

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ОТХОДОВ РАСТЕНИЕВОДСТВА ДЛЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ЦЕМЕНТНЫХ И ГИПСОВЫХ МАТЕРИАЛОВ

М.В. Зеленцова, А.Н. Романов

Исследовано влияние растительных и минеральных добавок на термостойкость цементных и гипсовых материалов. Показано, что одновременное добавление измельченной соломы злаковых культур и минеральных солей, образующих кристаллогидраты, значительно замедляет скорость возрастания температуры цементных материалов, с растительными и минеральными добавками при нагревании.

Ключевые слова: солома злаковых культур, кристаллогидраты минеральных солей, цемент, гипс.

ВВЕДЕНИЕ

Солома злаковых культур, относящаяся к отходам растениеводства, является весьма ценным сырьем, которое может быть использовано в разных отраслях народного хозяйства, в частности, для производства экологически чистых строительных материалов. Однако в настоящее время утилизация соломы происходит зачастую путем ее сжигания на полях, что приводит к загрязнению атмосферы продуктами горения, вредными для здоровья человека.

В работе [1] показана возможность создания материалов, состоящих из смеси древесных опилок и кристаллогидратов минеральных солей. Является перспективным создание растительно-минеральных материалов, в которых наряду с древесными опилками используются отходы растениеводства, в частности измельченная солома злаковых культур, обладающая, как и древесные опилки, низким коэффициентом теплопроводности. Одним из недостатков соломы как строительного материала является ее низкая термостойкость, характеризующаяся высокой степенью возгораемости и возможностью длительного тления. Возможно использование измельченной соломы в качестве добавок при изготовлении цементных и гипсовых плит.

В [2] приведено описание способов изготовления гипсовых плит заключающихся в том, что гипсовая плита имеет гипсовую сердцевину, облицовку из стекловолокнистого материала, снаружи покрытого специальным составом, содержащим минеральный наполнитель из гидратированной окиси алюминия, карбоната кальция, и их смеси. Для повышения термостойкости в стеновой элемент, изготовленный из цемента, добавляли

глауберову соль, претерпевающую фазовый переход [3].

В данной работе исследована возможность создания новых цементных или гипсовых слоистых материалов, содержащих измельченную солому, кристаллогидраты минеральных солей и способных при нагревании с одной стороны удерживать на другой стороне температуру на заданном уровне достаточно длительное время без возгорания. Подобные материалы могут найти широкое применение в строительстве, при отделке жилых и нежилых помещений, а также в изготовлении термостойких покрытий, трудногораемых утеплителей.

МЕТОДИКА ЭКСПЕРИМЕНТА

Физической основой для создания цементного или гипсового слоистого материала, содержащего растительно-минеральные компоненты, является существование большого класса веществ, способных при определенной температуре изменять внутреннюю структуру и физические свойства. К подобным веществам относятся кристаллогидраты минеральных солей: сода ($\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$), мирабилит ($\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$), бура ($\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$), эпсомит ($\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$) и др. При поглощении подводимого тепла происходит реакция распада кристаллогидрата на соль и кристаллизационную воду, идущая ступенчато, с поглощением энергии за счет фазовых переходов второго рода и постепенным отщеплением молекул воды от кристаллической решетки соли.

Для исследований использовали затвердевшие после перемешивания с водой цементные и гипсовые образцы толщиной 1 см, содержащие помимо связующих веществ (воды, цемента, гипса) также измельченную

солому злаковых культур и кристаллогидраты солей $\text{Na}_2\text{SO}_4 \times 10\text{H}_2\text{O}$, $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \times 10\text{H}_2\text{O}$.

Используемый в качестве минеральной добавки кристаллогидрат распределяли по всему объему материала, в результате этого при повышении температуры происходило разрушение кристаллогидрата и пропитка водно-солевым раствором соломы, что предотвращало ее возгорание.

Для качественной оценки термостойкости материала исследовали зависимости температуры t удаленной от нагревателя поверхности образца от времени нагревания τ нижней границы образца. Нагреваемый образец приводили в соприкосновение с плоским электрическим нагревателем. Одновременно проводили измерение температуры на поверхности нагревателя и на удаленной от него поверхности материала. Измерения температуры проводили термометром (рабочее тело-этанол) и мультиметром марки DT-838. Погрешность измерения температуры составила $\pm 1^\circ\text{C}$.

РЕЗУЛЬТАТЫ ЭКСПЕРИМЕНТА

На рисунке 1. приведены зависимости температуры на нижней (1), соприкасающейся с нагревателем, и верхней (2, 3) поверхности плоскостойких образцов цемента (2) и гипса (3) от времени их нагревания τ .

Видно, что до температуры $\sim 100^\circ\text{C}$ зависимости $t(\tau)$ до десятой минуты, одинаковы, а при дальнейшем нагревании наблюдается их существенное различие. Температура на верхней границе для цементного образца продолжает возрастать, а для гипса стабилизируется и в течение последующих 25 минут не изменяется, несмотря на то, что на нижней границе температура достигает 400°C . Подобное поведение может быть связано с наличием в гипсе кристаллизационной воды.

На рисунке 2 приведены зависимости температуры от времени нагревания на верхней границе для цементных образцов без добавок (1), с добавкой только измельченной соломы (2), с добавкой измельченной соломы и кристаллогидрата (3).

Из сравнения графиков следует вывод, о том, что одновременное добавление соломы и кристаллогидратов способствует снижению температуры на удаленной от нагревателя границе, что, в свою очередь, означает повышение термостойкости цементного образца, содержащего растительно-минеральные добавки.

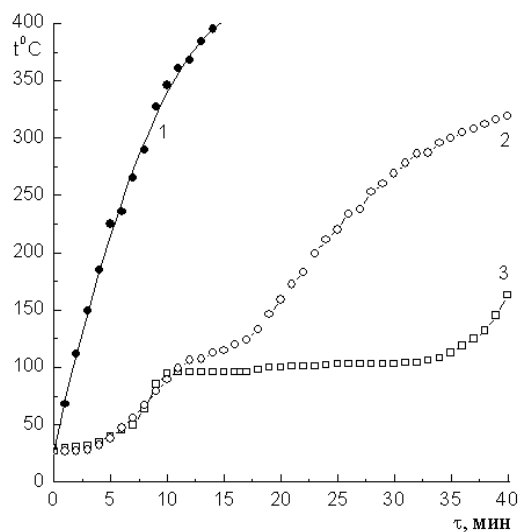


Рисунок 1. Зависимости температуры от времени нагревания на нижней (1) и верхней границах образцов цемента (2) и гипса (3).

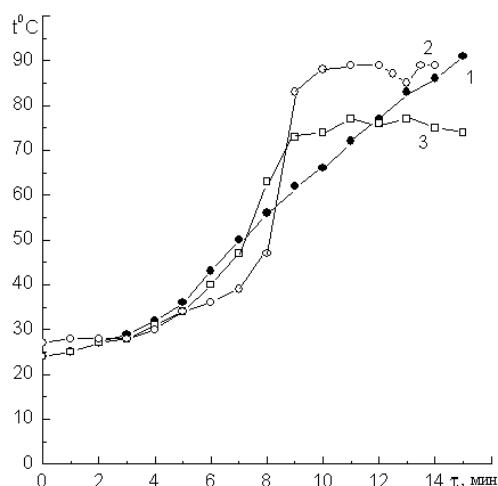


Рисунок 2. Зависимости температуры от времени нагревания для цементных образцов без добавок (1), с добавкой измельченной соломы (2), с добавкой измельченной соломы и кристаллогидрата (3).

Из сравнения приведенных на рис. 3 зависимостей (1) и (2) для гипса без добавок и гипса с добавкой измельченной соломы, равномерно распределенной по всему объему образца, следует с добавлением соломы термостойкие свойства образца ухудшаются, т.к. повышение температуры происходит раньше, при этом наблюдается тление отдельных соломинок, оказавшихся вблизи нагреваемой поверхности.

Для предупреждения эффектов возгорания или тления измельченную солому предварительно вымачивали в жидком гипсовом растворе, а затем вместе с кристаллогидратом соли $\text{Na}_2\text{SO}_4 \times 10\text{H}_2\text{O}$ добавляли в густой гипсовый раствор перед его затвердеванием. Зависимость $t(\tau)$ для данного случая приве-

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ОТХОДОВ РАСТЕНИЕВОДСТВА ДЛЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ЦЕМЕНТНЫХ И ГИПСОВЫХ МАТЕРИАЛОВ

дена на графике (3). Из сравнения графиков (1) и (3) видно, что добавление в густой гипсовый раствор и кристаллогидрата соли $\text{Na}_2\text{SO}_4 \times 10\text{H}_2\text{O}$ и соломы, предварительно выдержанной в жидком гипсовом растворе (пропитанной гипсом), снижает температуру на внешней поверхности образца, что соответствует улучшению термостойких свойств материала.

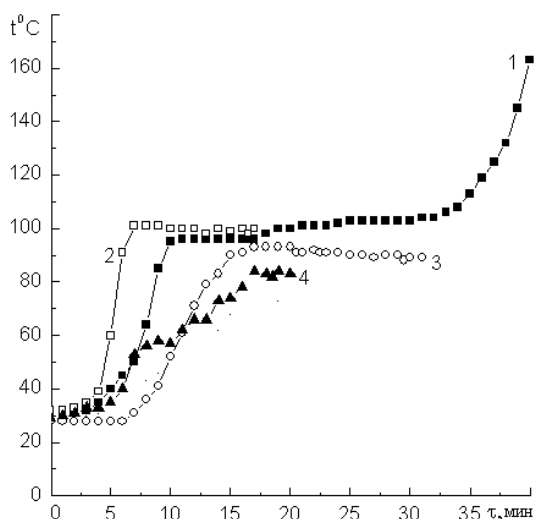


Рисунок 3. Зависимости температуры от времени нагрева на верхней границе образцов гипса без добавок (1), (2-4) – с минеральными и органическими добавками (объяснения в тексте).

На графике (4) приведена зависимость $t(\tau)$ для образца с добавками измельченной соломы, выдержанной в насыщенном растворе Na_2SO_4 . Видно, что температура на внешней поверхности образца возрастает еще меньше.

Из сравнения графиков следует, что добавление в гипс только соломы не улучшает существенным образом температурных свойств материала. В то же время одновременное добавление соломы и кристаллогидратов приводит к тому, что температурное плато начинается при 80°C, т.е., существенно ниже.

На рисунке 4 приведены зависимости $t(\tau)$ на верхней границе образца от времени термического воздействия при температуре нагревателя 350°C, соответствующие гипсу без добавок (1), гипсу с добавлением кристаллогидрата в объемном соотношении сухой але-

бастр:кристаллогидрат–2:1 (2), гипсу с добавлением кристаллогидрата в том же соотношении и измельченной соломы, выдержанной в растворе Na_2SO_4 (3).

Из графиков видно, что добавление в гипс кристаллогидрата и измельченной соломы способствует понижению температуры на поверхности образца.

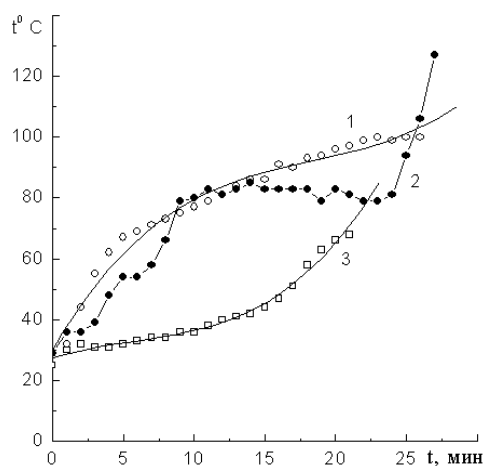


Рисунок 4. Зависимости температуры на верхней границе образца гипса от времени термического воздействия при температуре нагревателя 350°C: 1 – гипс без добавок, (2, 3) – с добавками (пояснения в тексте).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Результаты проведенных исследований наглядным образом показывают возможность создания цементных и гипсовых материалов с добавками измельченной соломы и кристаллогидратов минеральных солей. Изменение количеств добавляемых веществ позволяет создавать цементные и гипсовые материалы с требуемыми теплопроводными и термостойкими свойствами.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Романов А.Н., Романова Н.А. // Ползуновский вестник. 2010. №1. С. 156-159.
2. Леклерк Клод (FR) Гипсовая плита и способ ее изготовления / Патент RU №2266999, 2001.
3. Kallsrom K. Fire resistant wall element US Patent № 4814217, 1999.