

## Керамический кирпич из вскрышной породы Ключевского месторождения песчаников

*А.А. Наумов, В.Д. Котляр*

*Донской государственный технический университет, Ростов-на-Дону*

**Аннотация:** Представлены результаты лабораторных исследований по определению пригодности вскрышной породы Ключевского месторождения песчаников для производства керамического кирпича способом пластического формования. Установлено, что при введении в состав шихты попутной камневидной породы в качестве отощающей добавки, угля и каолинит-гидрослюдистого сырья Владимировского месторождения, а также добавления модифицирующей добавки, повышающей морозостойкость, возможно получение керамических образцов, соответствующих требованиям ГОСТ.

**Ключевые слова:** вскрышная порода, аргиллит, пластическое формование, керамический кирпич, морозостойкость.

Известно, что запасы качественного глинистого сырья весьма ограничены. В этой связи, большое направление получили исследования по использованию нетипичного сырья [1-4], а также различных отходов производств для производства стеновой керамики [5-7]. Используя оптимальные технологические решения и вводя корректирующие добавки, из указанных видов сырья можно получить качественные изделия. В некоторых случаях, при добыче различных полезных ископаемых глинистое сырье является попутной или вскрышной породой, которую извлекают, но не находят должного применения.

Для производства щебня на участке Ключевской Тащинского района Ростовской области добываются песчаник и известняк. Образующаяся при добыче полезного ископаемого вскрышная глинистая порода не находит применения, что сказывается на эффективности производства и требует отвода площадей под отвалы.

В настоящей статье приводятся результаты исследований использования данной вскрышной породы для производства керамического кирпича способом пластического формования в качестве основного сырья. Для корректировки свойств глинистого сырья использовали попутную камнеподоб-

---

ную породу – аргиллит, с этого же участка, уголь «АШ» и каолинит-гидрослюдистое глинистое сырье Владимировского месторождения.

В процессе исследований были использованы рентгенофазовый, дериватографический и микроскопический методы анализа материалов.

Вскрышная порода Ключевского месторождения песчаников представляет собой легкоплавкое монтмориллонит-гидрослюдистое глинистое сырье бурого цвета, засоренное обломками горных пород, карбонатными включениями, активностью 87 %, растительными остатками и относится к умереннопластичной, низкодисперсной, кислой группе сырья, высокочувствительной к сушке.

Исследованные аргиллиты представляют собой камневидный материал, частично размокающий в воде. Не обладают пластическими свойствами, даже при измельчении менее 0,5 мм.

Химический состав испытываемых проб сырья представлен в таблице 1.

Таблица № 1

Результаты химического анализа

Наименование пробы	Химический состав, %											SiO <sub>2</sub> кв.
	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	CaO	MgO	SO <sub>3</sub>	TiO <sub>2</sub>	CO <sub>2</sub>	K <sub>2</sub> O	Na <sub>2</sub> O	ППП	
Вскрышная порода	68,02	11,60	4,07	3,87	1,95	0,09	1,23	1,85	1,75	0,61	5,82	41,20
Аргиллит	62,20	17,56	6,43	1,61	1,93	0,33	0,82	1,06	2,81	1,17	4,22	27,64
Владимировское сырье	60,07	25,01	1,63	0,86	0,93	0,12	0,50	1,98	1,90	1,70	7,16	19,26

Установлено, что только измельчение вскрышных пород менее 1 мм позволяет устранить отколы от карбонатных включений на обожженных образцах. В этой связи, при проведении лабораторных испытаний пробы сырья подсушивали до воздушно-сухого состояния и измельчали менее 1 мм. При

подготовке опытных шихт подготовленные добавки смешивали с основным сырьем, увлажняли массу до формовочной влажности и оставляли вылежаться на сутки для равномерного распределения влаги. После формовали образцы, сушили и обжигали в муфельной печи.

Образцы-кубы, изготовленные из чистого глинистого сырья, в процессе естественной сушки покрылись многочисленными трещинами, пересекающими ребра и грани. В этой связи, для улучшения сушильных свойств глинистого сырья, в глиномассы добавляли измельченный до 1,25 мм аргиллит. Влияние добавки на чувствительность к сушке показано в таблице 2.

Таблица № 2

Характеристика сушильных свойств глинистого сырья

Состав шихты, % по массе		Чувствительность к сушке, сек
Вскрышная порода	Аргиллит	
100	-	60
70	30	72
60	40	78
50	50	85
40	60	90

Видно, что введение аргиллита позволяет несколько улучшить сушильные свойства масс, но негативно влияет на связность глиномасс и морозостойкость образцов. Следует отметить, что опыты по введению аргиллита крупностью до 2,5 мм приводили к появлению посечек по крупным зернам, измельчение же менее 0,5 мм не улучшало сушильных свойств.

Для улучшения сушильных свойств и морозостойкости в глиномассы, кроме аргиллита, добавляли каолинит-гидрослюдистое глинистое сырье Владимирского месторождения и уголь «АШ» с теплотворной способностью

20,36 МДж/кг в количестве 4%, что составляло около 50% топлива, необходимого для обжига. Указанные добавки измельчали менее 1 мм.

Кроме этого, с целью повышения морозостойкости и для устранения темных пятен при производстве лицевого кирпича вводили минеральную добавку – отход производства фосфатных удобрений [8].

Результаты определения чувствительности к сушке свежесформованных образцов и физико-механических испытаний обожженных образцов приведены в таблице 3.

Таблица № 3

Физико-механические характеристики обожженных образцов

Состав шихты, % по массе					Чувствительность к сушке, сек	Общая усадка, %	Средняя плотность, кг/м <sup>3</sup>	Прочность, МПа		Водопоглощение, %	Морозостойкость, циклы
Вскрытая порода	Аргиллит	Уголь «АШ»	Владимировское сырье	Минеральная добавка				при сжатии	при изгибе		
100	-	-	-	-	60	$\frac{8,3}{8,5}$	$\frac{1838}{1862}$	$\frac{28,3}{31,6}$	$\frac{9,0}{11,9}$	$\frac{13,1}{12,4}$	$\frac{22}{25}$
50	50	-	-	-	85	$\frac{5,4}{7,2}$	$\frac{1929}{2026}$	$\frac{25,1}{32,1}$	$\frac{9,3}{10,6}$	$\frac{11,9}{8,7}$	$\frac{9}{11}$
50	50	+ 4 %	-	-	88	-	$\frac{-}{1870}$	-	-	$\frac{-}{11,8}$	$\frac{-}{18}$
60	21	4	15	-	108	$\frac{7,9}{8,3}$	$\frac{1940}{1982}$	$\frac{28,9}{32,9}$	$\frac{9,1}{10,5}$	$\frac{10,9}{8,9}$	$\frac{25}{30}$
60	20	-	15	5	105	$\frac{7,5}{7,9}$	$\frac{1975}{1986}$	$\frac{30,2}{33,6}$	$\frac{10,7}{11,2}$	$\frac{9,8}{8,7}$	$\frac{35}{50}$

Примечание: над чертой – характеристики образцов, обожженных при температуре 950 °С, под чертой – при 1000 °С.

Введение аргиллита позволило улучшить сушильные свойства глино-массы ( $K_d = 85$  с) и устранить трещинообразование. При этом у обожженных на 950 и 1000 °С образцов общая усадка уменьшилась и составила 5,4 и 7,2 %, прочностные показатели практически не изменились, водопоглощение со-

ставило 11,9 и 8,7 %, значительно снизилась морозостойкость – до 9 – 11 циклов.

Введение в состав шихты 4 % угля (сверх 100 %) способствовало незначительному повышению морозостойкости образцов (с 11 до 18 циклов), но на их поверхности после обжига появились темные пятна.

При добавлении 15% каолинит-гидроалюминатной глины улучшаются формовочные и сушильные свойства глиномассы (глиномасса переходит в разряд среднечувствительных к сушке). Улучшаются также физико-механические свойства обожженных образцов.

Из опыта предыдущих исследований [9, 10], с целью повышения морозостойкости и возможности производства лицевого кирпича, в состав шихты вводили минеральную модифицирующую добавку в количестве 5%. Данная добавка представляет собой рыхлый дисперсный порошок белого цвета и является отходом производства фосфатных минеральных удобрений. Как видно из таблицы, введение данного материала позволило повысить морозостойкость обожженных образцов до 50 циклов, несколько увеличить прочностные показатели, а также улучшить цвет обожженных изделий.

Проведенные опыты показали, что, используя бросовое глинистое сырье в качестве основного компонента шихты, можно получить керамические стеновые материалы, соответствующие требованиям ГОСТ. Это позволит более рационально и сбалансировано использовать природные ресурсы и повысить экологическую безопасность в регионе.

### Литература

1. Котляр В.Д., Лапунова К.А., Терёхина Ю.В. Перспективы производства фигурного керамического кирпича на основе опок // Инженерный вестник Дона, 2012, №3. URL: [ivdon.ru/ru/magazine/archive/n3y2012/946](http://ivdon.ru/ru/magazine/archive/n3y2012/946).

2. Кара-Сал Б.К., Сат Д.Х., Серен Ш.В., Монгуш Д.С., Стеновая керамика из нетрадиционных сырьевых материалов // Строительные материалы. – 2016. № 4. С. 33-36.

3. Berge V. The Ecology of Building Materials. [Architectural press]. Oxford, 2005. 474 p.

4. Котляр В.Д., Козлов А.В., Котляр А.В., Терехина Ю.В. Особенности камневидных глинистых пород Восточного Донбасса как сырья для производства стеновой керамики // Вестник МГСУ. 2014. № 10. С. 95-105.

5. M. Safiuddin, M.Z. Jumaat, M. A. Salam, M. S. Islam, R. Hashim. Utilization of solid wastes in construction materials. International Journal of the Physical Sciences. 2010. №10. pp. 1952–1963.

6. Гурьева В.А. Буровой шлам в производстве изделий строительной керамики // Строительные материалы. 2015. № 4. С. 75-77.

7. Столбоушкин А.Ю., Иванов А.И., Стороженко Г.И., Уразов С.И. Получение морозостойкого керамического кирпича полусухого прессования из промышленных отходов // Строительные материалы. – 2011. № 12. С. 4-7.

8. Наумов А.А. Лицевой и клинкерный кирпич из кремнистого сырья Шевченковского месторождения // Строительные материалы. 2017. № 4. С. 14-18.

9. Наумов А.А., Мальцева И.В. Керамический кирпич из глинистого сырья Сухо-Чалтырского месторождения // Инженерный вестник Дона, 2017, №4. URL: [ivdon.ru/ru/magazine/archive/n4y2017/4447](http://ivdon.ru/ru/magazine/archive/n4y2017/4447).

10. Наумов А.А. О возможности получения лицевого кирпича из глинистого сырья Звездинского месторождения // Инженерный вестник Дона, 2015, №3. URL: [ivdon.ru/ru/magazine/archive/n3y2015/3242](http://ivdon.ru/ru/magazine/archive/n3y2015/3242).

### References

1. Kotlyar V.D., Lapunova K.A., Terekhina Yu.V. Inzhenernyj vestnik Dona (Rus), 2012, №3. URL: [ivdon.ru/ru/magazine/archive/n3y2012/946](http://ivdon.ru/ru/magazine/archive/n3y2012/946).

---



2. Kara-Sal B.K., Sat D.H., Seren Sh.V., Mongush D.S. Stroitel'nye materialy. 2016. № 4. pp. 33-36.
3. Berge B. The Ecology of Building Materials. [Architectural press]. Oxford, 2005. 474 p.
4. Kotlyar V.D. Kozlov A.V., Kotlyar A.V., Terekhina Yu.V. Vestnik MGSU. 2014. № 10. pp. 95-105.
5. Safiuddin M., Jumaat M.Z., Salam M. A., Islam M. S., Hashim R. International Journal of the Physical Sciences. 2010. №10. pp. 1952–1963.
6. Gur'eva V.A. Stroitel'nye materialy. 2015. №4. pp. 75-77.
7. Stolboushkin A.Yu., Ivanov A.I., Storozhenko G.I., Urazov S.I. Stroitel'nye materialy. 2011. № 12. pp. 4-7.
8. Naumov A.A. Stroitel'nye materialy. 2017. №4. pp. 14-18.
9. Naumov A.A., Mal'tseva I.V. Inzhenernyj vestnik Dona (Rus), 2017, №4. URL: [ivdon.ru/ru/magazine/archive/n4y2017/4447](http://ivdon.ru/ru/magazine/archive/n4y2017/4447).
10. Naumov A.A. Inzhenernyj vestnik Dona (Rus), 2015, №3. URL: [ivdon.ru/ru/magazine/archive/n3y2015/3242](http://ivdon.ru/ru/magazine/archive/n3y2015/3242).