

Акустический туннель:

1 – исследуемый элемент; 2 – приемная камера; 3 – передающая камера; 4 – полиуретановые плиты; 5 – пробки; 6 – генератор звука; 7 – измеритель напряжения звука.

1.Piotrowski R. “Fachowiec na budowie” Nr 2/2009, Warszawa 2009.

2.Dachowski R., Stępień A. Sposób oraz stanowisko badawcze do określenia izolacyjności akustycznej elementów budowlanych, zwłaszcza silikatowych i betonowych. Patent PL 387603, 2009.

3.Dachowski R., Stępień A. Acoustic isolation examination of sand-lime products. The XVI International Scientific-Technical Conference and Exhibition LEOTEST-2009/Lviv/2009, s.23-24.

4.PN-EN 20140-3. Pomiary izolacyjności akustycznej elementów budowlanych.

5.ISO 140-1: 1997. Akustyka.

Получено 31.08.2010

УДК 691.3

Е.С.СКРИПНИК, С.М.ЗОЛОТОВ, канд. техн. наук
Харьковская национальная академия городского хозяйства

ПОВЕРХНОСТНОЕ НАТЯЖЕНИЕ В СИСТЕМЕ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК АКРИЛОВЫХ КЛЕЕВ

Рассматривается влияние энергетических характеристик на адгезию акриловых композиций. Приведены теоретические данные для расчета адгезии и когезии клея к субстрату. Определено значение поверхностного натяжения связующего акрилового клея.

Розглядається вплив енергетичних характеристик на адгезію акрилових композицій. Наведено теоретичні дані для розрахунку адгезії і когезії клею до субстрату. Визначено значення поверхневого натягу компаунду акрилового клею.

Paper treats energy characteristics and their influence on adhesion of the acrylic composition. Some theoretical data for the calculation value of adhesion and cohesion of the adhesive to the substrate, are presented in this article. Aim is to determine significance of the surface tension of the acrylic adhesive binder.

Ключевые слова: акриловый клей, компаунд, связующее, адгезия, когезия, поверхностное натяжение.

Акриловые клеи являются весьма важной группой конструкционных клеев благодаря их быстрому отверждению и высокой прочности. По сравнению с эпоксидными и полиуретановыми клеями акриловые клеи отверждаются менее чем за 24 ч при температуре окружающей среды выше 0 °С [1]. Такая способность к быстрому отверждению обеспечивает им значительное преимущество при использовании в условиях отсутствия возможности предоставить все необходимые технологические условия.

Связующим акриловой композиции, которая применяется для соединения элементов строительных конструкций типа сталь-бетон [2] (клеевая анкеровка стальных стержней в бетон; соединения сталь-бетон) и бетон-бетон [3] (старого со старым; старого с новым) является акриловая самотвердеющая пластмасса АСТ-Т. Она представляет собой двухкомпонентный компаунд холодного отверждения типа порошок-жидкость. Компаунд состоит из двух частей: полимера в порошке (суспензионный полиметилметакрилат, содержащий 1,0% пероксида бензоила) и отвердителя (метилловый эфир метакриловой кислоты). Он представляет собой жидкий мономер, дополнительно содержащий активатор (3,0% диметиланилина) и ингибитор (0,02% гидрохинола).

Влияние компаунда на характеристики самой клеевой композиции значительны, поэтому было необходимо исследовать его адгезионные свойства [4, 5]. В качестве основы нами был выбран термодинамический подход [6, 7] к исследованию адгезии компаунда к подложке.

Прочность клеевых соединений зависит не только от величины адгезионного взаимодействия, но и от многих других факторов, которые получили условное название «энергетические факторы адгезии» (рис.1). К ним в первую очередь относятся все факторы, оказывающие влияние на образование межфазного контакта между поверхностью подложки и клеевым материалом [8]. Клеевые материалы в неотвержденном состоянии рассматриваются как жидкости, для которых характерен определенный тип молекулярного взаимодействия. Такие энергетические факторы условно можно показать на схеме смачивания твердой поверхности жидкостью (рис.1). К ним относятся: σ_T – равновесное поверхностное натяжение твердого тела; $\sigma_ж$ – равновесное поверхностное натяжение жидкости; $\sigma_{тж}$ – межфазное поверхностное натяжение на границе твердое тело – жидкость; θ – краевой угол смачивания.

Адгезия жидкости оценивается работой, которую надо затратить

для отрыва жидкости от твердой поверхности, т. е. для восстановления исходного состояния контактирующих тел. Эту работу обозначим W_a .

$$W_a = \sigma_{жс} (1 + \cos \theta). \quad (1)$$

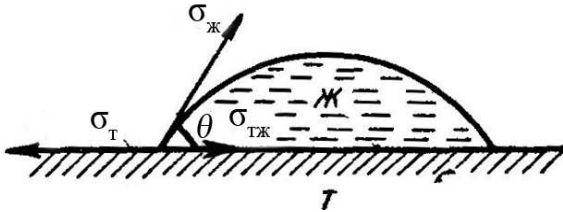


Рис. 1 – Смачивание твердой поверхности жидкостью

Эта зависимость, известная как равенство Дюпре-Юнга, позволяет оценить величину равновесной работы адгезии жидкости к твердому телу, которую необходимо затратить для разделения фаз [9]. Для раздела фаз жидкость-жидкость, образованной двумя слоями одной и той же жидкости (т.е. для клея), можно найти удельную обратимую работу когезии W_k

$$W_k = 2\sigma_{жс}. \quad (2)$$

Для жидкости, которая попадает на твердое тело и не растворяет его, альтернатива между работой когезией и адгезией заключается в компромиссе: частично смачивая поверхность, жидкость затрачивает работу адгезии, что всегда происходит в ущерб работе когезии.

Свободная поверхностная энергия, или поверхностное натяжение, – одна из основных энергетических характеристик любого вещества. Если быть точнее, удельная поверхностная энергия – это избыток свободной энергии в поверхностном слое клея, отнесенный к единице ее поверхности и обусловленный различием межмолекулярных взаимодействий в обеих фазах. Тогда как поверхностное натяжение является следствием проявления межмолекулярных сил, и его величина обусловлена притяжением материала в объеме к поверхностному слою, что приводит к снижению числа молекул в последнем и увеличению расстояния между ними (рис.2).

Но, так как для жидкостей различие между поверхностным натяжением очень незначительно, то их можно приравнять и в дальнейшем для расчетов использовать только значение поверхностного натяжения.

С точки зрения термодинамики система стремится к минимальному запасу энергии, т.е. выгодно максимальное снижение свободной

енергии системы при изотермическом процессе смачивания [10]. Чем больше снижение свободной энергии, тем лучше тело смачивается жидкостью. Значит, чем меньше поверхностное натяжение жидкости и свободная поверхностная энергия на границе жидкость - твердое тело, т.е. чем ближе по своей молекулярной природе жидкость и твердое тело, тем больше снижение свободной энергии и лучше смачивание.

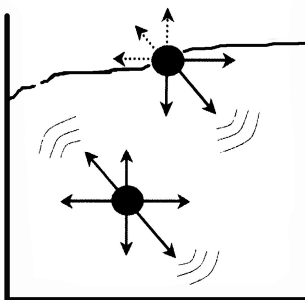


Рис.2 – Взаимодействия молекулы в объеме и на поверхности

Чтобы оценить способность жидкости смачивать данное твердое тело, необходимо располагать значениями соответствующих поверхностных натяжений. Но, так как нет достаточно надежных методов оценки поверхностного натяжения, для полимеров значения σ_t и $\sigma_{ж}$ практически отсутствуют. Однако в последнее время появились попытки экспериментальной оценки поверхностного натяжения полимеров. Было введено понятие «критическое поверхностное натяжение смачивания» σ_k . Определение σ_k основано на обнаруженной в пределах одного гомологического ряда жидкостей линейной зависимости между поверхностным натяжением жидкости $\sigma_{ж}$ и углом смачивания жидкостью данного твердого тела. За меру σ_k принимают значение поверхностного натяжения $\sigma_{ж}$ той жидкости, которая давала бы в контакте с данным телом угол смачивания, равный нулю. Практически эту величину находят экстраполяцией прямой линии, выражающей зависимость $\cos \theta = f(\sigma_{ж})$, до значения $\cos \theta = 1$ (рис.3).

Из-за отсутствия надежных прямых методов оценки σ_t было предложено судить о нем по величине σ_k , и для достижения высокой адгезии считают необходимым выполнение условия $\sigma_k > \sigma_{ж}$ или в общем виде:

$$\sigma_{\text{субстрата}} > \sigma_{\text{адгезива}} \cdot \quad (3)$$



Рис.3 – Определение критического поверхностного натяжения смачивания

Другими словами, клей будет хорошо смачивать поверхность, когда его поверхностная энергия меньше поверхностной энергии субстрата, на которую он наносится.

В соответствии с вышеуказанным для дальнейших расчетов работы адгезии и когезии можно принять критическое поверхностное натяжение полиметилметакрилата ($\sigma_{\text{к}} = 39$ дин/см) [11] и значение поверхностного натяжения метилметакрилата ($\sigma = 24,2$ дин/см) [12], входящих в состав акрилового связующего.

Так как метилметакрилат составляет значительный процент в жидком компоненте композиции, то он существенно влияет на общее поверхностное натяжение самого компаунда. Поэтому в расчетах будет использоваться именно это значение.

В качестве экспериментальных данных использованы значения краевых углов смачивания акрилового компаунда на стеклянной поверхности. Для анализа влияния соотношения полимер - отвердитель, содержащегося в акриловом компаунде было испытано пять составов (таблица). Количество полимера в составе компаунда изменялось от 30 до 70% по массе.

Состав акрилового компаунда

Номер состава	Количество полимера, %	Количество отвердителя, %
1	30	70
2	40	60
3	50	50
4	60	40
5	70	30

Каплю наносили непосредственно на обезжиренную бензолом и обезвоженную этиловым спиртом поверхность стекла. Измерения краевого угла смачивания (θ) проводили путем проецирования и 200-кратного увеличения проекции капли на экран установки с последующим прямым измерением геометрического угла между проекцией основания и касательной к проекции капли в точке соприкосновения её с основанием, схема данной установки показана на рис.4.

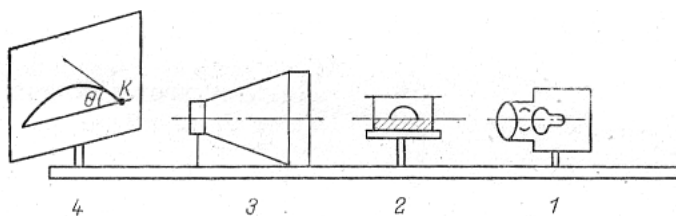


Рис.4 – Схема установки для определения краевого угла:
1 – источник света; 2 – испытываемая поверхность; 3 – увеличитель; 4 – экран.

Значение угла принималось среднее из 10 измерений угла для одного объекта. Замеры проводились при комнатной температуре +21-+23 °С для каждого из составов с интервалом в 5 минут до реакции нитеобразования в компаунде. Краевой угол является мерой смачивания поверхностей. Если краевой угол меньше 90°, т.е. $\theta < 90^\circ$, то твердые поверхности хорошо смачиваются. При $\theta > 90^\circ$ происходит ограниченное смачивание поверхностей. Полученные данные (рис.5) свидетельствуют об увеличении угла смачивания при повышении количества полимера в компаунде, что негативно сказывается на адгезии к поверхности. Исследование краевых углов смачивания на стеклянной поверхности позволило определить смачивание относительно гладкой поверхности без учета неровностей и шероховатостей. Все углы смачивания характеризуют хорошее смачивание, так как все $\theta < 90^\circ$.

В соответствии с указанными выше данными был выполнен расчетный эксперимент по определению адгезии (1) и когезии акрилового компаунда. Так как на работу когезии в соответствии с формулой (2) оказывает влияние только равновесное поверхностное натяжение жидкости, то данная величина будет постоянной и для акрилового компаунда будет составлять 48,4 дин/см.

В результате расчетов получены значения работы адгезии (рис.5). Видна четкая зависимость адгезии от угла смачивания. При увеличении угла работа адгезии уменьшается, а значит, уменьшается образование прочных связей между клеем и субстратом. В целом работа ад-

гезии стремится к работе когезии, когда компаунд имеет минимальный угол смачивания.

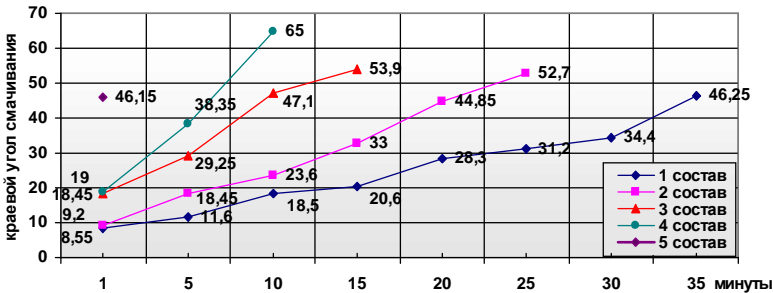


Рис.5 – Значения краевого угла смачивания акрилового компаунда на стеклянной поверхности

Можно сделать соответствующие выводы, что во всех случаях после нанесения компаунда на подложку разрыв данной системы будет осуществляться не по слою клея, поэтому возможность адгезионного разрыва между клеем и субстратом соответственно увеличивается.

Таким образом, от факторов, оказывающих влияние на образование межфазного контакта между поверхностью подложки и акриловым клеем, зависит образование различных типов связей между поверхностью подложки и клеевым материалом. При обеспечении хорошего смачивания вероятность образования связей увеличивается. Как показали эксперименты, результатом проявления молекулярного взаимодействия является весь комплекс адгезионных явлений, условием которого является хорошее смачивание и растекание. Определенные по результатам эксперимента значения работы адгезии акрилового компаунда показали, что они лежат в пределах от 38 до 48,4 дин/см. Это допустимо для достаточно высокого адгезионного свойства любого клеящего материала.

В дальнейшем необходимо выполнить расчетный эксперимент по определению работы адгезии и когезии акрилового компаунда в случае его нанесения на поверхность различных склеиваемых материалов.

1.Золотов С.М. Влияние некоторых факторов на время отверждения акрилового клея // Моделирование и оптимизация в материаловедении: материалы к 42-му международному семинару МОК'42. – Одесса: Астропринт, 2003. – С.94-95.

2.Золотов С.М. Акриловые клеи для усиления, восстановления и ремонта бетонных и железобетонных конструкций // Будівельні конструкції: зб. наук. праць. Вип.59. – К.: НДІБК, 2003. – С.440-447.

3.Торкатюк В.И., Золотова Н.М. Склеивание старого бетона с новым // Коммуна-

льное хозяйство городов: Науч.-техн. сб. Вып.42. – К.: Техніка, 2002. – С.92-98.

4.Скрипник Е.С., Золотов С.М. Влияние состава компаунда акрилового клея на его адгезионные свойства // Комунальное хозяйство городов: Науч.-техн. сб. Вып.95. – К.: Техніка, 2010. – С.445-450.

5.Золотов С.М., Скрипник Е.С. Изменение смачивания акриловым компаундом различных поверхностей // Строительство, материаловедение, машиностроение: Сб. научн. трудов. Вып.56. – Днепропетровск: ПГАСА, 2010. – С.499-504.

6.Поциус А.В. Клеи, адгезия, технология склеивания: Пер. с англ. – СПб.: Профессия, 2007. – 376 с.

7.Вильнав Ж.-Ж. Клеевые соединения: Пер. с фр. –М.: Техносфера, 2007. – 384 с.

8.Ковачич Л. Склеивание металлов и пластмасс. – М.: Химия, 1985. – 240 с.

9.Зимон А.Д. Адгезия пленок и покрытий. – М.: Химия, 1977. – 351 с.

10.Зимон А.Д. Адгезия жидкости и смачивание. – М.: Химия, 1974. – 416 с.

11.Берлин А.А., Басин В.Е. Основы адгезии полимеров. – М.: Химия, 1969. – 320 с.

12.Accu dyne test [Electronic resource] / Diversified Enterprises, Claremont. NH-2009 // Access: http://www.accudynetest.com/liquid_attributes.html, free. – Title from screen.

Получено 30.12.2010

УДК 697.133 : 692.53

О.І.ФІЛОНЕНКО, канд. техн. наук

Полтавський національний технічний університет ім. Юрія Кондратюка

АНАЛІЗ ВНУТРІШНЬОГО УТЕПЛЕННЯ ФУНДАМЕНТНОЇ ЗОНИ ЦИВІЛЬНИХ БУДИНКІВ ДЛЯ ЗМЕНШЕННЯ ТЕПЛОВТРАТ ПІДЛОГОЮ НА ҐРУНТІ

Розглядається проблема зниження тепловтрат через підлогу, яка має за основу ґрунт. Запропоновано підвищення теплозахисних властивостей фундаментної зони будинку, а саме – влаштування вертикального поясу утеплювача по внутрішньому периметру будинку.

Рассматривается проблема снижения потерь тепла через пол, основанный на грунте. Предложено повышение теплозащитных свойств фундаментной зоны, а именно – устройство вертикального пояса утеплителя по внутреннему периметру здания.

The problem of decrease in losses of heat through a floor based on a ground is considered. Increase of heat-shielding properties of a base zone, namely – the device of a vertical belt of a heater on internal perimeter of a building is offered.

Ключові слова: підлога, тепловтрати, утеплення, цоколь, фундамент.

Актуальність проблеми зниження тепловтрат через підлогу обумовлена необхідністю жорсткої економії енергоресурсів. Зросло вимоги щодо точності прогнозування теплового і вологісного стану огорожувальних конструкцій на стадії їх проектування, тому підвищення теплозахисту будівель і споруд є найбільш ефективним шляхом економії паливно-енергетичних ресурсів.