

$$d = \frac{4\tau_0(1 + \sin \varphi)}{\gamma} \quad (4)$$

Итак, найдены условия свободного и равномерного истечения материала по всему поперечному сечению камеры, которые обеспечивают движение материала близкое к модели идеального вытеснения. Определены диаметры отверстий, предотвращающих образование свода над круглыми отверстиями в днище камеры томления.

1. Патент № 31289, Україна. Спосіб випалу гіпсу у завислому стані при підвищеному тиску // Кондращенко О.В., Бабушкін В.І., Баранов А.М., Баранова А.А. (Україна); – Опубл. 10.04.2008р. Бюл. № 7, 2008р.

2. Ферронская А.В. Гипсовые материалы и изделия (производство и применение). – М., 2004. – 485 с.

3. Бурьянов А.Ф. Гипс, его исследование и применение – от П.П. Будникова до наших дней / А.Ф. Бурьянов // Строительные материалы. – 2005. – №9. – С.40-43.

4. Бутт Ю.М. Химическая технология вяжущих веществ / Ю.М. Бутт, М.М. Сычев, В.В. Тимашев. – М.:Стройиздат, 1980. – 472 с.

5. Гордашевский П.Ф. Производство гипсовых вяжущих из гипсосодержащих отходов / П.Ф. Гордашевский, А.В. Долгарев. – М: Стройиздат, 1983. – 360 с.

Получено 05.03.2012

УДК 691.32

А.А.ПЛУГИН, д-р техн. наук,

А.В.АФАНАСЬЕВ, Ю.Н.ГОРБАЧЕВА, кандидати техн. наук

Українська державна академія залізничного транспорту, г.Харьків

ВЛИЯНИЕ ТЕМПЕРАТУРЫ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ НА ВЯЗКОСТЬ КОМПОНЕНТОВ ЭПОКСИДНО-КАМЕННОУГОЛЬНОГО ЗАЩИТНОГО СОСТАВА ЗС-ЗМЦ

Исследуется влияние температуры окружающей среды на вязкость компонентов эпоксидно-каменноугольного защитного покрытия ЗС-ЗМЦ. Основным параметром, определяющим качество нанесения покрытия, является вязкость. Вязкость значительно увеличивается при понижении температуры окружающей среды, что влияет на качество защитного покрытия. Установлено, что увеличение вязкости состава обусловлено в наибольшей степени увеличением вязкости эпоксидной смолы. Выполненные теоретические и экспериментальные исследования позволили установить температурное ограничение для защитного покрытия ЗС-ЗМЦ. Снизить вязкость состава можно нагреванием или добавлением растворителя. Однако при нагревании понижается жизнеспособность состава, а избыточное количество растворителя приводит к образованию пористости. Установлено, что оптимальным для данного состава является 4% растворителя.

Досліджується вплив температури навколишнього середовища на в'язкість компонентів епоксидно-кам'яноугольного захисного покриття ЗС-ЗМЦ. Основним параметром, що визначає якість нанесення покриття, є в'язкість. В'язкість значно збільшується при зниженні температури навколишнього середовища, що впливає на якість захисного покриття. Встановлено, що збільшення в'язкості складу обумовлене, більшою мірою, збільшенням в'язкості епоксидної смоли. Виконані теоретичні та експериментальні досліджен-

ня дозволили встановити температурне обмеження для захисного покриття ЗС-ЗМЦ. Знизити в'язкість можна нагріванням або додаванням розчинника. Однак при нагріванні знижується життєздатність складу, а надмірна кількість розчинника призводить до утворення пористості. Встановлено, що оптимальним для даного складу є 4% розчинника.

This article is devoted to researching of influence temperature of environment on viscosity of the components of epoxy coal protective cover ZS-3MC. Viscosity is the main parameter that determined the quality of cover. When the temperature of environment become lower, viscosity becomes much higher, that affects on the quality of the protective coating. It was established, that the viscosity growth of the composition is mostly caused by the viscosity growth of the epoxy resin. Completed theoretical and experimental researches allowed establishing temperature limit for protective cover ZS-3MC. Reduce the viscosity of composition is possible by heating or adding solvent. But in the time of heating viability of composition go down, and excess of solvent results to formation porosity. It was established, that optimal concentration for given composition is 4% of solvent.

Ключевые слова: вязкость, состав, покрытие, дипольный момент.

Проблема долговечности металлических конструкций инженерных сооружений Украины в последнее время значительно усилилась в связи с электрификацией железных дорог и обусловленной ею электрокоррозией. Для защиты металлических конструкций от коррозии и электрокоррозии используются различные защитные покрытия, в том числе эпоксидно-каменноугольные из защитных составов ЗС-З и ЗС-ЗМ, разработанных в УкрГАЖТ. Эти покрытия прошли длительную эксплуатационную проверку в условиях обводнения, показали высокие защитные свойства, долговечность. Их достоинством является невысокая стоимость.

Однако при нанесении этих составов при пониженных температурах их защитные свойства и долговечность снижаются. Наряду с другими факторами это связано с увеличением вязкости компонентов. Исходя из этого, целью исследования является установление закономерностей влияния температуры окружающей среды на вязкость компонентов эпоксидно-каменноугольного защитного состава.

Защитные свойства, адгезия, долговечность эпоксидно-каменноугольных покрытий в значительной степени зависят от состава и свойств покрытия, его компонентов, качества нанесения, температуры и влажности воздуха и т.п.

Защитный состав при его нанесении представляет собой структурированную дисперсную систему типа II (рис.1) со значительными силами взаимодействия между частицами [1].

Вязкость золя или суспензии подчиняется закону Эйнштейна, который для сферических частиц имеет вид:

$$\eta_{см} = \eta_0 (1 + 2,5 \varphi), \quad (1)$$

где η_0 – вязкость дисперсионной среды; φ – объемная концентрация

дисперсной фазы.

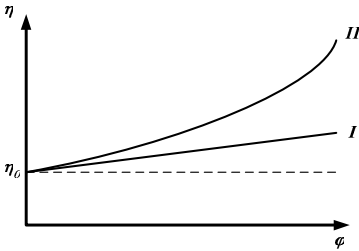


Рис.1 – Зависимость вязкости от объемной части дисперсной фазы для бесструктурного (I) и структурированного (II) зольей [1]

Вязкость и другие реологические свойства защитного состава обусловлены, главным образом, вязкостью эпоксидной смолы. Эпоксидная смола является одним из основных компонентов полимеркомпозиционного защитного состава ЗС-ЗМЦ [2]. Согласно [3, 4] для эпоксидных смол характерна существенная зависимость вязкости от температуры (рис.2). С увеличением температуры до 39 °С вязкость эпоксидной смолы уменьшается в 10 раз, при этом в наибольшей степени – при увеличении до 18 °С, после чего наблюдается перелом кривой и скорость снижения вязкости существенно уменьшается. Такой характер изменения вязкости от температуры можно объяснить тем, что эпоксидная смола является коллоидной дисперсной системой, состоящей из твердой (относительно) дисперсной фазы в виде глобул [5] и дисперсионной среды в виде мономерных молекул.

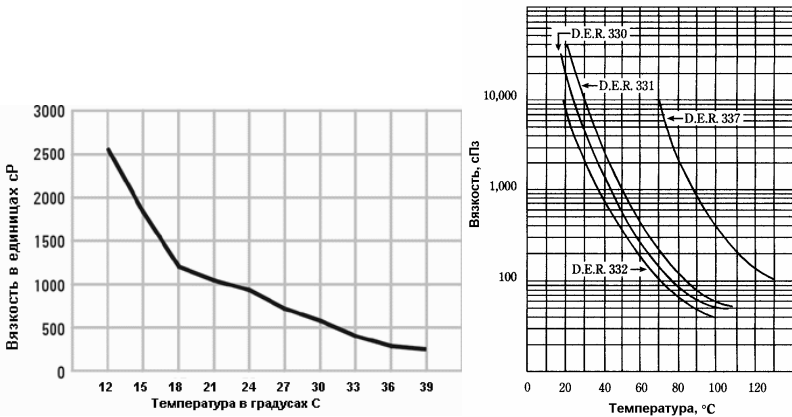


Рис.2 – Зависимость вязкости неотвержденной эпоксидной смолы от температуры: а – ЭД-20 [3]; б – D.E.R. [4].

На наш взгляд, глобулы имеют близкие размеры и образуют пространственную структуру с пустотами и прослойками между собой. По аналогии с водой, в квазиструктуре которой содержатся ассоциаты и отдельные молекулы, в неотвержденной эпоксидной смоле следует различать глобулы, мономерные молекулы в пустотах между глобулами и в прослойках между ними.

При объеме мономерных молекул, превышающем объем пустот между глобулами, между ними возникает прослойка из мономерных молекул. Как и в воде, доля мономерных молекул зависит от температуры – чем она выше, тем большее количество молекул отрывается от глобул и находится между ними в виде прослоек. Прослойка между глобулами из мономерных молекул смолы и определяет ее текучее состояние, а значит вязкость. На подобную зависимость между мономерными молекулами и реологическими свойствами (и структурой) в модифицированных дегтях обращали внимание авторы [6].

Между глобулами смолы при данной температуре имеется слой мономерных молекул, толщина которого увеличивается с увеличением температуры. Это приводит к практически линейному уменьшению вязкости и характеризует смолу как золь (соответствует кривой I на рис.1).

Анализ и экспериментальные исследования способов понижения вязкости эпоксидной смолы. Резкое уменьшение вязкости эпоксидной смолы и других компонентов состава при невысоких температурах обычно предотвращают путем ее нагрева, что соответствует кривым (рис.2, 3) или разбавлением растворителями [3].

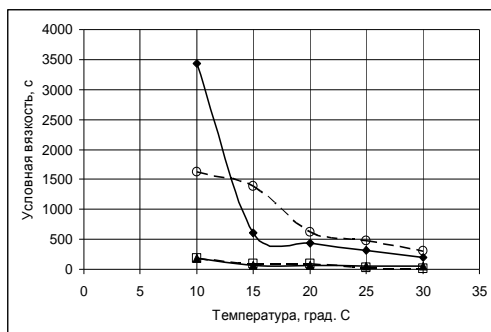


Рис.3 – Зависимость вязкости от температуры:
—◆— неотвержденной эпоксидной смолы ЭД-20;
—□— КУС Харьковского КХЗ;
—▲— КУС Харьковского КХЗ с 10% наполнителя синтетического цеолита NaX;
—○— отвердителя УП-583Д.

В соответствии с рассмотренной температурной зависимостью вязкость смолы резко увеличивается при снижении температуры. При высокой вязкости смолы при низкой температуре окружающего воздуха ее вязкость понижают перед смешиванием путем нагрева до температуры не выше 50°C смолы и отвердителя в отдельности и/или поверхности,

после чего смешивают нагретые смолу и отвердитель. После отверждения предварительно нагретая смола приобретает такие же свойства, как и при твердении в условиях нормальной температуры.

Однако нагретая эпоксидная смола полимеризуется гораздо быстрее, что уменьшает время технологической пригодности (жизнеспособность) приготовленного к нанесению состава.

Более простым способом понижения вязкости эпоксидной смолы является введение растворителей. Однако он приводит к снижению прочности отвержденной смолы, а соответственно, может привести к снижению прочности и адгезии защитного состава, его проницаемости за счет образования в покрытии кратеров.

Представление о характере и степени влияния растворителей на вязкость эпоксидной смолы дают графики (рис.4, а), построенные по данным [3]. Согласно этим графикам, добавление в эпоксидную смолу растворителей уменьшает ее вязкость более, чем в два раза. Характерно, что этиловый спирт уменьшает вязкость по линейной зависимости, а ацетон – по нелинейной и более интенсивно. Это, на наш взгляд, обусловлено очень низкой вязкостью ацетона ($0,325 \times 10^{-3}$ Па·с) по сравнению с этиловым спиртом ($1,2 \times 10^{-3}$ Па·с) [7], а также значительно большим дипольным моментом ($\mu = 2,84D$) с функциональными группами CH_3 , обращенными положительным полюсом наружу (структурная формула $CH_3-CO-CH_3$), по сравнению с дипольным моментом этилового спирта ($\mu = 1,69D$) с функциональными группами OH (C_2H_5-OH), обращенными отрицательными полюсами наружу [7, 8]. Первое обеспечивает существенно большее влияние на интенсивность понижения вязкости, а второе приводит к более сильному взаимодействию ацетона с глобулами эпоксидной смолы и, в соответствии с кривой II на рис.1, обуславливает криволинейный характер кривой с увеличением количества растворителя. Представление о степени влияния растворителей на прочность эпоксидной смолы дают графики (рис.4, б), также построенные по данным [3].

Согласно этим зависимостям, при добавлении в эпоксидную смолу этилового спирта в количестве 5% ее прочность уменьшается на 93%, а при добавлении в таком же количестве ацетона – на 4%, т.е. ацетон значительно меньше понижает прочность, чем этиловый спирт. Как и в случае влияния на вязкость, это обусловлено большим дипольным моментом ацетона, что увеличивает силу взаимодействия между глобулами эпоксидной смолы и обеспечивает ее частичное уплотнение при испарении отвердителя.

Однако, в обоих случаях это значительное снижение прочности

эпоксидной смолы, которое, очевидно, должно привести к снижению адгезии эпоксидно-каменноугольного покрытия.

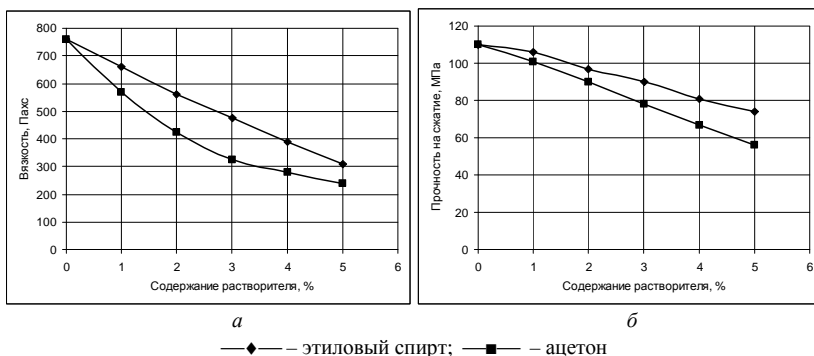


Рис.4 – Влияние растворителей на свойства эпоксидной смолы:
 а – вязкость; б – прочность на сжатие в отвержденном состоянии.

Выполненные исследования влияния растворителей на вязкость эпоксидно-каменноугольного состава показали, что оптимальным для защитного состава ЗС-ЗМЦ является 4%. При количестве ацетона, равном 4%, обеспечивается наименьшее количество кратеров, наибольшая оценка в баллах и наименьший краевой угол смачивания (рис.5, б).

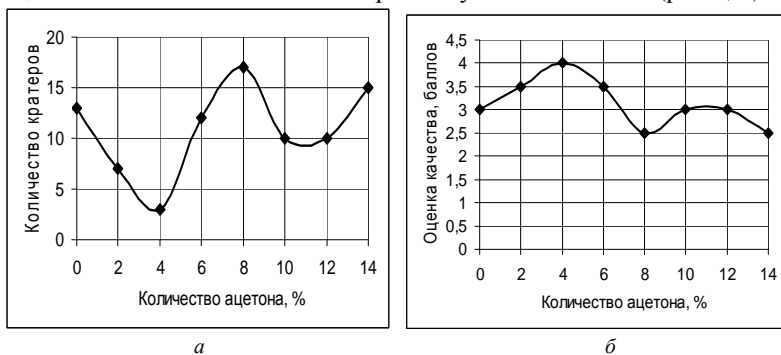


Рис.5 – Показатели качества защитного покрытия:
 а – количество кратеров в покрытии эталонной пластинки;
 б – оценка в баллах по 5-бальной системе.

Таким образом, установлено, что для получения качественного покрытия металлических и железобетонных конструкций из эпоксидно-каменноугольного защитного состава ЗС-ЗМЦ необходимо выполнять его нанесение при температуре окружающей среды не ниже +20°С. При

необходимости нанесения покрытия при температуре окружающей среды менее 20°C, но не ниже 16°C, необходимо использовать растворители в оптимальном количестве, определяемом экспериментально по приведенной методике, например, 4% ацетона. При этом необходимо учитывать, что температура поверхностей металла может значительно отличаться от температуры окружающей среды.

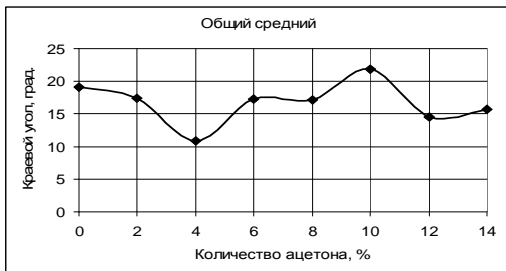


Рис.6 – Изменение краевого угла смачивания эпоксидно-каменноугольного покрытия от количества введенного ацетона

- 1.Фридрихсберг Д. А. Курс коллоидной химии. – Л.: Химия, 1984. – 368 с.
- 2.Афанасьев А.В. Цеолитонаполненные эпоксидно-каменноугольные покрытия для защиты от электрокоррозии: Дисс. ... канд. техн. наук: 05.23.05 / Афанасьев А.В. – Харьков: УкрГАЖТ, 2011. – 229 с.
- 3.Разбавление эпоксидных смол [Электронный ресурс]. – Режим доступа: www.t22.nm.ru/Thinning.htm; по данным Журнала Epoxyworks N14, 1999 (www.westsystem.com).
- 4.Жидкие эпоксидные смолы компании Dow Chemical [Электронный ресурс]. – Режим доступа: www.neochemical.ru/File/LERDOW-rus.doc.
- 5.Сухарева Л.А. Долговечность полимерных покрытий / Сухарева Л.А. – М.: Химия, 1984. – 240 с.
- 6.Фізико-хімічна механіка будівельних матеріалів / [Братчун В.І., Золотарьов В.О., Пактер М.К., Беспалов В.Л.], – Макіївка - Харків: Норд-Комп'ютер, 2006. – 302 с.
- 7.Рабинович В.А. Краткий химический справочник / Рабинович В.А., Хавин З.Я. – Л.: Химия, 1978. – 392 с.
- 8.Майофис И.М. Химия диэлектриков / Майофис И.М. – М.: Высш. шк., 1970. – 330 с.

Получено 05.03.2012

УДК 624.159.11

Е.Г.СТОЯНОВ, канд. техн. наук, Е.О.БЕЛОУС

Харьковская национальная академия городского хозяйства

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПАРАМЕТРОВ ДИНАМИЧЕСКОГО ГАСИТЕЛЯ КОЛЕБАНИЙ

Анализируется эффективность применения динамических гасителей колебаний в виде присоединенных плит и предлагается прикладная методика определения их параметров.

Аналізується ефективність використання динамічних гасників коливань у вигляді