

**Висновки та результати.** Широке застосування програма 3D MAX знаходить при створенні об'ємного макета будівлі, важко уявити собі новий проект в обсязі, лише за кресленнями. Промальовування різних варіантів і різних планів забирають багато часу. Побачити нову будівлю очима проектувальника – допоможе даний програмний комплекс.

### **Література:**

1. Чумаченко И.Н. Крок за кроком 3D Max 8. М: АСТ. 2007. 608 с.
2. Макаров М. 3DS MAX. Матеріали, освітлення та візуалізація. Видавництво «Пітер», 2005.
3. Бондаренко М.Ю., Бондаренко С.В., 3D Max-2008 за 26 уроків (+ CD), 1-е видання, Видавничий дім «Діалектика», 2008. 304 с.
4. Сазанів Е.А. Архітектурна візуалізація в програмі Autodesk 3D Max 2015. Омськ, 2016.

**УДК 691.53**

## **ИССЛЕДОВАНИЕ КИНЕТИКИ ТВЕРДЕНИЯ МИНЕРАЛЬНЫХ ВЯЖУЩИХ, МОДИФИЦИРОВАННЫХ ПОЛЯРНЫМИ ПОЛИМЕРАМИ**

**Бильков К.Б.,** *зр. ПСК-270т,*  
**Кравчук М.Р.,** *зр. ПСК-270т*

*Научный руководитель – Семенова С.В., к.т.н., доцент  
(кафедра Химии и экологии, ОГАСА)*

**Аннотация.** Одним из способов регулирования сроков схватывания и управления процессами твердения минеральных вяжущих является использование в качестве добавки полярных полимеров. При добавлении в гипсовое тесто, а особенно в портландцемент, высокомолекулярных спиртов, в том числе и поливинилового спирта (ПВС), образуются структуры различного пространственного масштаба, которые определяют физико-химические и механические свойства минеральных вяжущих, модифицированными органическими полимерными добавками. Проведенные исследования показали, что введение добавки ПВС увеличивает сроки схватывания гипсового теста, и повышает пластическую прочность твердеющего материала.

**Актуальность.** В современной строительной индустрии актуальной задачей является получение композиционных материалов на основе минеральных вяжущих с требуемыми физико-химическими свойствами. Для решения этой задачи, на наш взгляд, необходимо научиться управлять процессами структурообразования в твердеющих вяжущих материалах [1]. Одним из методов управления сроками схватывания и процессами твердения вяжущих веществ является введение полимерных добавок на основе полярных полимеров [2].

В наших исследованиях мы в качестве вяжущих веществ использовали строительный гипс марки Г-5 и портландцемент марки 400, а в качестве полимерной добавки – поливиниловый спирт (ПВС). Химическая формула ПВС –  $[-\text{CH}_2\text{CH}(\text{OH})-]_n$ . ПВС представляет собой термопластичный полимер, который характеризуется наличием в макромолекулах разветвлений, ацетатных и вицинальных групп ОН [3]. Контролировали пластическую прочность на протяжении всего времени твердения и сроки схватывания растворов с различной концентрацией добавки.

При добавлении в гипсовое тесто, а особенно в портландцемент, высокомолекулярных спиртов, в том числе и поливинилового, образуются структуры различного пространственного масштаба, которые определяют физико-химические и механические свойства минеральных вяжущих модифицированными органическими полимерными добавками. Полимерные материалы на основе высокомолекулярных спиртов обладают высокой сольватирующей способностью по отношению к кислотам Льюиса, благодаря возможности образовывать большое число водородных связей [4]. Поэтому применительно к вяжущим веществам, должно наблюдаться сильное взаимодействие, как с самими вяжущими веществами, так и с продуктами их гидратации (со всеми ионными кристаллами). Кроме того, может иметь место взаимодействие с  $\text{SiO}_2$ . Благодаря тому, что гидроксильные группы находятся в 1,3-положении, образовавшийся хелатный шестичленный цикл, может обладать повышенной устойчивостью. Рассмотрение геометрических параметров звена полимерной цепи показывает, что в одной из возможных конформаций расстояние между атомами водорода групп ОН практически совпадает с радиусом иона  $\text{Ca}^{2+}$ , что может рассматриваться как еще одно подтверждение эффективности полимера, как сольватирующего агента, для минеральных вяжущих.

Рассмотрим возможный механизм участия полимерной добавки в физико-химических процессах в портландцементе. При взаимодействии минералов портландцемента с водой образуется

гидроксид кальция, который может реагировать с высокомолекулярными спиртами по следующей схеме (рис. 1):

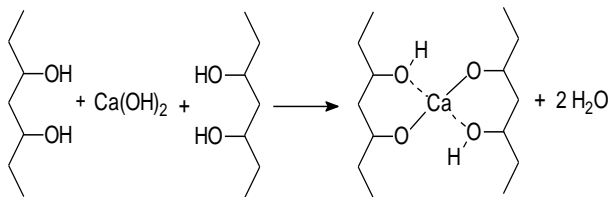


Рис. 1. Схема химического взаимодействия гидроксида кальция с высокомолекулярными спиртами

Таким образом, введение полярных полимеров может оказывать существенное влияние на химические процессы, происходящие при твердении вяжущих веществ. Исследования показали, что введение добавки ПВС изменяет сроки схватывания гипсового теста, влияет на пластическую прочность твердеющего материала (рис. 2).

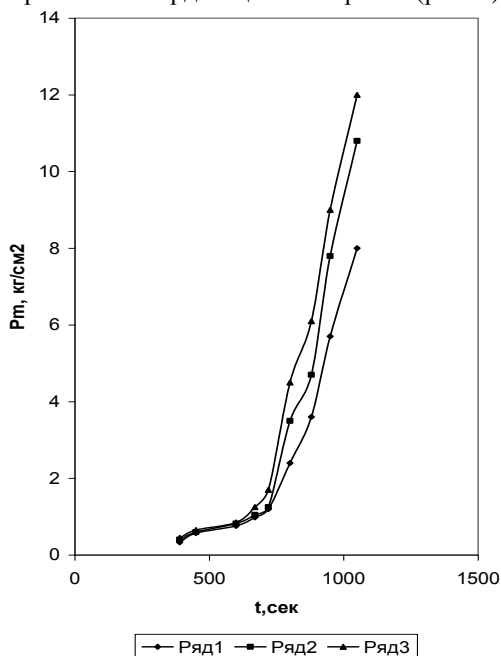


Рис. 2. Пластическая прочность гипсового теста с различной концентрацией добавки ПВС: ряд 1 – вода,  $C = 0$ ; ряд 2 –  $C = 5\text{мг/мл}$ ; ряд 3 –  $C = 10\text{мг/мл}$

Так, введение добавки с концентрацией  $C=5\text{мг/мл}$  приводит к увеличению пластической прочности на протяжении всего времени твердения гипсового теста. Дальнейшее увеличение количества добавки ( $C=10\text{мг/мл}$ ) также повышает пластическую прочность твердеющего вяжущего. Незначительно увеличиваются и сроки схватывания твердеющих систем.

**Выводы.** Результаты наших исследований показали, что использование поливинилового спирта в качестве добавки к минеральным вяжущим существенно влияет на кинетику их твердения, а также увеличивает их пластическую прочность. Упрочняющий эффект вводимой добавки находит интерпретацию на молекулярно-структурном уровне – вводимая добавка способна эффективно связывать ионы кальция и взаимодействовать с поверхностью кремнезема. Эти факты являются предпосылками для улучшения прочностных характеристик исследуемого материала введением поливинилового спирта в качестве добавки.

Изучение влияния добавки ПВС на основные физико-механические характеристики минеральных вяжущих веществ является задачей дальнейших исследований.

#### Литература:

1. Выровой В.Н., Довгань И.В., Семенова С.В. Особенности структурообразования и формирования свойств полимерных композиционных материалов. Одесса: ТЭС, 2004. 170 с.
2. Справочник по композиционным материалам в двух книгах. Под ред. Дж. Любина: Пер с англ. М.: Машиностроение, 1988. 448 с.
3. Батцер Г. Введение в химию высокомолекулярных соединений: Пер. с нем. М.: Издательство иностранной литературы, 1960. 256 с.
4. Ван Кревелен Д.В. Свойства и химическое строение полимеров: Пер. с англ. М.: Химия, 1976. 416 с.