**Инженерный вестник Дона, №4 (2015)**

**ivdon.ru/ru/magazine/archive/n4y2015/3457**

Керамический композит матричной структурыс применением нефтешламов

*К.М. Вдовин*

*Оренбургский государственный университет, Оренбург*

Аннотация:Изучены особенности составов и свойств бурового шлама с месторождений Оренбургской области, возможность их применения в производстве керамических изделий по технологии предварительной грануляции исходного сырья и последующего прессования. Выявлена роль жидкого стекла в формировании гранул и свойств синтезированного камня.

Ключевые слова: буровой шлам, техногенное сырье, грануляция, прессование, керамический композит матричной структуры

Благодаря комплексу высоких физико – механических, теплофизических свойств, архитектурной выразительности и долговечностистеновая керамикана протяжении столетий и до настоящего времени занимает лидирующую позицию на строительном рынке.

Однако данные показатели керамические изделия приобретают только при использованиив производстве качественного сырья. Вместе с тем, в последние десятилетия в Оренбургской области наблюдается уменьшение промышленных запасов глин и суглинков, что обуславливает необходимость использовать новые виды сырья, в том числе и техногенные продукты промышленности.

На территории Оренбуржья располагаются месторождения нефти и газа, добыча которых приводит к образованию шламохранилищ. Поэтому особый интерес представляют шламы, образованные при бурении нефтяных и газовых скважин, как продукт параллельного накопления.

В многообразии промышленных отходов нефтяной промышленности буровой шлам это наиболее массовый техногенный продукт. Только за период 2014г. на территории области было накоплено свыше 6млн тонн бурового шлама и шлама нефтеочистки[1]. При этом нельзя не затронуть экологическую составляющую данной проблемы, так как буровой шлам является опасным производственным отходом, IIкласса опасности, что негативно влияет на окружающую среду региона в целом[2].

Процесс утилизации шлама экономически не выгодный, в связи с чем, буровой шлам складируется на территории вблизи с буровой. Несмотря на существующие методики и технологии утилизации, не существует типового решения, которое позволило бы решить данную проблему[3,4].

При этом использование бурового шлама для получения строительной керамики с требуемыми эксплуатационными характеристиками может выступать как альтернатива к решению данного вопроса, при этом данное сырье будет в 2-3 раза дешевле природного, так как оно уже разработано и готово к использованию[5].

В работе исследована возможность применения техногенного сырья – бурового шлама с объектов ПАО «Оренбургнефть» и глина с карьера Бузулукского месторождения в производстве керамических изделий матричной структуры.

Минералогический состав бурового шламапо результатам лаборатории «Геологии и геофизики» СГАСУсложный (табл. 1). Большой процент занимают частицы кальция в виде кальцита≥17 %, кварца,полевые шпаты. В меньшей степени присутствует доломит,барит, аргонит, магнезит, барит, гипс, гидрослюды и глинистые минералы в виде каолинита.

Таблица 1 – Минералогический состав нефтешламов

|  |  |
| --- | --- |
| Наименование | Минеральный состав, содержание, % масс. |
| Кварц | Кальцит | Доломит | Полевой шпат | Гидрослюда |
| Буровой шлам месторождений ПАО «Оренбургнефть» | 24,3 | 17,39 | 6,86 | 25,32 | 18,56 |

Как показали ранее проведенные эксперименты[6], буровой шлам является трудно спекаемым и непластичным материалом (табл. 2)

Таблица 2 – Химический состав проб минеральной части бурового шлама

|  |  |
| --- | --- |
| Наименование | Химический состав, % |
| SiO2 | Fe2O3 | CaO | MgO | SO3 | R2O | Al2O3 | п.п.п | ∑ |
| Буровой шлам месторождений ПАО «Оренбургнефть» | 23,84 | 10,8 | 21,28 | 2,28 | 1,81 | 10,83 | 3,72 | 29,24 | 100,08 |

При приготовлении смеси в качестве связующего применялось жидкое стекло по ГОСТ 13078-81,котороеодновременно играет роль отвердителя на этапе сушки и плавня при обжиге [7].

В настоящее время в производстве керамического кирпича с использованием неспекаемого, непластичного сырья широко применяется метод полусухого прессования[8], разновидностью которого является способ получения керамического композита матричной структуры из гранулированных шихт[9].

В ходе проведения эксперимента сырьевые материалы в виде бурового шлама и глины проходили сушку и помол до класса -0,3 мм с дальнейшей грануляцией на турбопластовом смесителе – грануляторе ТС-020 ООО «Дзержинсктехномаш» до момента образования гранул размером 1-3мм. Опытное количество жидкого стекла вводилось в смесь при грануляции методом распыления.

Изменение размера частиц гранулята зависит от скорости вращения лапоток смесителя и количества натриевого жидкого стекла предварительно разведённого до плотности 1,4÷1,42 г/см3. Параметры исходного сырья гранулята приведены в таблице 1, внешний вид представлен на рис. 1.

а) б) в)

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  |  |  |

Рис. 1 – Внешний вид гранул бурового шлама при скорости вращения лопаток 150 рад/с и влажности массы

а - 18,28 %, б - 18,76 %, в - 18,22 %

Таблице №1

Параметры гранулята

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| №обр. | Состав шихты, % по массе | Масса загрузки,гр | Кол-во жидкого стекла,мл | Кол-во оборотов турболопасти, об/мин. | Влажность гранулята,% |
|
| 1-1 | Шлам 70 Глина 30 | 1000 | 170 | 1500 | 18,76 |
| 1-2 |
| 1-3 |
| 2-1 | Шлам 30 Глина 70 | 1000 | 160 | 1500 | 18,22 |
| 2-2 |
| 2-3 |
| 3-1 | Шлам 20 Глина 80 | 1000 | 160 | 1500 | 18,28 |
| 3-2 |
| 3-3 |
| 4-1 | Глина 100 | 1000 | 140 | 1500 | 15,42 |
| 4-2 |
| 4-3 |

Полученные результаты указывает на то, что увеличение содержания в шихте шлама приводит к повышению расхода жидкого стекла, в тоже время влажность, внешний вид, форма полученных гранул при постоянной скорости вращения турболопастей практически одинаковы.

Из полученных пресс-гранул были отформованы образцы в виде цилиндров (по 3 образца для каждого состава) при давлении прессования 8 МПа (рис. 2).



Рис. 2 – Свежеотформованные образцы – сырец

Сушка производилась при температуре 100 оСдо постоянной влажности в течение 7 часов с последующим обжигом в муфельной печи при температуре 1100 оС и выдержкой образцов в течение 60 минут (рис. 3).



Рис. 3 – Обожженные образцы

На полученных образцах по стандартной методике были определены основные показатели. Результаты исследований приведены в таблице 2.

Введение натриевого жидкого стекла в качестве добавки способствует процессу обжига по механизму жидкофазного спекания по схеме, предло-женной К.К. Стреловым и И.Д. Кащеевым[7]. Высокая шероховатость частиц керамики способствует распределению жидкой фазы по поверхности частиц твердой фазы по механизму растекания. В результате данных процессов происходит сцепление между собой гранул из малопластичного неспекаемого сырья, а при охлаждении их - упрочнение.

Увеличение содержания в шихте шлама приводит при одинаковых технологических условиях к снижению механической прочности образцов на 36 %, средней плотности на 30,2 %, увеличению водопоглощения на 24,6 %. Вместе стем, даже при существенном снижении физико-механических свойств образцов, в состав которых вводилось 70 % шламов, предел прочности при сжатии остается достаточно высоким – 10,3 МПа, а комплекс исследованных свойств позволяет утверждать возможность получения изделий стеновой керамики конструкционного назначения - кирпича марок М75, М100[10],а также конструкционно-теплоизоляционного.

Таблица №2

Результаты испытания керамических образцов

|  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| №обр. | Состав шихты | Давление прессов-ания, МПа | Влажность шихты, %  | Средняя плотностькг/м3 | Водопогло-щение, %  | Предел прочности при сжатии, МПа |
| 1-1 | Шлам 70% Глина 30% | 8 | 8,56 | 1267,2 | 20,1 | 10,10  |
| 1-2 | 8 | 8,58 | 1264,5 | 20,3 | 10,40  |
| 1-3 | 8 | 8,67 | 1240,4 | 20,5 | 10,40  |
| Среднее |   | 8,6 | 1254,4 | 20,3 | 10,30 |
| 2-1 | Шлам 30% Глина 70% | 8 | 9,93 | 1493,0 | 17,48  | 13,10  |
| 2-2 | 8 | 9,90 | 1480,4 | 17,60  | 13,26  |
| 2-3 | 8 | 10,04 | 1457,9 | 17,73  | 13,23  |
| Среднее |   | 10,0 | 1477,1 | 17,61  | 13,20  |
| 3-1 | Шлам 20% Глина 80% | 8 | 11,13 | 1617,8 | 16,33  | 15,88  |
| 3-2 | 8 | 11,04 | 1637,7 | 16,35  | 15,54  |
| 3-3 | 8 | 11,23 | 1628,4 | 16,40  | 15,74  |
| Среднее |   | 11,1 | 1628,0 | 16,36  | 15,72  |
| 4-1 | Глина 100% | 8 | 10,01 | 1801,2 | 15,19  | 16,36  |
| 4-2 | 8 | 9,79 | 1806,9 | 15,08  | 17,72  |
| 4-3 | 8 | 10,07 | 1784,7 | 15,67  | 14,59  |
| Среднее |   | 10,0 | 1797,6 | 15,31  | 16,23  |

Таким образом, полученные результаты позволяют утверждать:

1. Целесообразность применения нефтяного бурового шлама в производстве изделий стеновой строительной керамики.
2. Получение керамического кирпича из малопластичного неспекаемого сырья выполнимо при следующих условиях:

- помол сырья до класса -0,3мм;

- введение в состав шихты дополнительного количества плавня;

- отработки оптимальной скорости образования гранул и влажности.

Литература

 1. Жуков, А.А. Результаты контрольно-надзорной деятельности в части обращения с отходами производства и потребления Управления Росприроднадзора по Оренбургской области по итогам 9 месяцев и задачи на IV квартал 2012 года.// Оренбург: Упр-ние Росприроднадзора, 2012. – 6 с.

2. Кувыкин, Н.А., Бубнов А.Г., Гриневич В.И. Опасные промышленные отходы // Иван. гос. хим.-технол. ун-т., 2004. - 148 с.

3. Баширов В.В. и др. Техника и технология поэтапного удаления и переработки амбарных шламов. - М.: Высш. шк., 1992–120с.

4. Танатаров М.А.и др. Опыт утилизации нефтешламов ЛПДС "Черкассы" Промышленные и бытовые отходы. Проблемы и решения // материалы конференции. ч.1. Уфа, 1996. – С. 231-232.

5. Дубинецкий В.В., Гурьева В.А. Утилизация бурового шлама с последующим применением при производстве строительных материалов // материалы Всероссийской научно-практической конференции. - БГТИ, 2013. – С. 391-398

6. Дубинецкий В.В., Гурьева В.А., Вдовин К.М. Буровой шлам в производстве изделий строительной керамики. // Строительные материалы, 2015, №4.- С. 75-76.

7. Христофоров А.И., Пикалов Е.С. Модификация шихты для про-изводства керамики. // Строительство и реконструкция, 2010, № 4. - С. 78 - 81.

 8. Стороженко Г.И., Столбоушкин А.Ю., Тацки Л.Н. и др. Сравнительный анализ способов подготовки пресс-порошка в технологии керамического кирпича полусухого прессования // Строительные материалы, 2008, № 4. – С. 24-26.

9.Столбоушкин А.Ю. Особенности формирования структуры керамического матричного композита из гранулированных шихт // Известия высших учеб- ных заведений. Строительство, 2008, № 11. – С. 25-32.

10. Дуденкова Г.Я. Введение в действие ГОСТ 530-2012 «Кирпич и камень керамический. Общие технические условия». // Строительные материалы, 2013.№4. С. 4-7.

References

1. Zhukov, А.А. Rezul`tatycontrol`no-nadzornojdeyatel`nosti v chaste obrashhenia s othodami proizvodstva i potrebleniya Upravleniya Rosprirodnadzora po Orenburgskoj oblasti po itogam 9 mesyacev i zadachi na IV kvartal 2012 goda [The results of inspection and enforcement activities in terms of waste production and consumption of Rosprirodnadzor in the Orenburg region in the first 9 months and tasks for the IV quarter 2012].Orenburg: Upr-nie Rosprirodnadzora, 2012. 6 p.

2. Kuvykin, N.А., Bubnov А.G., Grinevich V.I. Opasnye promyshlennye othody. [Hazardous industrial wastes]. Ivan. gos. him.-tehnol. un-t., 2004. 148 p.

3. BashirovV.V.idr.Tehnika I tehnologiya pojetapnogo udaleniya I pererabotki ambarnyh shlamov. [Engineering and technology gradual removal and sludge processing granary]. М.:Byssh. shk., 1992.120p.

4. TanatarovМ.А. idr. Materialy konferencii. ch.1. Ufa, 1996. pp. 231-232.

5. Dubineckij V.V., Gur`eva V.А. Materialy Vserossijskoj nauchno-prakticheskoj konferencii. BGTI, 2013. pp. 391-398

6. DubineckijV.V., Gur`evaV.А., Vdovin К.М. Stroitel`nye materialy, 2015, №4. pp. 75-76.

7. HristoforovА.I., Pikalov Е.S. Stroitel`stvo I rekonstrukciya, 2010, № 4. pp. 78 - 81.

 8. Storozhenko G.I., Stolboushkin A.Ju., Tacki L.N. i dr. Sroitel`nye materialy, 2008, № 4. pp. 24-26.

9.Stolboushkin,А.Ju. Izvestiya vysshyh uchebnyh zavedenij. Stroitel`stvo, 2008, № 11. pp. 25-32.

10. Dudenkova G.Ya. Sroitel`nye materialy, 2013. №4. pp. 4-7.