

## РЕОЛОГИЧЕСКИЕ ПАРАМЕТРЫ ЖИДКОЙ ФАЗЫ ПОЛИМЕРНЫХ КОМПОЗИЦИЙ

Москалёва К.М. ассистент

Одесская государственная академия строительства и архитектуры, Украина

Для обеспечения качества материала сухая строительная смесь (ССС) должна обладать строительно-технологическими свойствами смесей ручного нанесения, кроме того за короткое время перемешивания с водой должна обеспечить однородность и сохранить рабочие свойства в течение заданного времени. Перечисленные свойства смесей обеспечиваются такими реологическими характеристиками как вязкость, тиксотропия и темп разрушения структуры. Чтобы понять совокупность ряда взаимосвязанных физико-химических явлений формирования структуры полимерцементного материала необходимо провести исследование структурообразования при имитации условий жидкой фазы.

Так как в процессе структурообразования цементного камня гидроксид кальция является матрицей для внедрения в него различных элементов и ионов с последующим образованием гидратных соединений [1], то в качестве жидкой фазы в исследованиях применялся насыщенный известью раствор. В дальнейшем этот раствор был наполнен полимерными модификаторами различной природы [2].

В первом случае исследовались три полимера в насыщенном растворе  $\text{Ca}(\text{OH})_2$ . Редиспергируемая добавка Vinparas в количестве 3,5 г на 100 г раствора, воздухововлекающая добавка Hostapur – 0,05 г и водоудерживающая добавка Tylose – 0,8 г на 100 г раствора. Суммарное количество полимеров равнялось 4,35 г на 100 г известкового раствора с соотношением  $3,5:0,05:0,8 = 4,38:0,063:1$ . Присутствие полимеров в жидкой фазе приводит «водный раствор»  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  в неньютоновскую вязко-пластичную жидкость [3], кривая вязкости которой описывается как:

$$\ln \eta = \ln K + m \cdot (\ln \dot{\gamma}'), \quad (1)$$

что соответствует уравнению Оствальда-Вилля [3]  $\eta = K \cdot (\ln \dot{\gamma}')^m$ . Коэффициент K равен эффективной вязкости  $\eta$ , Па·с, при скорости сдвига  $\dot{\gamma}' = 1 \text{ с}^{-1}$ , а показатель степени  $m < 0$  характеризует темп разрушения неньютоновской структурированной жидкости при сдвиговых деформациях – чем выше  $|m|$ , тем менее устойчива структура жидкости при течении.

1. Сравнение влияния полимерных добавок на эффективную вязкость ( $\eta$ ) при повышении их концентрации с минимума до максимума.

Уравнение, описывающее вязкость жидкой фазы насыщенной  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  содержащей минимальное количество полимеров выглядит следующим образом:

$$\ln \eta \{P[...]\} = 2,03 - 0,58 \ln \dot{\gamma}' \quad (2)$$

Прямая, описанная этим уравнением отображена на рис. 1.

Если в модельной смеси увеличить концентрацию полимеров до 14,75 г на 100 г известкового раствора, то это приводит к уменьшению доли воды в модельном растворе с 0,96% до 0,87%, что вместе с повышением концентрации полимера ведет к увеличению функции. Уравнение, которое описывает прямую вязкости (рис.1) при максимальном содержании модификаторов имеет следующий вид:

$$\ln \eta \{P[V,H,T]\} = 4,94 - 0,59 \ln \dot{\gamma}' \quad (3)$$

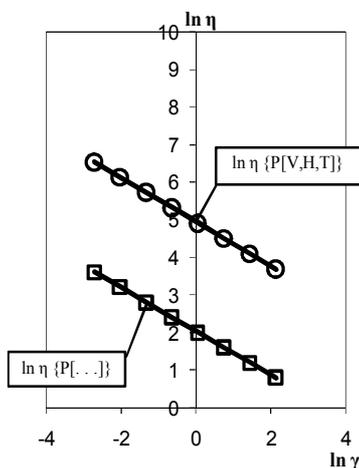


Рис. 1. Зависимости вязкости при максимальном и минимальном содержании модификаторов

При нижнем уровне дозирования полимерных компонентов в модельной смеси их концентрация сравнительно невысока. Макромолекулы достаточно подвижны в водной среде и при гипотезе равномерного распределения образуют мозаичную структуру, которая при увеличении градиента скоростей деформации начинает разрушаться в результате эффективная вязкость модельной смеси снижается. При верхнем уровне концентрации полимерных компонентов или совместном введении их в «водный раствор» Ca(OH)<sub>2</sub> подвижность макромолекул уменьшается, они физически связывают значительно большую часть воды, возможно образование глобул и ассоциатов при сохранении мозаичной структуры. Увеличение градиента скорости деформаций ведет к падению эффективной вязкости. Поскольку темпы разрушения структуры в обоих случаях приблизительно равны, то допускается, что это разрушению подвергается, прежде всего, слабоструктурированная жидкая фаза, а не диспергирование ассоциатов [4].

2. Оценка роли высокомолекулярных веществ на формирование эффективной вязкости.

Естественно, с увеличением концентрации только одного из компонентов при закреплении двух других на минимальной уровне, вязкость возрастает в меньшей степени. При увеличении содержания Vinnapas в 3,6 раза, функция вязкости (4) показана на рис.2

$$\ln \eta \{P [V . .]\} = 3,39 - 0,72 \ln \dot{\gamma} \quad (4)$$

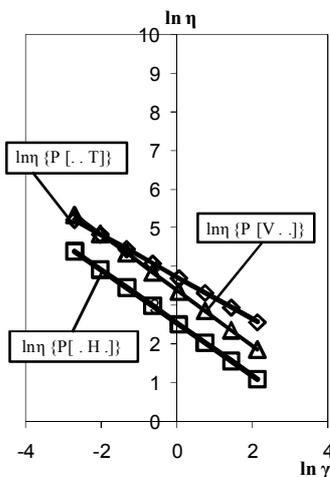


Рис. 2. Зависимость вязкости от градиента деформаций при максимальном содержании каждого из модификаторов

При увеличении содержания Hostapur в 5 раз, функция вязкости выглядит следующим образом:

$$\ln \eta \{P [ . H .]\} = 2,55 - 0,68 \ln \dot{\gamma} \quad (5)$$

Прямая, описанная этим уравнением, показана на рис.2.

При увеличении содержания Tylose 2,5 раза, функция вязкости отображенной на рис. 2 выглядит как:

$$\ln \eta \{P [ . . T]\} = 3,73 - 0,55 \ln \dot{\gamma} \quad (6)$$

При малых пределах скорости деформаций ( $\dot{\gamma}$ ) наибольшая вязкость наблюдается при индивидуальном введении Vinnapas (рис.2), но с повышением  $\dot{\gamma}$  наиболее высокой вязкостью обладает Tylose, имеющая наименьший индекс темпа разрушения  $|m|\{T\} = 0,55 < |m|\{H\} \approx |m|\{V\} \approx 0,7$ .

Дополнительную и весьма ценную реологическую информацию дает актуальная методика сравнения и анализа разностей функций вязкости, описанных законом Оствальда-Вилля. Общий прирост вязкости при переходе от нижнего уровня варьирования концентраций полимеров (4,35 г на 100 г известкового раствора) к верхнему (14,75 г) во всем диапазоне изменения градиента скоростей деформаций определяется как разность функций с максимальным содержанием модификаторов (3) и минимальным содержанием (2):

$$\Delta \ln \eta \{P\} = 2,9 - 0,01 \ln \dot{\gamma} \quad (7)$$

Таким образом, допустимо сделать вывод о том, что этот прирост вязкости при увеличении концентрации полимеров остается постоянным во всем диапазоне градиентов скоростей деформаций, на это указывает тот факт, что прямая, описанная уравнением (7) параллельна оси абсцисс (рис.3), при этом относительное увеличение эффективной вязкости составит  $\delta \ln \eta \{P\} = \ln \eta \{P[V,H,T]\} / \ln \eta \{P[ . .]\} = \exp(2,99)$ , что дает рост в 18 раз.

3. Оценка аддитивности вязкости под влиянием группы добавок. Для такой оценки анализируем роль каждого полимерного компонента в формировании прироста эффективной вязкости, количественно это

выражается в виде разности функций с максимальной дозировкой одного из компонентов при закрепленных на минимуме остальных и функции при минимальной дозировке всех трех компонентов одновременно. Для Vinnapas разность (4) и (2):

$$\Delta \ln \eta \{ P [V . .] \} = 1,36 - 0,14 \ln \dot{\gamma} \quad (8)$$

для Hostapur разность (5) и (2):

$$\Delta \ln \eta \{ P [. H .] \} = 0,52 - 0,11 \ln \dot{\gamma} \quad (9)$$

для Tylose разность (6) и (2):

$$\Delta \ln \eta \{ P [ . . T] \} = 1,7 + 0,03 \ln \dot{\gamma} \quad (10)$$

Графики, отображающие прирост вязкости под влиянием каждого полимерного модификатора в отдельности расположены на рис.3.

На прирост вязкости при малых градиентах скорости деформации влияет в равной степени и Vinnapas и Tylose, однако их поведение при увеличении  $\dot{\gamma}$  становится различным. Vinnapas снижает эффективную вязкость с индексом разрушения  $|m| = 0,14$ , а Tylose слабо реагирует на рост  $\dot{\gamma}$ , сохраняя структурированную физически связанную воду.

При совместном введении увеличенного количества всех трех компонентов и отсутствии физического взаимодействия между ними в водном растворе  $\text{Ca}(\text{OH})_2$  вязкость такой системы должна определяться суммой приростов трех факторов:

$$\Delta \ln \eta \{ P [ \Sigma ] \} = \Delta \ln \eta \{ P [V . .] \} + \Delta \ln \eta \{ P [. H .] \} + \Delta \ln \eta \{ P [ . . T] \} = 3,57 - 0,21 \ln \dot{\gamma} \quad (11)$$

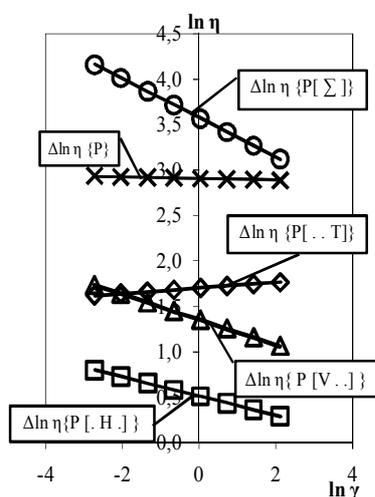


Рис.3. Прирост вязкости при различном содержании модификаторов

Эта зависимость ( $\Delta \ln \eta \{ P [ \Sigma ] \}$ ) также показана на рис.3 – она лежит выше функции прироста вязкости ( $\Delta \ln \eta \{ P \}$ ), определенной экспериментально и существенно отличается от неё по характеру.

Из сравнения функций (11) и (7) следует, что, во-первых, прирост вязкости от совместного введения всех трех полимерных компонентов неаддитивен индивидуальным воздействиям компонентов, об этом свидетельствует тот факт, что прямая функции (7) лежит ниже прямой функции (11) (рис. 3). Подобный эффект связан по всей видимости с тем, что полимерные добавки по-разному взаимодействуют с жидкой фазой насыщенной  $\text{Ca}(\text{OH})_2$ . Во-вторых, увеличение градиента скорости деформаций  $\dot{\gamma}$  функции (11) ведет к стремительному разрушению структуры полимерной смеси, но при анализе экспериментальной функции (7) этого не наблюдается, вероятно, гидроксипропилцеллюлоза обеспечивает сохранность связанной воды со всеми компонентами, несмотря на разрушающее действие сдвигающих напряжений при ее течении.

**Вывод:** Анализ реологических параметров жидкой фазы полимерных композиций с использованием разработанных реологических критериев на основе модели Оствальда-Вилля расширяет материаловедческую информацию об эффективном использовании добавок входящих в составы ССС.

## SUMMARY

In work influence of polymeric components of repair structures on the basis of the saturated solution hydroxyl calcium, on rheology their liquid phase is considered. As rheological parameters such parameters as effective viscosity and rate of destruction of structure are considered at shift deformations.

### *Литература*

1. Шпынова Л.Г. Физико-химические основы формирования структуры цементного камня/ Л.Г. Шпынова, В.И. Чих, М.А. Саницкий, Х.С. Соболев, С.К. Мельник.- Львов: Вища школа, 1981. – 160 с.
2. Москалёва К.М. Моделирование некоторых реологических показателей жидкой фазы органоминеральных строительных смесей//Строительство-2010:Мат-лы межд. науч.-практической конференции. – Ростов-на-Дону:Рост. гос. строит. ун-т,2010. - С.122-123.
3. Шрам Г. Основы практической реологии и реометрии. – М., Колос, 2003. – 311 с.
4. Липатов Ю.С. Коллоидная химия полимеров / Ю.С.Липатов.-Киев:Наук.думка,1984. – 344 с.