

помещения 20 °С, что при применении ее для расчета зарубежного оборудования дает ошибку 30-40%.

Выводы:

1. При подборе зарубежного оборудования необходимо учитывать различие в методиках расчетов и методик определения его технических характеристик.

2. При конструировании системы отопления необходимо учитывать совместимость отечественного и зарубежного оборудования по теплотехническим характеристикам (в частности – теплоаккумулирующей способности).

3. Снижение эффективности работы системы отопления может быть вызвано различием в методическом подходе к определению мощности системы отопления – в результате чего происходит уменьшение области работы регулирующего оборудования.

ИСПОЛЬЗОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. СНиП 2.04.05-91. Отопление, вентиляция и кондиционирование. – М.: Стройиздат, 1991.
2. Изменение №1 к СНиП 2.04.05-91. «Отопление, вентиляция и кондиционирование». –К.: Госкомградостроительства Украины, 1998.-19 с.
3. Изменение №2 к СНиП 2.04.05-91. «Отопление, вентиляция и кондиционирование». –К.: Госкомградостроительства Украины, 1999.-3 с.
4. Справочник проектировщика. Внутренние санитарно-технические устройства. Ч1. Отопление. /В.Н. Богословский, Б.А. Крупнов, А.Н. Сканава. -М. : Стройиздат, 1990. -344с.
5. Пырков В.В. Гидравлическое регулирование систем отопления и охлаждения. Теория и практика. К.: Таки справи, 2005, с.302.
6. Кононович Ю.В. Тепловой режим зданий массовой застройки.-М.: Стройиздат, 1986. – 157с.

УДК 691.58.688.3

ЗАВИСИМОСТЬ ПРОЧНОСТИ И ХАРАКТЕРА РАЗРУШЕНИЯ АКРИЛОВЫХ КЛЕЕВ ОТ ВИДА НАГРУЖЕНИЯ

к.т.н., доц. С.М.Золотов

Харьковская национальная академия городского хозяйства, г. Харьков

При модернизации, ремонте и реконструкции существующих зданий и сооружений различных отраслей промышленности широко применяются полимерные клеи для соединения бетонных элементов, причем как старого бетона со старым, так и старого с новым, для заделки трещин в бетоне, а также для крепления строительных конструкций, в том числе железобетонных

путем заделки арматурных выпусков и анкерных болтов в бетон для различных целей. Однако применяемые полимерные клеи имеют ряд недостатков, которых лишены акриловые клеи. Составы этих клеев разработаны при участии автора в Харьковской национальной академии городского хозяйства. Они дешевле, технологичнее, просты и надежны в приготовлении [1-7].

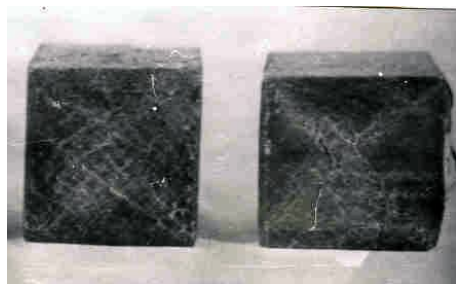
В связи с широким применением в строительстве акриловых клеев были определены их физико-механические свойства с учетом вида воздействия усилий на них в соединениях строительных конструкций и элементов. К таким усилиям относятся: сжатие, растяжение и срез. При экспериментах учитывалось соотношение в составе акрилового клея полимера, отвердителя и наполнителя. В результате экспериментов по определению физико-механических свойств указанных составов клеев было установлено, что прочность их равна при сжатии $R_{сж} = 68...80$ МПа, растяжении $R_{раст} = 13...15$ МПа и срезе $R_{среза} = 21...26$ МПа.

Такие составы акриловых клеев обеспечивают надежное соединение бетонных элементов, а также заделку в бетон анкерных стальных стержней различного профиля (гладких и периодического).

Вместе с тем, повышение прочности акриловых клеев, особенно на срез, позволит, например, уменьшить глубину заделки в бетон анкерных стержней.

Исходя из указанного, автором путем модификации различными добавками получены составы акрилового клея повышенной прочности. В качестве модифицированных добавок были, например, использованы мелкодисперсные окись цинка (ZnO) и слюда, а также метакриловая кислота. Они оказались наиболее эффективными в вопросе повышения прочности клеев, особенно на срез.

В результате выполненных экспериментов определена прочность модифицированных акриловых клеев. Анализ данных экспериментов свидетельствует о том, что прочность модифицированных акриловых клеев выше, чем составов указанных выше. Установлено, что использование указанных ранее добавок увеличивает прочность акрилового клея при сжатии от 23 до 34% ($R_{сж} = 83,6...98,6$ МПа), растяжении – от 38 до 72% ($R_{раст} = 18...28$ МПа) и срезе – от 32 до 42% ($R_{среза} = 32...41$ МПа). Разрушения образцов при сжатии, растяжении и сдвиге носили характер хрупкого разрушения (рис. 1).



а)



б)



в)

Рис. 1. Характер разрушения образцов акриловых клеев при:
а) сжатии; б) растяжении; в) сдвиге

Были также проведены эксперименты по определению длительной прочности акриловых клеев. Величины длительно действующих нагрузок принималась с учетом возможных напряжений в клеевом соединении и они составляли 0,2; 0,3; 0,42; 0,68 и 0,85 от разрушающих при кратковременном нагружении. Одновременно исследовались деформации ползучести акрилового клея при растяжении и сжатии [8].

Анализ этих диаграмм показал, что если постоянное по величине напряжение ниже предела длительного сопротивления, кривая деформаций во времени разбивается на два участка: 1) участок образования мгновенных деформаций и 2) участок образования вязких деформаций, развивающихся во времени.

Если же постоянное по величине напряжение выше предела длительного сопротивления, то возникают деформации, развивающиеся в течение ограниченного интервала времени и приводящие в конце этого интервала к разрушению акрилового клея. Кривая деформации в указанном случае разбивается на четыре участка во времени. На I участке возникает мгновенная деформация, на II – пластическая деформация, развитие которой во времени начинается со скоростью, равной скорости роста мгновенной деформации на I участке, и продолжается с постепенно уменьшающейся скоростью. Далее пластическая деформация растет пропорционально времени со скоростью, равной скорости развития предельной упругой деформации (III участок кривой развития деформаций во времени). В конце III участка сопротивляемость материала исчерпывается, и на IV участке имеет место лавинообразный процесс разрушения материала, заканчивающийся разрушением образцов.

Так как на IV участке преимущественно имеет место изменение предельной длины образцов, а не деформация образцов в целом, это не учитывается в определении сопротивляемости и деформативности клеевых анкеров.

Анализ полученных результатов говорит также о том, что предел длительного сопротивления составляет около 85% от кратковременного разрушающего усилия.

В связи с тем, что значительное количество клеевых соединений строительных конструкций воспринимают динамические нагрузки, автором были проведены эксперименты по определению усталостной прочности акриловых клеев.

Эксперименты проводились при воздействии сжимающих усилий на образцы акриловых клеев, которые изготавливались размером 40x40x160 мм. Прочность акриловых клеев при сжатии составила 98,6 МПа.

Как показали многочисленные исследования прочности и напряженно-деформированного состояния соединения элементов строительных конструкций на акриловых клеях в момент разрушения этих соединений напряжения в клее достигают около 80% их прочности. Поэтому при испытаниях на усталостную прочность верхняя граница колебаний для каждого образца испытываемой серии принималась 80% от предела прочности на сжатие, определенного при кратковременном его нагружении.

Испытания образцов клея проводились при повторно-переменной осевой сжимающей нагрузке с частотой 600 циклов в минуту на базе испытаний $n = 6 \cdot 10^6$ циклов при разных значениях коэффициента асимметрии цикла напряжений на гидропульсаторной усталостной машине со специальным устройством, позволяющим испытывать одновременно три образца.

Колебательный процесс изменения напряжений при повторно-переменных нагрузках характеризуется в основном коэффициентом асимметрии циклов напряжений, определяющим соотношение между вибрационной частью напряжений и постоянным длительно действующим напряжением при повторно-переменных нагрузках. С изменением коэффициента асимметрии цикла напряжений можно получить все многообразие прочности материала при испытаниях повторно-переменными нагрузками (при ее осевом действии). Поэтому при проведении испытаний с учетом возможных случаев нагружения клеевых соединений динамической нагрузкой коэффициент асимметрии цикла принимается равным $\rho = 0; 0,15; 0,6$ и $1,1$ [9].

Кривая усталости строилась в координатах напряжение – число циклов до разрушения образца. Причем, она дает зависимость между долговечностью клея (число циклов до разрушения) и его прочностью при повторно-переменных нагрузках.

С целью получения кривой усталостной прочности при заданных коэффициентах асимметрии цикла напряжений для каждого образца была принята верхняя граница колебаний повторно-переменного напряжения и она составляла для исследуемых образцов клеев 80 МПа, а нижняя граница колебаний определялась заданным ρ и соответственно была равна 0; 12; 48 и 88 МПа.

При испытании каждого образца определялось (при заданном повторно-переменном напряжении) число циклов до разрушения.

По результатам испытаний на графике (рис. 2) в координатах: по оси ординат – максимальное по абсолютной величине напряжение и по оси абсцисс – число циклов до разрушения образцов наносились опытные точки. База испытаний по числу циклов принята $n = 6 \cdot 10^6$ циклов.

Неразрушившиеся в пределах этой базы образцы с напряжением ниже минимального разрушающего при построении кривой усталости не учитывались. Неразрушившиеся образцы в пределах этой же базы, но с напряжением, равным или выше минимального разрушающего, учитывались при построении кривой усталости. При этом считалось, что разрушение их произойдет при бесконечном числе циклов повторно-переменного нагружения.

Опытные точки, соответствующие этим образцам, наносились на график в виде точек со стрелками. Кроме того, на график наносилась опытная точка, соответствующая границе пределов прочности.

Задаваясь формой кривой усталости в виде экспоненциальной функции $\sigma = a + be^{-cN}$, статистическим методом определяли коэффициенты a , b и c из условия, что кривая усталости наименее отклоняется от опытных точек.

Наименее отклоняющейся кривой является та, для которой среднее квадратичное отклонение достигает минимального значения.

В качестве предела выносливости σ_y , при любом коэффициенте асимметрии цикла напряжений принималась такая наибольшая по абсолютному значению граница колебаний повторно-переменного напряжения, при котором образец клея разрушался при неограниченном числе циклов.

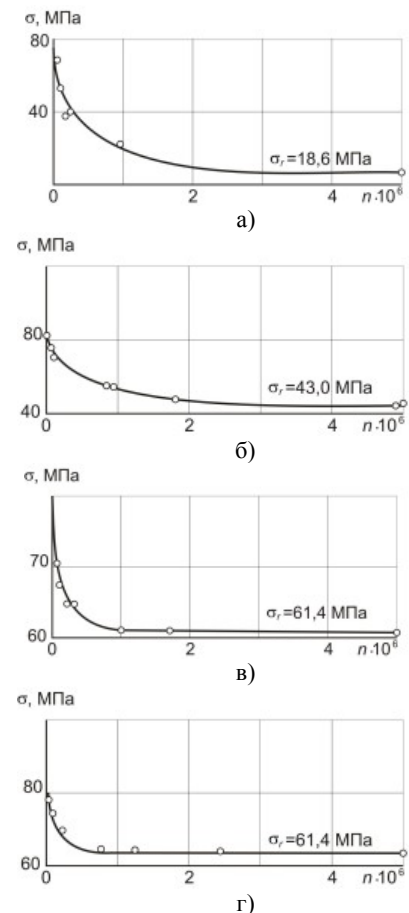


Рис. 2. Графики усталостной прочности акриловых клеев в зависимости от

значения ρ ($a - \rho = 0$; $b - \rho = 0,15$; $v - \rho = 0,6$; $г - \rho = 1,1$)

Предел выносливости определялся по кривой усталости как уровень напряжений, соответствующий асимптоте к кривой усталости. Кривые усталостной прочности представлены на графиках рис. 2.

Анализ графиков рис. 2 говорит о том, что с увеличением коэффициента ρ предел выносливости возрастает. Так, при $\rho = 0$ предел выносливости был равен $\sigma_y = 18,6$ МПа, при $\rho = 0,15 - \sigma_y = 43,0$ МПа и при $\rho = 1,1 - \sigma_y = 68,2$ МПа.

Анализ результатов экспериментов показал, что по значениям максимального σ_{max} и минимального σ_{min} напряжений, действующих на конструкции, соединенные акриловым клеем при динамических нагружениях, и величинам пределов выносливости клеев, можно получить коэффициент запаса прочности, учитывая значения коэффициента ρ , пределов выносливости σ_y и длительной прочности, а также факторов, влияющих на усталостную прочность.

Кроме того, выполненные эксперименты показали, что акриловый клей независимо от вида нагружения имеет достаточно высокую прочность. Он может использоваться для соединения элементов строительных конструкций, воспринимающих как статические, так и динамические нагружения.

ИСПОЛЬЗОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Золотов С.М. Акриловые клеи для крепления анкерами башенных сооружений // Будівельні конструкції, будівлі та споруди: Зб. наук. праць. Вип.5. – Київ: ДонДАБА, 2001. – С.179-182.
2. Патент №49650. Україна. МКИ С09J4/00, С08L33/12. Композиція для кріплення анкерних болтів у бетоні / Шутенко Л.М., Золотов С.М., Волочач С.В., Золотов М.С. – № 2002010074; Заявл. 03.01.2002. Опубл. 16.09.2002.
3. Zolotov S. Adhesive on the Basis of Acrylic Compound to Join Concrete and Reinforced Concrete Elements // Science, Education and Society: 11 International Scientific Conference University of Zilina. Slovak Republic, part I, 2003. – P. 323-325.
4. Патент № 70656А. Україна. МКИ С09J4/02, С08L33/12. Полімерна самотвердіюча композиція / Шутенко Л.М., Золотов С.М., Гарбуз А.О., Золотов М.С. – № 2007105734. Заявл. 10.10.2003. Опубл. 15.10.2004.
5. Золотов С.М. Инновационные материалы на основе акриловых полимеров для восстановления и ремонта конструкций объектов строительства и транспорта // Инновационные технологии диагностики, ремонта и восстановления объектов строительства и транспорта: Сб. науч. тр. Вып. 30. – Днепропетровск: ПГАСА, 2004. – С. 192-196.
6. Shutenko L., Zolotov M., Zolotov S. Compositions on the basis of acrylic polymers for repairing cement-concrete pavements and reinforced concrete

bridge structures // Proceedings of the 1st Polish Road Congress. – Warsaw, October 4-6, 2006. – P. 443-450.

7. Zolotov S. Strength and deformation of acrylic Glues under temporary and permanent static loading // Proceedings of the 3rd International Conference on Dynamics of Civil Engineering. – Slovak Republic, Zilina, 2005. – P. 123-126.
8. Золотов С.М. Прочность, деформативность и разрушение акриловых клеев при кратковременном и длительном нагружении // Баштові споруди: матеріали, конструкції, технології: Зб. наук. праць. Вип. 6. – Київ: ДонДАБА, 2007. – С. 41-45.
9. Zolotov S. Fatigue strength of acrylic glues // Proceedings of the 3rd International Conference on Dynamics of Civil Engineering. – Slovak Republic, Zilina, 2008. – P. 224-226.

УДК 624.011.2:668.3

ОРГАНИЗАЦИОННЫЕ МЕРОПРИЯТИЯ ПРИ ВЫПОЛНЕНИИ РАБОТ ПО СОЕДИНЕНИЮ СТАРОГО БЕТОНА С НОВЫМ АКРИЛОВЫМИ КЛЕЯМИ

к.т.н., доц. Н.М.Золотова

Харьковская национальная академия городского хозяйства, г. Харьков

При строительстве, реконструкции и ремонте зданий и сооружений выполняются работы по соединению старого бетона с новым. Такие работы выполняются при возведении монолитных массивных бетонных и железобетонных конструкций, восстановлении и изменении их габаритов и конфигурации. С целью улучшения сцепления и увеличения прочности соединения старого бетона с новым в последнее время получили применение различные полимерные клеи и композиции [1-3]. Соединение бетонов акриловыми клеями имеет ряд преимуществ перед использованием для этих целей других клеев. Они по адгезионным и когезионным свойствам не уступают существующим (например, эпоксидным), но обладают лучшими технологическими свойствами и стоят дешевле указанных на 16-24% [4].

В Харьковской национальной академии городского хозяйства разработана технология соединения старого бетона с новым акриловыми клеями, которая представлена и подробно описана в работах [5-10].

Разработке этой технологии предшествовал комплекс экспериментальных исследований, который включал: определение влияния различных технологических факторов на прочность соединений старого бетона с новым [5,6], изучение способов очистки поверхности старого бетона [8], а также механизированного способа нанесения акрилового клея на подготовленную поверхность бетона [9]. Согласно схемы (рисунк), *первым* этапом является определение и разметка мест соединения старого бетона с новым.

Вторым этапом является подготовка поверхности старого бетона для соединения с новым. *Третьим* этапом является процесс приготовления клея.

Четвертым этапом технологического процесса является нанесение акрилового клея на подготовленную поверхность старого бетона.