

Григоренко Е.А.

*Харьковский национальный университет строительства и архитектуры***ПРИМЕНЕНИЕ МЕСТНОГО СЫРЬЯ НА ОСНОВЕ АЛЮМОСИЛИКАТОВ  
В ЖИЛИЩНОМ СТРОИТЕЛЬСТВЕ**

**Введение.** В настоящее время сырьевые ресурсы ограничены. Поэтому применение местного сырья на основе алюмосиликатов в жилищном строительстве является актуальной задачей. Рассматривая в целом сырьевые ресурсы, следует отметить: в земной коре преобладают элементы: О – 46,6, Si – 27,72, Al – 8,13, Fe – 5, Са (Mg) – 4. Первые три элемента составляют широко распространенный минерал – алюмосиликат. Глина состоит из одного или нескольких минералов группы каолинита, монтмориллонита или других слоистых алюмосиликатов (глинистые минералы), но может содержать и песчаные и карбонатные частицы. Содержание главных химических компонентов у большинства глин колеблется в следующих пределах: SiO<sub>2</sub> – 45-70 %, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> – 20-38 %, TiO<sub>2</sub> – 0,4-1 %, Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> – 0,5-8 %, СаО – 0,1-3 %, MgO – 0,1-5 %, K<sub>2</sub>O+Na<sub>2</sub>O – 0,5-5 % и 5-15 % воды [1].

Такая распространенность оксидов алюминия и кремния обуславливает то, что они получили широкое распространение на раннем этапе строительства.

**Цель и задачи.** Одна из разновидностей алюмосиликатов – глина, способна при высыхании выдерживать предельное сопротивление при сжатии от 30 до 150 кг/см<sup>2</sup> и разрыве от 5 до 25 кг/см<sup>2</sup>, что достаточно для применения изделий из глины для производства безобжиговых строительных материалов и как вяжущего материала [1]. Однако прочность необожженных глинистых материалов значительно падает после увлажнения, а при непосредственном соприкосновении с водой они легко разрушаются.

Глина, как строительный материал, известна уже более 9 тыс. лет [2]. Еще несколько десятилетий назад при строительстве большинство сельских домов в Украине использовали глину. Только в

Германии имеется приблизительно 2,2 миллиона фахверковых домов и свыше 200 000 массивных домов из глины. Фахверк появился в XV веке в Европе. Такие дома представляют собой жесткую каркасную систему — вертикальные стойки, балки и раскосы из древесины хвойных пород, пространство между ними заполняется глиной, смешанной с камышом, ветками, соломой.

Многие глинобитные здания, построенные несколько веков назад, сохранились до сих пор. Большинство исторических зданий в Европе, построенных из глины, находится во Франции (15 % зданий построено до 1900 г.). Некоторые глинобитные строения признаны ЮНЕСКО объектами Всемирного наследия. Например, глиняные многоэтажные дома г. Шибамы [3] (Йемен) (рис. 1).



Рис. 1 – Многоэтажные дома г. Шибамы в Йемене.

В г. Шибаме находятся самые высокие жилые глиняные здания в мире, некоторые из них имеют высоту 30 м и более. Все дома построены из сырцового кирпича, высушенного прямо на солнце. Средний срок службы такого дома 2-3 столетия. Старейший дом г. Шибамы построен в 1609 г., большая же часть домов возведена с 1880 по 1915 гг.

В Европе бум глиняного строительства наблюдался в 40-50 гг. XX века, особенно в Германии, что было обусловлено дефицитом, как строительных материалов, так и квалифицированных рабочих. В наше время, хотя вопрос о цене строительства и наличии строительных материалов не стоит так остро, интерес к технологиям строительства из глины и самана не ослабел. В XXI веке установлено, что одним из главных достоинств саманного строительства является их экологичность.

Экологичность объясняется рядом положительных качеств глины. Во-первых, ее не нужно привозить издалека, так как она является местным материалом. Во-вторых, для подготовки и переработки глины не требуется значительных энергетических затрат.

**Результаты исследования.** Можно выделить три направления в технологии строительства саманных домов: 1) сплошное монолитное строительство; 2) строительство из саманных блоков; 3) каркасное строительство с наполнением (утеплением) легким саманом.

Первый вариант. На верху фундамента устанавливается опалубка в толщину будущей стены. Опалубка выполняется из досок, толстой фанеры, обрезков ОСП или металлических листов. Внутри опалубки встраивается армирующий каркас. В опалубку плотно запрессовывают смесь вязкой густой глины с водой и добавлением наполнителя (например, соломы). По мере заполнения опалубку поднимают выше и так возводят стены на нужную высоту.

Второй вариант. Из тяжелого самана (много глиняной смеси – мало соломы) в специальных формах из досок, формируют саманные блоки. Затем их вынимают из форм и сушат, до полного затвердевания – в результате получают очень прочные саманные блоки, способные конкурировать по прочности с кирпичом и блоками из пористых бетонов (прочность при сжатии до 15МПа).

Третий вариант – легкий саман. Возводится двойной каркас необходимой

конструкции из древесины. Промежутки между балками каркаса забиваются легким саманом (много соломы – мало глиняно-водяной смеси). При этом к каркасу прибавляют с двух сторон опалубку из досок, чтобы прессуемый саман четко принял форму стены. Когда стены этажа полностью заполнены легким саманом – опалубку снимают, дают саману дополнительно просохнуть, и затем, покрывают внешнюю поверхность стен глиной.

Наиболее перспективным направлением при возведении жилых объектов является каркасное строительство с использованием в качестве теплоизоляционного материала местного сырья. На практике каркасные дома возводят на основе каркасов из древесины или металла. Для строительства может быть применен имеющийся опыт использования местного сырья на основе алюмосиликатов подтвержденный современными исследованиями [2, 4], а также ранние работы [5-7].

Требования, предъявляемые к глиняным материалам сводятся к получению легко формирующихся глиномасс, обладающих после высыхания необходимой прочностью, атмосферостойкостью и, главным образом, способностью не размываться под действием воды.

На практике для повышения водостойкости по данным Е.П. Будникова, С.В. Потапенко [1, 5] применяли следующие способы:

1. Добавление к глине извести. Блоки из глиноизвестковых материалов значительно быстрее высыхают, чем чисто глиняные, и в сухом состоянии по сравнению с последними обладают более высокой водостойкостью хотя и с некоторой потерей прочности.

2. Обработка глин серной кислотой. Глины после кислотной обработки приобретают большую прочность, лучше поддаются формовке, происходит образование нового пластического материала, обладающего свойствами вяжущего вещества – цемента. Материал назван «керамолит».

3. Пропитка глин смолами (нефтяные, древесные, каменноугольные, газовые, сланцевые смолы) в целях повышения водостойкости. Задача повышения водостойкости сводилась к получению глиняных масс с отдельными элементарными (первичными) или агрегированными частицами, покрытыми тонкими гидрофобными (несмачиваемыми) пленками смолы.

4. Введение в глину растворов веществ содержащих белок (казеин (концентрированный белок животного происхождения, получаемый из отходов молочной промышленности), альбумин (продукт переработки крови животных), клейрот (клеообразный растительный отход, получающийся разломом непищевых жмыхов). В раствор также добавляют щелочь (например, едкий натр) для полного растворения белка, а также гашеную известь в виде известкового молока – для ускорения процесса перевода белоксодержащих веществ в нерастворимое состояние.

На основании ранее выполненных исследований установлено, что блоки из глин обладают достаточной водостойкостью при условии введения в исходный материал жидкого стекла в количестве 30% либо меньшего количества (20%) с введением кремнефтористого натрия, такой материал рекомендован для тонких наружных плит.

Технологии строительства каркасных домов позволяют создавать объекты, не уступающие домам из кирпича в надежности, прочности и долговечности. При этом каркасные дома обладают рядом преимуществ: возможность ускоренного строительства, надежность – передачи нагрузки со стен на элементы каркаса, легкость конструкции, возможность применения свайных фундаментов в виде пустотелых свай, формируемых в грунте [8, 9].

Объединение технологий глиносырцового (саманного) и каркасного строительства позволят устранить указанные выше недостатки при этом, существенно снизив стоимость жилья, поскольку в качестве теплоизоляционных и облицовочных

блоков используется местное сырье. Конструктивная схема жилого дома выполненного по каркасно-саманной технологии показана на рис. 2 [4].

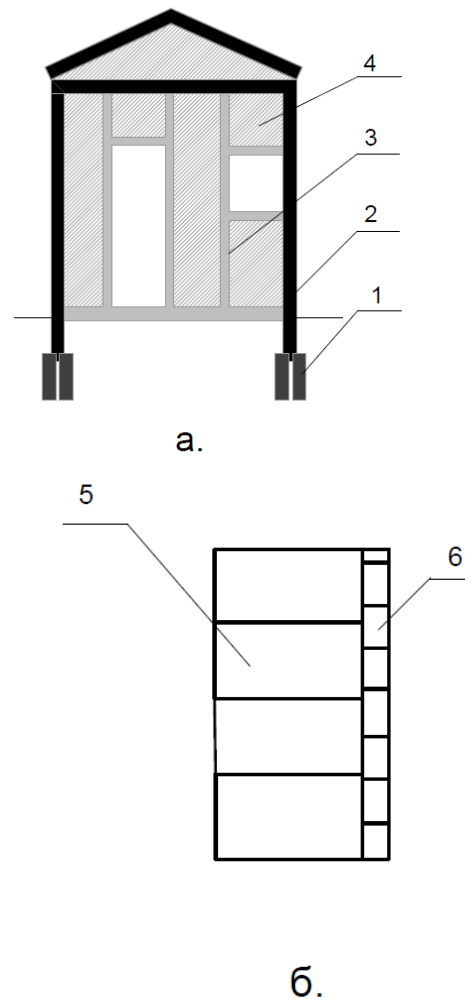


Рис. 2 – Конструктивная схема жилого дома, выполненного по каркасно-саманной технологии.

- а) – схема каркасного жилого здания;  
 б) – фрагмент стены из облицовочного теплоизоляционного материала на основе глины.  
 1 – пустотелые сваи [9]; 2 – несущий каркас;  
 3 – облегченный каркас; 4 – ограждающие изделия из глины; 5 – теплоизоляционные блоки; 6 – облицовочные блоки из водостойкого состава.

**Выводы.** Рассмотрены технологии применения безобжиговых строительных материалов из местного сырья на основе алюмосиликатов в жилищном строительстве. Установлено, что глина имеет ряд положительных качеств и может быть использована в малоэтажном строительстве. Однако более широкому распространению материалов на основе глины

препятствуют недостаточная водостойкость глин, а также значительная усадка элементов из глинистого сырья после высыхания.

Поэтому актуальной задачей дальнейших исследований является повышение водостойкости безобжиговых строительных материалов. Внедрение таких материалов позволит решить задачу применения экологически чистых материалов из местного сырья и снизить себестоимость строительства.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Потапенко С.В. Глины и глинистые породы Украинской ССР: Из-во Акад. СнА УССР. – Киев: Издательство Академии архитектуры Украинской ССР, 1952. – 268 с.
2. Минке Гернот. Глинобетон и его применение. – Калининград: ФГУИПП Янтарный сказ, 2004. – 232 с.
3. <http://ru.wikipedia.org/wiki/Шубам>.
4. Вандоловский А.Г., Григоренко Е.А. Экологически чистый строительный материал для малоэтажного строительства // Научный вестник будівництва. – 2013. – №72. – с. 228-233.
5. Будников Е.П., Пеганов А.А., Чернов В.В. Применение белковых стабилизаторов в строительстве из грунтов // Сообщения Института строительной техники – 1944. – №14. – с. 1-23.
6. Войтик Н.С., Юрченко Ф.М. Глиносърцовое строительство: В помощь сел. строителю / Минстрой БССР. – Минск, 1959. – 160 с.
7. Гасан Ж.Г. Бетони з місцевих матеріалів. – К.: Будівельник, 1969. – 103 с.
8. Рузин Б.В. Строительство из глиносърцовых материалов: Сельская архитектура и строительство / Госстройиздат. – М., 1956. – 136 с.
9. Вандоловский А.Г., Черниговский В.А., Люлька А.О. Экономичный свайный фундамент // Научный вестник будівництва. – 2010. – № 57. – с. 217-222.

УДК 628.313

**Свергузова С.В., Сапронова Ж.А., Шамшуров А.В.**

*Белгородский государственный технологический университет им. В.Г.Шухова,*

**Юрченко В.А.**

*Харьковский национальный университет строительства и архитектуры*

### УТИЛИЗАЦИЯ ОСАДКОВ ВОДООЧИСТКИ В ПРОИЗВОДСТВЕ КЕРАМИЧЕСКОГО КИРПИЧА

Дальнейшее развитие цивилизации ведет к повышению благосостояния и комфортности проживания населения, улучшению качества продуктов потребления и уровня разнообразных услуг. Однако наряду с этим многократно возрастает количество всевозможных твердых, жидких, пасто- и газообразных; отходов - промышленных, бытовых и сельскохозяйственных. Особую тревогу вызывает массивное негативное антропогенное воздействие на водные объекты, загрязнение которых во многих регионах мира подошло к критической черте. Выход из создавшейся ситуации – создание мало- и безотходных технологий переработки отходов и очистки сточных вод.

В настоящее время в технологиях очистки сточных вод широко использу-

ются разнообразные механические, физико-химические и химические методы, для реализации которых применяют химические реагенты и сорбционные материалы, что и нерационально, и дорого. Кроме того, в результате водоочистки образуются крупнотоннажные вторичные отходы – осадки, шламы, пасты и т.д., которые также загрязняют окружающую среду. Таким образом, при этом нарушается принцип рационального использования природных ресурсов и охраны окружающей среды.

Для очистки никель- и медьсодержащих сточных вод предложено использовать пыль электродуговых сталеплавильных печей (ЭДСП) Оскольского электрометаллургического комбината (ОЭМК) Белгородской области (табл. 1). Как вид-