

УДК 691.58:688.2

С.М. Золотов, О.Ю. Супрун, А.Х. Дауд, М.С. Золотов

*Харківський національний університет міського господарства імені О.М. Бекетова***ВЛИЯНИЕ РАЗЛИЧНЫХ ФАКТОРОВ НА ЖИЗНЕСПОСОБНОСТЬ АКРИЛОВЫХ КЛЕЕВ**

*Экспериментально определена жизнеспособность акрилового клея с учетом количества компонентов связующего, наполнителя, температуры окружающей среды. Показано, что жизнеспособность акрилового клея зависит от соотношения компонентов акрилового компаунда и она может колебаться от 30 до 90 мин. Количество и крупность наполнителя также оказывают влияние на жизнеспособность клея. В этом случае ее значение колеблется от 25 до 85 мин. Особенное влияние на жизнеспособность оказывает температура окружающей среды. С ее уменьшением с 25 до 0<sup>0</sup>С. Жизнеспособность увеличивается с 20 до 260 мин. Экспериментами показано, что жизнеспособность акрилового клея может регулироваться.*

**Ключові слова:** акриловий клей, вязкость, жизнеспособность.

**Введение**

При новом строительстве, капитальном ремонте и реконструкции бетонных и железобетонных конструкций зданий и сооружений различного назначения важными являются сокращение сроков производства работ, экономия материальных, энергетических и трудовых ресурсов, снижение ручных работ в строительстве. Для этой цели в строительном производстве широко применяются полимерные клеи для соединения бетонных элементов, для заделки трещин в бетоне, а также для крепления строительных конструкций и оборудования с помощью арматурных выпусков и анкерных болтов, заделанных в бетон.

Однако применяемые полимерные клеи имеют ряд недостатков, которых лишены акриловые клеи. Составы этих клеев разработаны в Харьковском национальном университете городского хозяйства имени А.Н. Бекетова [1-10]. Они дешевле и технологичнее в приготовлении.

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 [3,4,11]. Вместе с тем вопросам исследования технологических свойств акриловых клеев уделено недостаточно внимания [12], особенно в случае их применения для заделки анкеров в бетон.

Одним из важнейших показателей технологичности любого клея является жизнеспособность. Определение зависимости жизнеспособности от ряда факторов является важным для разработки технологии создания клеевых соединений строительных элементов, в частности заделки анкеров

различного профиля в бетон. Как указывалось в работах [1-10] в качестве связующего такого клея был выбран акриловый компаунд холодного отверждения, состав которого достаточно описан в работах [4,10].

В качестве связующего этих клеев используется акриловый полимер – мономерный компаунд холодного отверждения, состоящий из двух компонентов: суспензионного полиметилметакрилата в виде порошка и жидкого мономера метилового эфира метакриловой кислоты. Акриловый компаунд характеризуется высокой технологичностью и малой трудоемкостью в приготовлении, достаточной жизнеспособностью, быстрым отверждением при нормальной температуре, невысокой и регулируемой вязкостью, удовлетворительными физико-механическими свойствами отвержденного продукта.

Метилметакрилат представляет собой бесцветную жидкость с температурой кипения 100<sup>0</sup>С, плотностью 0,949 г/см<sup>3</sup>, с характерным запахом.

Полимеризация метилметакрилата имеет цепной, радикальный характер и может проходить под воздействием радиации, тепла, света, перекисей и ряда других факторов, инициирующих рост свободных радикалов.

Второй основной компонент акрилового связующего клея является полиметилметакрилат, который получают методом радикальной виниловой полимеризации из мономера метилметакрилата.

В результате полимеризации получают полиметилметакрилат, плотность которого 1,18 г/см<sup>3</sup>, предел прочности при сжатии 100-160 МПа, предел прочности при растяжении 60-80 МПа, модуль упругости 3,2-4·10<sup>3</sup> МПа, ударная вязкость

1,5-2 кДж/см<sup>2</sup>, теплоемкость 1,44 кДж/(кг·°C), водопоглощение за 24 ч до 0,17.

В качестве основного наполнителя в акриловой композиции использован природный минерал кварцевый песок. Крупность фракции песка от 0,14 до 0,63 мм, насыпная плотность 1500 кг/м<sup>3</sup>, истинная плотность 2,5 г/см<sup>3</sup>, пустотность – 30-40%. Как показали исследования, особых требований к влажности наполнителя не предъявляется.

Для повышения адгезионной и когезионной прочности, а также термостойкости акриловых клеев в качестве специальных компонентов были использованы модифицирующие добавки.

### Основной материал

Самое широкое применение акриловые клеи получили для заделки в бетон анкерных болтов, арматурных стержней и выпусков сборных железобетонных конструкций. При участии авторов разработаны технологии по установке анкеров различного профиля с помощью акриловых клеев [13,14]. Поэтому целью настоящей работы было определение жизнеспособности акриловых клеев в зависимости от различных факторов.

Экспериментально жизнеспособность определяли по изменению условной вязкости компаунда и наполненной композиции на вискозиметре Суттарда. Полную и технологическую жизнеспособность компаунда устанавливали в зависимости от ее состава и температуры: полная – промежуток времени с момента приготовления до начала отверждения; технологическая – промежуток времени с момента смешения только компонентов связующего до приобретения вязкости, при которой клей становится непригодным для наполнения песком. Для этого, наряду с определением условной вязкости по Суттарду, в отдельные емкости с компаундом вводили наполнитель для достижения составом вязкости, исключающей наполнение его песком.

Определяли также технологическую жизнеспособность наполненной композиции – промежуток времени с момента приготовления акрилового клея до приобретения им вязкости, препятствующей заполнению скважины под анкер. Для нахождения этой величины, наряду с установлением условной вязкости по Суттарду, исследуемый клей заливали в скважины до тех пор, пока он имел способность заполнять отверстия.

Зависимость жизнеспособности клея от соотношения компонентов определяли при температуре 20±2°C. Зависимость жизнеспособности от температуры (0, 10, 15, 20 и 25°C) определяли на составе клея (ч. по массе) 100:100:150 полимера, отвердите-

ля и кварцевого песка с крупностью зерен до 0,14 мм. В таблице приведены составы акрилового клея.

При разработке технологии установки анкеров на акриловом клее важным параметром является его технологическая жизнеспособность – время, в течение которого клей пригоден для заполнения им скважин под анкера. В связи с этим необходимо было изучить влияние состава компаунда, количества и крупности наполнителя в композиции, а также температуры окружающей среды на указанный параметр.

Влияние состава компаунда на жизнеспособность клея исследовали изменением содержания отвердителя от 60 до 180 мас.ч. на 100 мас.ч. полимера и 150 мас.ч. кварцевого песка крупностью 0,14 мм. Определяли также зависимость жизнеспособности клея от количества и крупности кварцевого песка. В первом случае в рекомендуемый состав компаунда вводили 50,100 и 150 мас.ч. кварцевого песка одинаковой крупности, во втором – 150 мас.ч. песка с крупностью зерен 0,14; 0,315 и 0,63. Наполнение песком производили до достижения компаундом в результате набухания оптимальной вязкости. Результаты исследования приведены на рис. 1, 2. Для каждого случая проводили по 5 замеров. Разброс показаний составил менее 5%.

Предварительно было определено, что для заполнения скважины под анкер акриловый клей должен иметь минимальную условную вязкость 35 см (диаметр расплыва массы по вискозиметру Суттарда), оптимальную – 24 см и сохранять достаточную текучесть до приобретения им вязкости, равной 16 см. При диаметре расплыва 13 ... 15 см клей с трудом заливается в скважину, а при 12 см – теряет текучесть. Технологическую жизнеспособность акрилового клея определяли с учетом изложенного выше (таблица).

Исследования показывали, что с увеличением содержания отвердителя от 60 до 180 мас.ч. жизнеспособность клея повышается с 22 до 43 мин (рис. 1). Основной рекомендуемый состав клея при 20°C имеет технологическую жизнеспособность 27 мин. Используя меньшее количество песка или увеличивая его крупность, можно повысить жизнеспособность клея до 57 мин (рис. 2), сохраняя несущую способность клеевого анкерного соединения.

Значительное влияние на жизнеспособность оказывает температура окружающей среды (рис. 3). С понижением температуры технологическая жизнеспособность увеличивается и составляет 19, 27, 42, 67 и 259 мин при 25, 20, 15, 10 и 0°C. Это явление хорошо согласуется с данными экспериментов других исследователей.

Составы акрилового клея

№ состава акрилового клея	Масс, части			Вид наполнителя	Крупность наполнителя
	мономер	полимер	наполнитель		
1	60	100	140	кварцевый песок	0,14
2	80	100	120	кварцевый песок	0,14
3	100	100	150	кварцевый песок	0,14
4	120	100	180	кварцевый песок	0,14
5	140	100	210	кварцевый песок	0,14
6	160	100	240	кварцевый песок	0,14
7	180	100	270	кварцевый песок	0,14
8	100	100	200	кварцевый песок	0,315
9	100	100	300	кварцевый песок	0,315
10	100	100	200	кварцевый песок	0,63
11	100	100	300	кварцевый песок	0,63
12	100	100	400	кварцевый песок	0,63
13	100	100	200	Вольский песок	
14	100	100	300	Вольский песок	
15	100	100	400	Вольский песок	

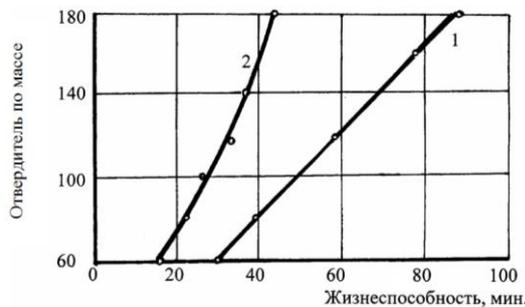


Рис. 1. Влияние количества отвердителя на жизнеспособность акрилового клея.  
Жизнеспособность: 1 – полная, 2 – технологическая

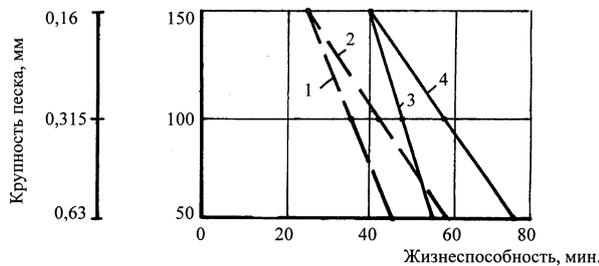


Рис. 2. Влияние количества отвердителя (1, 2) и крупности зерен (3, 4) кварцевого песка на жизнеспособность акрилового клея.  
Жизнеспособность: 1, 3 – полная; 2, 4 – технологическая

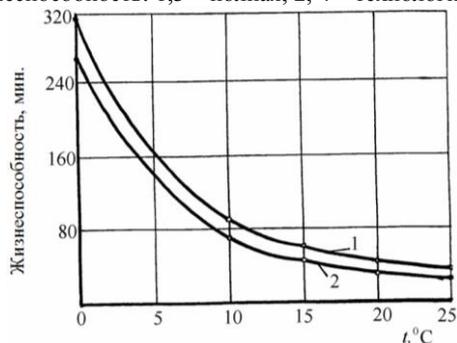


Рис. 3. Зависимость жизнеспособности клея от температуры окружающей среды.  
Жизнеспособность: 1 – полная, 2 – технологическая

**Висновки**

Проведенные исследования показали, что акриловый клей обладает достаточной жизнеспособностью и по этому параметру может применяться для анкерки стальных стержней в бетоне. Его жизнеспособность можно регулировать составом компаунда, количеством и крупностью зерен наполнителя. Температура среды также оказывает значительное влияние на жизнеспособность клея.

Были проведены также эксперименты по определению влияния на жизнеспособности акриловых клеев модифицирующих добавок согласно рекомендациям [10]. Эксперименты показали, что введение в акриловый клей рекомендуемых добавок не оказывает влияния на их жизнеспособность.

**Література**

1. Zolotov S. Adhesive on the Basis of Acrylic Compound to Join Concrete and Reinforced Concrete Elements / S. Zolotov // Science, Education and Society: 11 International Scientific Conference University of Zilina. Slovak Republic, part I, 2003. – P. 323-325.
2. Zolotov S. Strength and deformation of acrylic Glues under temporary and permanent static loading / S. Zolotov // Proceedings of the 3<sup>rd</sup> International Conference on Dynamics of Civil Engineering and Transport Structures and Wind Engineering. - Slovak Republic, Zilina, 2005. – P. 123-126.
3. Золотов С.М. Акриловые клеи для усиления, восстановления и ремонта бетонных и железобетонных конструкций / С.М. Золотов // Будівельні конструкції: зб. наук. праць. – К.: НДІБК, 2003. – Вип. 59. – С. 440-447.
4. Золотов С.М. Инновационные материалы на основе акриловых полимеров для восстановления и ремонта конструкций объектов строительства и

транспорта / С.М. Золотов // *Инновационные технологии диагностики, ремонта и восстановления объектов строительства и транспорта: сб. науч. тр. – Днепропетровск: ПГАСА, 2004. – Вып. 30. – С. 192-196.*

5. Патент на винахід № 88250. Україна. МПК СО9J. Акрилова композиція для кріплення анкерних болтів / С.М. Золотов, Л.Н. Шутенко, М.С. Золотов та інші.; Опубл. 2009 р.; Бюл. № 18.

6. Патент на корисну модель № 45427. Україна. МПК СО9J. Співполімерна самотвердіюча композиція / С.М. Золотов, С.В. Волювач, М.С. Золотов, О.С.Скрипник та інші.; Опубл. 2009 р.; Бюл. № 21.

7. Патент на корисну модель № 48964. Україна. МПК СО9J. Композиція для клейової анкерівки болтів / С.М. Золотов, Л.Н. Шутенко, М.С. Золотов та інші.; Опубл. 2010 р.; Бюл. № 7.

8. Патент на корисну модель № 53872. Україна. МПК СО9J. Клейова акрилова композиція / С.М. Золотов, Л.Н. Шутенко, М.С. Золотов та інші.; Опубл. 2010 р.; Бюл. № 20.

9. Патент на корисну модель № 47560. Україна. МПК СО9J. Сополімерна самотвердіюча композиція для кріплення анкерних болтів у бетоні / С.М. Золотов, С.В. Волювач, О.С. Скрипник та інші.; Опубл. 2010 р.; Бюл. № 5.

10. Скрипник Е.С. Полимерное связующее, наполнители и модифицирующие добавки акриловых клеев повышенной адгезионной и когезионной прочности / Е.С. Скрипник, С.М. Золотов, М.С. Золотов // *Комунальне господарство міст: наук.-техн. зб. – Х.: ХНУМГ, 2013. – Вип. 110. – С. 8-16.*

11. Золотов С.М. Зависимость когезионной прочности акриловых клеев от различных факторов / С.М. Золотов // *Будівельні конструкції, будівлі та споруди. Багатові споруди і матеріали, конструкції, технології: зб. наук. праць. – Макіївка: ДонДАБА, 2003. – 2, т. 2. – С. 222-226.*

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

13. Zolotov M.S. Technology of at anchor bolts embedment into concrete by acrylic glues / M.S. Zolotov, O.Y. Suprun // *European Applied Sciences. – Stuttgart, 2014. – № 5. – P. 81.83.*

14. Бабаев В.Н. Технология закрепления в бетон арматурных стержней серповидного профиля класса А500С акриловыми клеями / В.Н. Бабаев, М.С. Золотов, А.Х. Дауд // *Комунальне господарство міст: наук.-техн. зб. – Х.: ХНУМГ, 2014. – Вип. 112. – С. 9-16.*

**Рецензент:** д-р техн. наук, проф. Е.В. Кондращенко, Харьковский национальный университет городского хозяйства имени А.Н.Бекетова.

**Автор:** ЗОЛОТОВ Сергей Михайлович  
Харьковский национальный университет городского хозяйства имени А.Н. Бекетова, доцент кафедры строительных конструкций, кандидат технических наук, доцент

E-mail – zolotov@kname.edu.ua

**Автор:** СУПРУН Олег Юрьевич  
Харьковский национальный университет городского хозяйства имени А.Н. Бекетова, аспирант кафедры теоретической и строительной механики

E-mail – zolotov@kname.edu.ua

**Автор:** ДАУД Анвар  
Харьковский национальный университет городского хозяйства имени А.Н. Бекетова, аспирант кафедры теоретической и строительной механики

E-mail – zolotov@kname.edu.ua

**Автор:** ЗОЛОТОВ Михаил Сергеевич  
Харьковский национальный университет городского хозяйства имени А.Н. Бекетова, профессор кафедры строительных конструкций, кандидат технических наук, профессор

E-mail – zolotov@kname.edu.ua

## ВПЛИВ РІЗНОМАНІТНИХ ФАКТОРІВ НА ЖИТТЄЗДАТНІСТЬ АКРИЛОВОГО КЛЕЮ

С.М. Золотов, О.Ю. Супрун, А.Х. Дауд, М.С. Золотов

Експериментально визначена життєздатність акрилового клею з урахуванням кількості компонентів сполуки, наповнювача, температури навколишнього середовища. Показано, що життєздатність акрилового клею залежить від співвідношення компонентів акрилового компаунда і вона може коливатися від 30 до 90 хв. Кількість і крупність наповнювача також впливають на життєздатність клею. У цьому випадку її значення коливається від 25 до 85 хв. Особливий вплив на життєздатність робить температура навколишнього середовища. З її зменшенням з 25 до 0°C. Життєздатність збільшується з 20 до 260 хв. Експериментами показано, що життєздатність акрилового клею може регулюватися.

Ключові слова: акриловий клей, в'язкість, життєздатність.

## INFLUENCE OF DIFFERENT FACTORS ON VIABILITY OF ACRYLIC GLUES

Zolotov S.M., Suprun O.Y., Dawoud Anwar H.A., Zolotov M.S.

Acrylic glue viability is experimentally determined in a view of amount of binding components, filler, ambient temperature. It is shown that acrylic glue viability depends on ratio of acrylic glue components and it can vary from 30 up to 90 min. Amount and fineness of filler also influence on glue viability. In this case it's value varies between 25 and 85 min. Ambient temperature has an especial impact on viability. With its reduction from 25 to 0°C. Viability increases from 20 up to 260 min. experiments show that acrylic glue viability can be adjusted.

Keywords: acrylic glue, viscosity, viability.