

А.Д. ПЕТЕЛИН¹, генеральный директор, В.И. САПРЫКИН¹, главный геолог;
В.А. КЛЕВАКИН², исполнительный директор (Vadim-Klevakin@mail.ru); Е.В. КЛЕВАКИНА³, инженер

¹ ЗАО НП «Челябинское рудоуправление» (457000, Челябинская обл., п. Увельский, ул. Советская, 9)

² ООО «НАНО КЕРАМИКА» (623100, Свердловская обл., г. Первоуральск, ул. 50 Лет СССР, 18 А)

³ Уральский федеральный университет им. Первого Президента России Б.Н. Ельцина (620002, г. Екатеринбург, ул. Мира, 19)

Особенности применения глин Нижнеувельского месторождения в производстве керамического кирпича

Представлена высокопластичная беложгущаяся глина Нижнеувельского месторождения и Упрунской группы месторождений, выпускаемая ЗАО НП «Челябинское рудоуправление». Приведены химический, минералогический и гранулометрический состав глины, описаны основные товарные сорта, получаемые путем селективной добычи, перемешивания и усреднения на специальных складах. Показано, что применение беложгущейся глины в технологии керамического кирпича позволяет получать широкий ассортимент продукции светлых тонов, кислотоупорных изделий, клинкерного кирпича.

Ключевые слова: беложгущаяся глина, химический состав, минералогический состав, гранулометрический состав, селективная выемка, усреднительный склад, керамический кирпич, объемное окрашивание, клинкерный кирпич.

A.D. PETELIN¹, Director General, V.I. SAPRYKIN¹, Chief Geologist, V.A. KLEVAKIN², Chief Executive (Vadim-Klevakin@mail.ru), E.V. KLEVAKINA³, Engineer

¹ «Cheljabinskoye Rudoupravleniye» ZAO NP (9, Sovetskaja Street, Settlement Uvel'skij, 457000, Cheljabinskaja Region, Russian Federation);

² «NANO KERAMIKA» OOO (18 A, 50 let SSSR Street, Pervoural'sk, 623100, Sverdlovskaja Region, Russian Federation);

³ Ural Federal University named after the first President of Russia B.N. Yeltsin (19, Mira Street, Ekaterinburg, 620002, Russian Federation)

Features of the Use of Nizhneuvelsky Deposit Clays in Production of Ceramic Brick

High plasticity, white-burning clay of the Nizhneuvelsky Deposit and Uprunskaya group of deposits produced by ZAO NP «Chelyabinskoye Rudoupravleniye» is presented. Chemical, mineralogical, and granulometric compositions of clay are presented; main commercial grades obtained by means of selective mining, mixing and averaging at special storehouses are described. It is shown that the use of white-burning clay in the technology of ceramic brick makes it possible to produce a wide range of light tone products, acid-proof articles, clinker brick.

Keywords: white-burning clay, chemical composition, mineralogical composition, granulometric composition, selective extraction, averaging storehouse, ceramic brick, 3D coloring, clinker brick.

В последнее время классический терракотовый цвет облицовочного кирпича менее актуален по сравнению с другими цветами. Для получения цветного и светлых оттенков кирпича в производстве используют различные беложгущиеся глины [1].

Беложгущаяся глина – это глина, в составе которой содержится минимальное количество красящих оксидов. Традиционно ее использовали для производства посуды и тонкой строительной керамики. В настоящее время беложгущаяся глина все больше применяется в качестве добавки для выпуска кирпича светлых тонов. По физико-механическим свойствам светлый кирпич практически не отличается

от классического красного кирпича. Однако применение кирпича светлых тонов позволяет разнообразить архитектурные решения зданий, ландшафтную архитектуру и благоустройство.

Единственным предприятием в Уральском ФО, ведущим добычу беложгущихся глин, является ЗАО НП «Челябинское рудоуправление» – одно из старейших предприятий, основанное в 1926 г. на базе Вознесенского и Нижнеувельского месторождений огнеупорных формовочных глин и Галяминского месторождения формовочных песков. В 1946 г. силами работников рудоуправления были разработаны чертежи первого роторного экска-

ватора, который изготовили в мастерских предприятия (рис. 1). Появление такого экскаватора позволило вести добычу глины селективно по сортам и таким образом увеличить объем и количество различных сортов глины (огнеупорных, формовочных и керамических). В 50–60-х гг. XX в. значительно увеличился рост объемов горных работ. С 1966 г. на песчаном карьере внедрена гидромеханизованная технология добычи песка. В настоящее время постоянно ведутся работы по модернизации и изготовлению горного оборудования собственными силами (роторных экскаваторов, отвалообразователей).



Рис. 1.



Рис. 2.

Таблица 1

Химический состав глин Нижнеуфимского месторождения

Сорт	Массовая доля оксидов, %									
	SiO ₂	TiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	FeO	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	ППП
НУ-1	50–55	1,3–1,4	≥32	3–4	0,1	1,4–1,5	0,5–0,6	0,1–0,2	0,5–0,6	11–12
НУ-2	53–56	1,4–1,6	≥28	3–4	0,1	1,6–1,8	0,2–0,4	0,1–0,2	0,6–0,8	10–16
НУПК	57–63	1,4–1,6	25–27	1–4	0,1	1,1–1,3	≤0,1	0,1–0,2	0,7–0,9	8–10
НУК	62–67	1,1–1,3	18–22	3–4	0,1	1,2–1,4	0,2–0,4	0,1–0,2	0,5–0,7	7–10

Таблица 2

Минералогический состав глин Нижнеуфимского месторождения

Сорт глины	Массовая доля минералов, %		
	Каолинит	SiO ₂ св	Гидрослюда
НУ-1	56–60	16–20	20–26
НУ-2	50–53	18–19	28–31
НУК	30–38	27–50	21–39
НУПК	42–46	29–34	20–28
НУФ	42–46	23–28	29–31

Таблица 3

Гранулометрический состав глин Нижнеуфимского месторождения

Сорт	Остаток на сите 05, %			Остаток на сите 0063, %		
	сред.	мин.	макс.	сред.	мин.	макс.
НУ-1	0,1	–	–	–	–	–
НУ-2	0,2	0,1	0,4	2,5	2,5	2,5
НУК	0,1	–	0,4	8,8	3	14,5
НУПК	–	–	0,1	4,8	3,5	7
НУФ	0,2	–	0,5	2,5	2,5	2,5

Добываемые огнеупорные, керамические, формовочные глины и формовочные пески широко используются в различных отраслях промышленности России и стран ближнего зарубежья. Основные потребители продукции – крупнейшие металлургические и машиностроительные предприятия, а также огнеупорные заводы, расположенные на Урале, в Московской обл., Поволжье, Сибири и на Дальнем Востоке. Сырье является уникальным по стабильности характеристик, химическим и физическим свойствам среди аналогичной продукции, производимой на Урале.

Среди горнодобывающих предприятий УрФО усреднение глин по заявке потребителей производится только на Челябинском рудоуправлении. Усреднение происходит на специально оборудованных складах (рис. 2). Оно достигается путем постоянного перемешивания, контроль физико-химических характеристик глины непрерывно ведется в лаборатории. Для получения более качественного сырья в 2014 г. было принято решение внедрить на НП «ЧРУ» наряду с усреднением метод обогащения (подшихтовки) глины. Это связано с возросшим требованием предприятий-потребителей к хими-

ческому составу глины для получения стабильного качества выпускаемых изделий. Метод обогащения позволяет добиться более точного содержания структурообразующих оксидов (SiO₂, Al₂O₃, FeO+Fe₂O₃). Химический состав глины разных сортов представлен в табл. 1.

В 2009 г. в Южно-Уральском государственном университете проведено исследование свойств глин Нижнеуфимского месторождения и Упунской группы месторождений. Определен их минералогический состав, гранулометрический состав и пластичность (табл. 2, 3 и 4).

На основании минералогического состава глины месторождений подразделяются на следующие сорта: НУ-1 и НУ-2 – каолинитовые с примесями свободного оксида кремния; НУК, НУПК, НУФ – гидрослюдисто-каолинитовые с примесями свободного оксида кремния.

Остаток на сите 0,5 для всех сортов не превышает 0,4%, т. е. содержание крупнозернистых включений низкое. Остаток на сите 0,063 наибольший у керамических глин НУК, наименьший у огнеупорных глин НУ-1 и НУ-2. Наибольшее количество глинистых фракций находится в глинах сортов НУ-1 и НУФ, остальные сорта в большей степени содержат пылеватые

фракции. Наибольшее содержание песчаных фракций в керамической глине НУК.

Согласно ГОСТ 9169–75* «Сырье глинистое для керамической промышленности. Классификация» все исследуемые глины относятся к высокопластичным. Керамические глины сорта НУК обладают относительно меньшей пластичностью, что связано с более высоким содержанием в них свободного кремнезема в форме кварца, а также большим количеством частиц фракции – более 0,063 мм.

В 2004 г. по заказу ОАО «Ревдинский кирпичный завод» (г. Ревда, Свердловская обл.) была организована селективная добыча материала, которая заключается в добыче, перемешивании и усреднении определенных сортов глин на складе (рис. 2). После успешных испытаний и выпуска светлого кирпича на ОАО «РКЗ» [2] глину Нижнеуфимского месторождения начали применять на других предприятиях по производству керамического кирпича, в том числе на ООО «КЕММА» (Челябинск). В настоящее время продукция Челябинского рудоуправления находит широкое применение в производстве керамического кирпича на Урале и в Поволжье.

В 2010 г. были проведены исследования по определению минерального состава кирпича, изготовленного из глины Нижнеуфимского месторождения с добавлением металлургического шлака. Температура обжига такого кирпича составляет 1020°C.

Минеральный состав (качественный фазовый состав) кирпича был определен рентгенофазовым анализом. При этом выявлено, что керамический камень содержит в значительном количестве кварц SiO₂, гематит α-Fe₂O₃ и диопсид. Более точный фактический минеральный состав определен петрографическим методом (табл. 5).

В 80-е гг. XX в. глины Нижнеуфимского месторождения впервые были применены в производстве кислотоупорного кирпича на Заводе керамических изделий (Екатеринбург). Характеристики кислотоупорного полнотелого кир-

Таблица 4

Пластичность глин Нижнеуевского месторождения

Сорт	Предел текучести W_T , %			Предел раскатывания W_p , %			Число пластичности ЧП, %		
	средн.	мин.	макс.	средн.	мин.	макс.	средн.	мин.	макс.
НУ-1	76,9			28,6			48,3		
НУ-2	72,3	70,2	74,5	24,4	20,9	27,9	47,9	42,3	53,5
НУК	49,8	42,7	56,6	17,8	11,1	24	32	28,5	35,5
НУПК	67,3	62,5	78,2	17,7	5,7	24,5	49,6	41,9	56,8
НУФ	67,7	62,3	73,2	22,4	20	24,7	45,4	42,3	48,5

пича из этой глины при температуре обжига 1250°C были следующие: марка прочности при сжатии М500 и выше, водопоглощение 0%. В 2005 г. на ОАО «РКЗ» выпустили пустотелый кирпич из этой глины при температуре обжига 1100°C маркой по прочности при сжатии М350 и водопоглощением менее 5%.

В связи с возрастающим спросом на клинкерный кирпич производитель керамического кирпича начали искать сырье, которое бы подходило для получения клинкера. И уже в 2014 г. на Чайковском кирпичном заводе (Пермский край) был выпущен светлый полнотелый кирпич из глины марки НУПК при температуре 980°C маркой по прочности при сжатии М400 и более, водопоглощением менее 12%. С 2013 г. предприятие ООО «Экоклинкер» (г. Новочебоксарск, Чувашская Республика) использует глину марки НУПК для получения клинкерной плитки. С 2014 г. начали работы по получению клинкерного кирпича на ОАО «Сухоложский огнеупорный завод» с применением глины Нижнеуевского месторождения марки НУПК.

Глина Нижнеуевского месторождения имеет уникальные особенности. Интервал спекания колеблется от 980 до 1300°C. Это позволяет использовать ее для получения как обычного строительного, так и для клинкерного кирпича. Все это обусловлено физико-химическими превращениями при обжиге изделий. Спекание керамических материалов, при котором происходит формирование основных свойств готовой продукции, идет в несколько этапов. Первоначально происходит образование жидкой фазы, посредством которой проходит взаимодействие между частицами, после чего начинается процесс кристаллизации муллита $3Al_2O_3 \cdot SiO_2$. При максимальной температуре происходит перекристаллизация с получением пор, которые помогают диффузионному процессу равномерного распределения и гомогенизации на структурном уровне – стеклофазы, муллита и кристаллов кварца [4].

Образование муллита начинается при температуре 900°C, он образует игловидные, призматические и

Таблица 5
Минеральный состав керамического кирпича на основе глин Нижнеуевского месторождения

Минерал	Химическая формула	Содержание минералов, мас. %*
Гематит	$\alpha-Fe_2O_3$	3–4 / 3,5
Кварц	$\beta-SiO_2$	30–35 / 32,5
Стеклофаза	$R_2O \cdot RO \cdot R_2O_3 \cdot nSiO_2$	46–50 / 48
Анортит	$CaO \cdot Al_2O_3 \cdot 2SiO_2$	6–8 / 7
Диопсид	$CaO \cdot MgO \cdot 2SiO_2$	8–10 / 9
Магнетит	$FeO \cdot Fe_2O_3$	≤0,5
Железо (металлическое)	$\alpha-Fe$	≤0,3

* Перед чертой – пределы содержания, за чертой – среднее значение.

волокнистые кристаллы с ясно различимой совершенной спайностью. Именно образование муллита и различных шпинелевидных модификаций кварца обеспечивает возможность получения высокопрочного керамического кирпича. При температуре 1100–1300°C муллит переходит в новую модификацию – кристобаллит, что способствует большому уплотнению частиц в объеме и, как следствие, к сужению образовавшихся пор. Это приводит к значительному снижению водопоглощения готовых изделий [5].

Таким образом, глины Нижнеуевского месторождения перспективны не только для производства огнеупорных изделий и керамической плитки, но и для производства строительного кирпича объемного окрашивания, а также для производства клинкерного кирпича в соответствии с ГОСТ 530–2012 «Кирпич и камни керамические. Общие технические условия».

Список литературы

1. Бобкова Н.М. и др. Общая технология силикатов. Мн.: Высшая школа, 1987. 288 с.
2. Гомзяков В.В., Клевакин В.А., Иванова О.А. Перспективы развития ОАО «Ревдинский кирпичный завод» на 2007 год // *Строительные материалы*. 2007. № 2. С. 39–41.
3. Гаврилов А.В., Гринфельд Г.И. Краткий обзор истории, состояния и перспектив рынка клинкерного кирпича в России // *Строительные материалы*. 2013. № 4. С. 20–23.

4. Кашеев И.Д., Гомзяков В.В., Клевакин В.А. Производство цветного керамического кирпича // *Вестник УГТУ-УПИ*. 2005. № 14. С. 186–188.
5. Семериков И.С., Михайлова Н.А. Основы технологии художественной керамики. Екатеринбург: УГТУ-УПИ, 2005. 264 с.

References

1. Bobkova N.M. et al. *Obshchaya tekhnologiya silikatov* [General technology of silicates]. Minsk: Vysshaya shkola. 1987. 288 p.
2. Gomzyakov V.V., Klevakin V.A., Ivanova O.A. Perspectives of development of «Revdinskiy brick factory» for 2007. *Stroitel'nye Materialy* [Construction Materials]. 2007. No. 2, pp. 39–41. (In Russian).
3. Gavrilo A.V., Grinfeld G.I. A Brief Review of History, Conditions and Prospects of Clinker Brick Market in Russia. *Stroitel'nye Materialy* [Construction Materials]. 2013. No. 4, pp. 20–23. (In Russian).
4. Kashcheev I.D., Gomzyakov V.V., Klevakin V.A. Manufacture of colored ceramic bricks. *Vestnik UGTU-UPI*. 2005. No. 14, pp. 186–188. (In Russian).
5. Semerikov I.S., Mikhailova N.A. *Osnovy tekhnologii khudozhestvennoy keramiki* [The basic technology of artistic ceramics.]. Ekaterinburg: UGTU-UPI. 2005. 264 p.