

АНАЛИЗ ВОЗМОЖНЫХ КОНСТРУКЦИЙ СТЕН С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СОЛОМЕННЫХ БЛОКОВ ДЛЯ КЛИМАТИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ АЛТАЙСКОГО КРАЯ

А.Е. Бруй, И.В. Харламов

Данная статья представляет предварительный анализ возможности использования соломенного утеплителя в климатических условиях Алтайского края. Необходимые расчеты влажностного режима ограждающих конструкции зданий и сооружений выполнялись путем моделирование в программном комплексе WUFI Pro ®. По результатам исследований предложен вариант стены, удовлетворяющий требованиям теплоэффективности и долговечности.

Ключевые слова: энергоэффективный материал, соломенный блок.

Введение

На сегодняшний день проблема роста цены на энергоносители является актуальной. Энерго- и ресурсосбережение является генеральным направлением современной технической политики Российской Федерации в области строительства. В комплексе мер по энергосбережению большое значение имеет повышение теплозащиты ограждающих конструкций, и как вследствие снижения затрат на отопление.

Проводя анализ всех конструктивных схем, а так же существующих зданий в Алтайском крае, возведенных как в советское время, так и современных, прослеживается явная тенденция к применению строительных материалов, выпускаемых индустриально, таких как железобетонные панели, кирпич, трехслойные панели типа «сэндвич». Как показывает практика, использование их в качестве ограждающих конструкций зачастую не только нецелесообразно по экономическим соображениям, но и негативно в экологическом плане.

Повышение теплоэффективности «старыми» материалами ведет к серьезному росту стоимости всего объекта, а это неизбежно вызывает конфликт интересов. Кажется, что данную проблему возможно решать только путем использования новых «суперсовременных» строительных материалов, дешевых и эффективных, и, как минимум с применением нанотехнологий.

Предлагаемое решение

Поиск показал, что ограждающей конструкцией, отвечающей всем этим условиям, может быть простая солома, сформированная в блок. Традиционно солома считается отходами сельского

хозяйства. Зачастую ее используют в качестве подстилки для крупного рогатого, органического удобрения или же просто сжигают после сбора урожая. Тем не менее, за последнее столетие, область применения соломы значительно расширилась, и люди по всему миру стали рассматривать ее в качестве строительного материала.

Существует три конструктивных решения с применения этого природного материала в строительстве:

1. Классический, неизменный с 1896 года. Несущая стена выполнена из сложенных с перевязкой соломенных блоков, с последующим оштукатуриванием с двух сторон глиной. Данный вариант подразумевает наименьшую трудо- и ресурсоемкость. Такая стена высотой 2,5 м и шириной 3,5 м выдерживает вертикальную нагрузку от 6000 и боковую от 350 кг, что вполне достаточно для возведения перекрытия или покрытия без дополнительного усиления;

2. Каркасный с заполнением проемов блоками. Этажность и конфигурация такого здания не ограничена, так как солома используется только в качестве эффективного утеплителя;

3. Деревянные панели с соломенным утеплителем. Наиболее технологичный вариант, позволяющий в кратчайшие сроки смонтировать здание с соломенным утеплителем. Панели изготавливаются в цехе с соблюдением всех технологических требований.

Несмотря на знания, накопленные в результате практического строительства с использованием соломы [1], значительная неопределенность остается относительно того, как моделировать динамические гидротермальные процессы и их долгосрочное поведение [2].

При исследовании ограждающей конструкции с утеплителем в виде соломенных блоков, рассматривались три варианта конструкции стены (рисунок 1), в двух влажностных режимах внутреннего помещения.

Среди множества программ по теплотехническому расчету WUFI имеет ряд преимуществ. Программа позволяет высчитать одновременный переход тепла и влаги внутри компонентов стен или планов здания. Программа соответствует стандарту EN 10456. Максимальное количество расчетных точек ограничено только физическими размерами модели, вычислительной мощностью и объемом жесткого диска [3].

Программный комплекс WUFI обладает обширной базой строительных материалов, однако соломенный блок отсутствовал в библиотеке. Характеристики материала были заданы параметрически, основываясь на исследовании бельгийских ученых [4].

При этом были приняты следующие параметры:

- Плотность – 100 кг/м³;
- Пористость – 0,9%;
- Удельная теплоёмкость – 2000 Дж/(кг·К);
- Коэф. теплопроводности – 0,085 Вт/(м·К);
- Коэф. сопрот. диффузии пара – 2;
- Коэф. водонасыщения – 0,05.

Климатические условия использовались для города Барнаула за 2012-2013 гг.

Внутренние условия:

- Температура в помещении +21°C ± 1;

- Нормальный влажностный режим – 50% ± 10;
- Режим повышенной влажности – 80% ± 20.

Основным параметром мониторинга была выбрана влажность внутри соломенного блока, так как при превышении этого параметра более 18% способствует гниению соломы [2].

Результаты моделирования конструкции стены А (рисунок 2) показали, что соломенный утеплитель за летний период набирает влажность, а в зимний теряет. Однако амплитуды отдачи не хватает, и с каждым циклом блок все больше будет накапливать влагу. Испытание в режиме повышенной влажности нецелесообразно, так как конструкция стены в первом же цикле превысила допусаемую норму.

Моделируя конструкцию стены Б в различных влажностных режимах, наблюдается резкий набор влажности в летний период, и некоторое ее снижения в зимний (рисунок 3). График содержания воды при режиме повышенной влажности (рисунок 4) более крутой и не имеет участков снижения влагосодержания.

Испытания показали неработоспособность данной конструкции стены. Наиболее удачным, с точки зрения содержания и накопления влаги, является конструктив стены В.

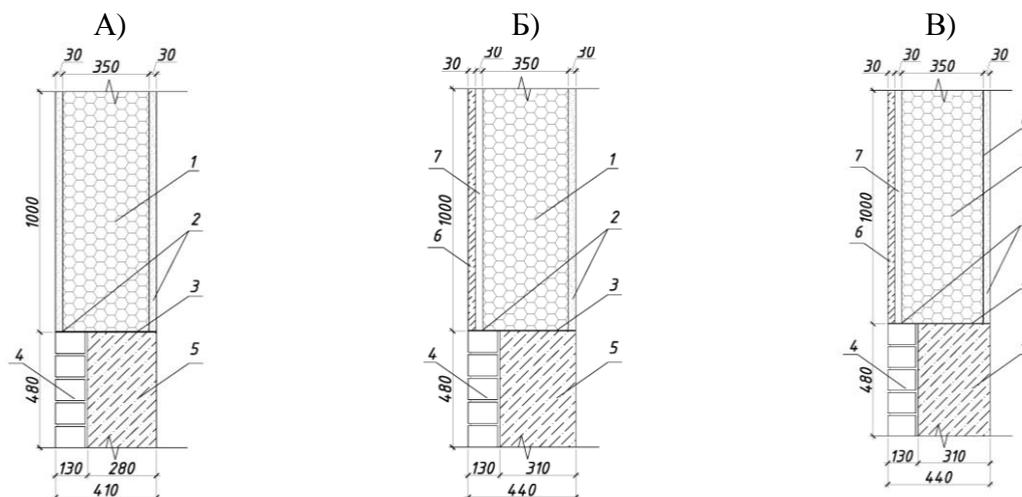


Рисунок 1 – Три варианта конструкции стены с соломенным утеплителем:

- А – вариант с двусторонней штукатуркой; Б – с наружной отделкой и зазором для вентиляции утеплителя; В – то же самое, но с пароизоляцией с внутренней стороны; 1 – соломенный блок; 2 – цементно-известковая штукатурка; 3 – рубероид; 4 – кирпичная кладка из бетонного кирпича; 5 – бетон В12.5; 6 – наружная деревянная облицовка; 7 – вентиляционный зазор; 8 – слой пароизоляции

АНАЛИЗ ВОЗМОЖНЫХ КОНСТРУКЦИЙ СТЕН С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СОЛОМЕННЫХ БЛОКОВ ДЛЯ КЛИМАТИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ АЛТАЙСКОГО КРАЯ

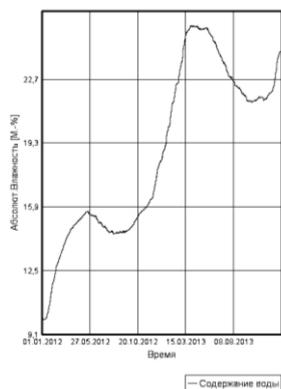


Рисунок 2 – Моделирование конструкции стены А в нормальном влажностном режиме

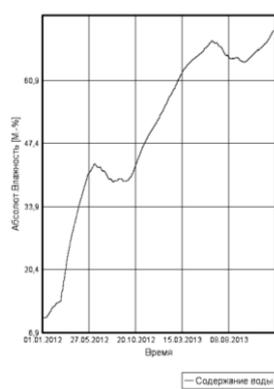


Рисунок 3 – Моделирование конструкции стены Б в нормальном влажностном режиме

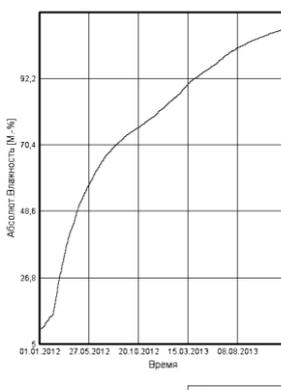


Рисунок 4 – Моделирование конструкции стены Б в режиме повышенной влажности

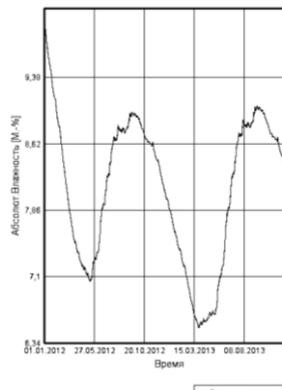


Рисунок 5 – Моделирование конструкции стены В в нормальном влажностном режиме

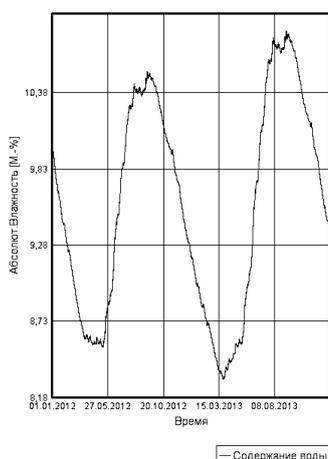


Рисунок 6 – Моделирование конструкции стены В в режиме повышенной влажности

Казалось бы, отличие от стены Б всего лишь в слое пароизоляции на внутренней границе соломы, однако именно он способствует нормальному циклическому накоплению и удалению влаги в летний и зимний период соответственно.

Как видно из графиков (рисунки 5, 6), кривая абсолютной влажности в обоих режимах не превышает 12%, что удовлетворяет установленным ранее требованиям.

Заключение

Из результатов моделирования стен с соломенным утеплителем следует, что применение данного материал в климатических условиях Алтайского края возможно.

Рекомендуемая к использованию конструкция стены с внутренним слоем пароизоляции (тип В) удовлетворяет условиям теплоэффективности и долговечности.

Постоянное развитие методов применения и расчета соломенных блоков доказывает, что такие стены конкурентоспособны с точки зрения как эффективности, так и цены.

Более того, низкое влияние на окружающую среду и здоровье человека, доступность, делают соломенный блок очень

интересным и перспективным изоляционным материалом, который должен быть рассмотрен подробно

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. King, B. // Design of Straw Bale Buildings: The State of the Art. Green Building Press – 2006. [Электронный ресурс]. URL: <http://greenbuildingpress.com/design-of-straw-bale-buildings/> (дата обращения 18.03.2014).
2. Wihan, J. // Humidity in straw bale walls and its effect on decomposition of straw. PhD – 2007. [Электронный ресурс]. URL: <http://www.jakubwihan.com/pdf/thesis.pdf/> (дата обращения 18.03.2014).

3. UFI's PRO official site // introduction – 2014 [Электронный ресурс]. URL: <http://www.wufi-pro.com/> (дата обращения 18.03.2014).
4. Evrad, A., Louis, A., Biot, B., Ubois, S. // Moisture Equilibrium in Straw Bale Walls – 2012 [Электронный ресурс]. URL: <http://www.plea2012.re/pdfs/T08-20120130-0048.pdf/> (дата обращения 18.03.2014).

Бруй А.Е. – студент, E-mail: bruy1991@yandex.ru; **Харламов И.В.** – к.т.н., профессор, E-mail: hiv@mail.altstu.ru, Алтайский государственный технический университет.

УДК 621.926:519

ЛОГИСТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ПРОЦЕССОВ ИЗМЕЛЬЧЕНИЯ И СМЕШИВАНИЯ В ТЕХНОЛОГИИ ПРИГОТОВЛЕНИЯ СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ

Ю.А. Веригин, Я.Ю. Веригина

В работе проводится совместный анализ процессов измельчения исходного сырья до ультра дисперсного состояния и смешивания материалов в технологии приготовления бетона с последующей разработкой принципиальной логистической модели.

Предлагаемая логистическая модель позволяет детализировать наблюдаемые процессы и наметить пути их оптимизации.

Ключевые слова: измельчение, слесообразование, логистические модели, параметры измельчения и смешивания материалов.

Для анализа технологического процесса в строительстве, либо рабочего процесса машин и аппаратов при переработке сырья следует учитывать, что любой процесс основан на протекании нескольких взаимно противоположных (конкурирующих) явлениях. Например, таких, как смешивание и сепарация (рисунок 1), диспергирование и агрегация (рисунок 2), уплотнение и рыхление, обводнение и осушение, которым одновременно сопутствуют такие эффекты, как физико-химические проявления при растворении вяжущих, реакции термолитиза, либо разрушение внутренних структурных связей вещества и т.п., обеспечивающие выполнение технологических требований к получению готовой продукции.

Опираясь на известные принципы синергетики, можно заключить, что наличие подобных эффектов характерно для не-саморазвивающихся сложных, наследственно необратимых систем [1].

Основными признаками таких систем является их развитие на основе внутренних

противоречий, активизирующихся за счет источников энергии и негэнтропии, подаваемых на вход системы.

Сложность технологических процессов строительства, например, при приготовлении материалов, заключается в том, что исходные сырьевые компоненты, являясь по своему составу дискретными грубодисперсными телами с обширной прерывистой или непрерывной гранулометрией, имеют различную поверхностную энергию (химическую активность и т.п.), по-разному проявляют ее при воздействии рабочего органа машины.

Сложность технологических процессов строительства, например, при приготовлении материалов, заключается в том, что исходные Это требует корректности при выборе технологического оборудования и оптимизации его эксплуатационных параметров.

Смесительный (С) и измельчающий (И) агрегаты – (СИА) образуют с обрабатываемой средой (ОС) единую систему «рабочий орган – обрабатываемая среда» замкнутую в ограниченном объеме аппарата. В результа-