкурентоспособности керамического кирпича произведенного на территории Республики Беларусь//Перспективы развития новых технологий в строительстве и подготовке инженерных кадров в Республике Беларусь: Материалы VI Меж-

- дународного научно-технического семинара. – Мн. УП «Технопринт», 2000. – С. 44 – 48.
- Петров Л.К., Шубин М.И. Повышение морозостойкости кирпича на Обольском кирпичном заводе: сб. научных работ НИИСМ вып. 8. - Изд. АН БССР, Минск, 1959 г. – С. 139 – 143.
 - Кинка А.И. Производство кирпича марки 150. М. «Строительные материалы», 1966 г. № 8. С. 27 – 28.
 - А.С. 658109 Линдиль Л.Ф. и др. Керамическая масса. Оpubл. 25.04.79 Бюл. № 15.
 - Лиштван И.И., Король Н.Т. Основные свойства торфа и методы их определения. – Мн. «Наука и техника». – 1975 г. – 320 с.
 - Гаврильчик А.П. Превращения торфа при добыче и переработке. – Мн.: Наука и техника. – 1992. – 199 с.
 - ТУ РБ 10021992.318 - 2001 Торф верховой. (Взамен ТУ РБ 02999289.002 – 96) Срок действия с 10.02.2002 до 10.02.2007. – 9 с.
 - Августиник А.И. Керамика. – Л.: Стройиздат (Ленинградское отделение), 1975 г. – 592 с.
 - Ле Минь Разработка искусственных шихт с использованием побочных продуктов промышленности для строительной керамики. Автореф. дисс. ... канд. техн. наук. – Ленинград, ЛИСИ, 1984 г. – 19 с.
 - Иваненко А.М., Бозылев В.В., Аксенова В.А. Получение пористых керамических камней с выгорающей добавкой на основе торфа.//Инженерные проблемы строительства и эксплуатации сооружений: Сб. трудов. – Мн.: УП «Технопринт», 2001. – С. 146 – 151.
 - Вознесенский В.А. Статистические методы планирования эксперимента в технико-экономических исследованиях. – М.: Финансы и статистика, 1981. – 263 с.

УДК 691.17+678

Мухин А.В., Драган А.В.

УТИЛИЗАЦИЯ ИЗДЕЛИЙ ИЗ ПОЛИЭТИЛЕНТЕРЕФТАЛАТА

Введение

Мировое производство пластмасс составляет около 150 млн. тонн с годовым приростом порядка 10%. Треть всех пластмасс представляет собой смесь различных полимеров с органическими и неорганическими добавками, которые придают им необходимые потребительские свойства. Часть из них обеспечивает пластмассовым изделиям устойчивость против природных воздействий биогенного характера, ультрафиолетового излучения. Рано или поздно пластмассовые изделия превращаются в отходы, которые депонируются на свалках-полигонах, сжигаются или перерабатываются. При захоронении на полигонах они в большинстве своем разлагаются крайне медленно и тем самым изменяют экологическую обстановку в не самом благоприятном направлении, ввиду наличия токсичных добавок в виде красителей содержащих также тяжелые металлы. При сжигании пластмасс образуется много мельчайших частиц, аэрозолей, кислот не полностью задерживаемых фильтрами, а также токсичных химических соединений от диоксида до оксидов различных химических элементов, что может катастрофически влиять на наследственные факторы. Для утилизации некоторых видов пластмасс и органических веществ, которые не поддаются рециклингу, отработаны технологии сжигания с целью получения тепловой энергии или пиролизные технологии. Наиболее экономичным путем утилизации пластмасс представляется их переработка и повторное использование в виде новых материалов или изделий. Особенно актуален рециклинг пластмасс для стран с ограниченными запасами углеводородного сырья, к которым относится Беларусь.

Промышленность Республики Беларусь в основном работает на импортируемом сырье, к которому относятся все виды углеводородных материалов. В тоже время в стране производится большой объем пластмасс, а также поступают значительные объемы органических материалов в виде упаковок

различных материалов и изделий. К такому материалу относится полиэтилентерефталат (ПЭТ), который используется в виде тары для всех видов пищевых продуктов, косметических и фармацевтических товаров, ПЭТ-пленок, аудиопленок, радиотехнических изделий и т. д.

1. Полиэтилентерефталат: необходимость и возможность утилизации

Полиэтилентерефталат обладает высокой механической прочностью и ударостойкостью в сочетании с повышенной пластичностью в холодном и, особенно, нагретом состоянии, инертен ко всем пищевым продуктам, нерастворим в воде и почти всех органических растворителях. Кроме того, ПЭТ относится к трудногорючим материалам, не поддерживающим горения в атмосфере воздуха, является физиологически инертным, обладает санитарно-экологическими преимуществами и, поэтому, может использоваться в медицинской и пищевой промышленности, а также в производстве различного рода изделий, предполагающих контакт с человеком.

Производство ПЭТ осуществляется с 60-х годов 20 века. Общий объем потребляемого упаковочного материала для различной продукции, производимой только в РБ, по некоторым данным составляет около 40000 тонн в год, не учитывая объем ввозимой из-за рубежа ПЭТ-тары в составе импортируемой продукции. Оценить объем ввозимой ПЭТ-тары весьма сложно, по самым приблизительным оценкам она составляет около 7% массы упакованных в неё пищевых продуктов, а это десятки тысяч тонн. Следует отметить, что только страны Восточной Европы в настоящее время потребляют около 800000 тонн ПЭТ в качестве тары, а в России выпускается более 3 миллиардов бутылок из ПЭТ. В Республике Беларусь планируется наращивание мощностей производства полиэтилентерефталата до 300000 тонн в год.

В РБ полиэтилентерефталат производится с 1991 года со-

Мухин Анатолий Викторович. К.т.н., профессор каф. строительных конструкций Брестского государственного технического университета.

Драган Александр Вячеславович. Доцент каф. технологии машиностроения Брестского государственного технического университета.

Беларусь, БГТУ, 224017, г. Брест, ул. Московская, 267.