



Юніс Башір Н.



Муна Абдалхкем

Юніс Башір Н., канд. техн. наук, доцент,  
Муна Абдалхкем, аспирант,

Харьковский национальный университет строительства и архитектуры (ХНУСА), г. Харьков

## СОЕДИНЕНИЕ БЕТОННЫХ И ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ ЭЛЕМЕНТОВ КОНСТРУКЦИЙ ПОЛИМЕРНЫМИ КЛЕЯМИ

Проведен анализ соединений бетонных и железобетонных элементов конструкций полимерными клеями. Отмечено, что полимерные клеи отвечают всем требованиям, предъявляемым к материалам, используемым для создания надежных и долговечных соединений бетонных и железобетонных элементов. Экспериментальные анализы показывают высокую прочность и стойкость к различным факторам соединений. Выявлены вопросы требующие дополнительного изучения.

### Введение

С появлением высокопрочных синтетических материалов и, в частности, акриловых клеев, появилась возможность их применения в несущих конструкциях. В некоторых случаях применение акриловых клеев для соединения или восстановления несущей способности строительных элементов является единственным возможным способом [1], а так же эффективным и экономичным решением восстановления элементов частично разрушенных зданий, подобно ситуации в Ливии [2].

### Цель исследования:

провести литературный анализ соединений бетонных и железобетонных элементов конструкций полимерными клеями, проанализировать достигнутые результаты экспериментальных данных и выявить вопросы которые требуют детального анализа или дополнительного изучения.

### Материалы и методы исследования

Проанализированы результаты экспериментальные данные способа соединений разрушенных бетонных и железобетонных элементов конструкций различными полимерными клеями за последние 50 лет с анализом полученных результатов и выявления научных тенденций.

### Основная часть

Широкое применение получили эпоксидные и акриловые клеи, так как они по своим свойствам отвечают всем требованиям, предъявляемым к клеям, используемым для создания надежных и долговечных соединений бетонных и железобетонных элементов.

Решением проблемы применения полимерных клеев в бетонных и железобетонных конструкциях занимались многие ученые в последние 50 лет Э.П. Александрян [3], Дерягин Б. В. [4], Р.И. Берген [5], Л.Н. Шутенко [6], М.С. Золотов [7], Arens G. [8], Мельман В.А [9], Н.А. Псурцева [10], С.М. Золотов [11], W. Kunze [12], M. Vuck [13] и другие.

Использование полимерных клеев для соединения бетона целесообразно для незначительных площадей склейки, определяемых технологическими и прочностными характеристиками клея, как показано на рисунке 1.

Для восстановления бетонных и железобетонных конструкций инъектированием акриловых клеев выполняют следующие операции: подготовку трещин, их промывку и обезжиривание, сверление отверстий для ниппелей и их установку, заделку разделанных участков полимерной композицией, инъектирование трещин, наружную обработку отремонтированных участков после отверждения акриловой смеси [13,14,15,16,17,18]. На создание клеевого стыка (эпоксид-

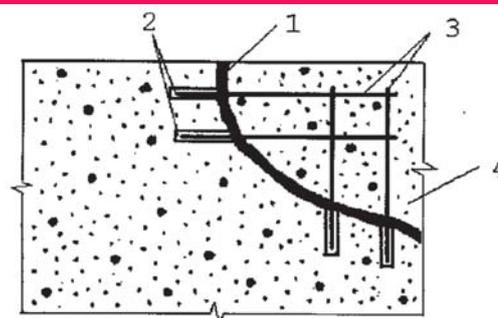


Рис. 1.- Ремонт бетонных конструкций при помощи клеев:  
1 – клеевой шов; 2 – клеевой анкер; 3 – арматурный стержень;  
4 – добетонка

ного) затрачивается лишь 20% времени, которое бы потребовалось при выполнении его с помощью цементного раствора.

По данным ряда авторов было отмечено, что вопросу склеивания элементов конструкций полимеррастворами, как показала мировая практика, уделяется большое внимание, так как такие соединения дают наивысшие результаты монолитности [18,23]. Экспериментальными работами [11,19] установлено, что при выполнении всех производственно-технологических и технических требований клеевое соединение старого бетона со старым обеспечивает водонепроницаемость и равнопрочность стыка. Многочисленные испытания [13,20] подтверждают, что клеевой шов по прочности, морозостойкости и атмосферостойкости превосходит соединения омоноличенные цементными композициями, однако следует отметить что влияние высоких температур на ремонт бетонных конструкций при помощи клеев не анализировалось на практике.

Для омоноличивания конструкций могут быть использованы инден-кумароновые, полиуретановые, фенолформальдегидные, фенолохлоропреновые, карбамидные и другие полимерные клеи. Эпоксидные и акриловые составы имеют также широкое применение в мостостроении, гидротехнике, гражданском строительстве (Табл. 1).

Таблица 1.

Физико-механические характеристики акрилового и эпоксидного клеев

Вид клея	Предел прочности, МПа			Модуль упругости, МПа	Кoeffициент Пуассона
	при сжатии	при растяжении	при изгибе		
Акриловый	60...90	16...19	36...41	(0,2...1,6)·10 <sup>4</sup>	0,321...0,21
Эпоксидный	50...60	7...9	35...37	(0,15...0,8)·10 <sup>4</sup>	0,34...0,23

Опыт применения эпоксидных и акриловых составов в строительстве подтверждает преимущества клеевых соединений по сравнению с замоноличиванием цементными растворами [7,9, 11,12,21], но это относится только к конструкциям, подверженным статическим кратковременным нагрузкам. Работа же клеевых соединений в условиях динамических и длительных нагрузок изучена недостаточно [14, 20, 23, 24, 25, 26].

Согласно имеющегося экспериментального и практического опыта [3,6], для склеивания бетона с бетоном можно применять поливинилацетатную эмульсию, синтетические латексы и синтетические клеи на основе ненасыщенных полиэфирных эпоксидных смол, но нет достаточного объема исследований для анализа долговечности материалов в различных условиях и их практическое применение для склеивания бетонов требует осторожности. Существует необходимость поиска более технологичного клея, дающего возможность склеивать бетонные и железобетонные элементы и при этом имеющего сравнительно невысокую стоимость.

### Заключительные выводы

Применение различных полимерных клеев для соединения бетонных и железобетонных элементов конструкций в строительной практике актуально на сегодняшний день, однако, как показал анализ литературных данных, требует детально изучения. На основании литературы рекомендуется решение ряда дополнительных задач таких как: получить решение, позволяющее описать прочность и деформативность клеевых соединений при действии многократно повторных нагрузок с различными частотами; исследовать вопрос выносливости склеенных бетонных элементов; установить влияние класса бетона склеиваемых элементов на их прочность; исследовать влияние толщины клеевого слоя на прочность при действии многократно повторных нагружений; влияние уровня напряжений на предел выносливости клеевых соединений и других.

### Литература:

1. Mouna Abdalhkem., The use of polymer adhesives for the reconstruction of concrete elements of destroyed buildings in libya International Journal of Engineering Science and Innovative Technology (IJESIT) Volume 4, Issue 4, 2015.
2. Aftermath of the 2011 Libyan Civil War [https://en.wikipedia.org/wiki/Aftermath\\_of\\_the\\_2011\\_Libyan\\_Civil\\_War](https://en.wikipedia.org/wiki/Aftermath_of_the_2011_Libyan_Civil_War).
3. Александрян Э.П. Прочность и деформативность стыков сборных жбк, замоноличенных полимеррастворами.
4. Дерягин Б. В. Адгезия твердых тел / Б.В. Дерягин, Н.А. Кротова, В.П. Смилга. – М.: Наука, 1973. – 279 с.
5. Берген Р.И. Инженерные конструкции 1989.
6. Шутенко Л.Н, Золотов М.С., Псурцева Н.А., Душин В.В. Соединение бетонных и железобетонных элементов. – Харьков.: НТО Стройиндустрии, 1989. – 72 с.
7. Золотов С.М. Энерго- и ресурсосберегающий акриловый клей для соединения бетонных и железобетонных элементов // Сб. научных трудов международной научно-практической конференции «Рациональные энергосберегающие конструкции, здания и сооружения в строительстве и коммунальном хозяйстве». Ч.2. – Харьков, 2002. – С. 55–60.
8. Arens G. Modern adhesives for the construction industry // Chem. Tech. 23. – 1999.- P. 615 – 620.
9. Мельман В.А. Прочность соединения акриловым клеем старого бетона с новым при отрицательных температурах // Тез. докладов XXX науч.-техн. конф. преподавателей, аспирантов и сотрудников ХГАГХ. Ч.2. – Харьков: ХГАГХ, 2000. – С. 48-49.
10. Сурцева Н.А., Пустовойтова О.М., Золотова Н.М. Обеспечение монолитности сооружений коммунального хозяйства // Коммунальное хозяйство городов: Науч.-техн. сб. Вып. 39. – К.: Техніка, 2002. – С. 148-152.
11. Золотов С.М. Влияние модификаторов на адгезионные свойства акриловых клеев // Ресурсоекономні матеріали, конструкції, будівлі та споруди: Зб. наук. праць. Вип.9. – Рівне: РДТУ, 2003. – С. 54-60.
12. Kunze W. Epoxidharze. // Kunststoffe. – 1997. – №10. – S.1047 – 1049.
13. Buck M. Polymethacrylate (PMMA) // Kunststoffe. – 1997. – №10. – S.1012 -1016.
14. Золотова Н.М. Соединение бетонных элементов строительных конструкций акриловыми клеями при реконструкции зданий и сооружений новым // Коммунальное хозяйство городов: Науч.-техн. сб. Вып.46. – К.: Техніка, 2003. -С.92-97.
15. Шутенко Л.Н., Клименко В.З., Кузнецов Ю.Д., Золотов М.С., Черкасский И.Г. Клеевые соединения древесины и бетона в строительстве. – К.: Будівельник, 1990. – 136 с.
16. Хохлаков О.В., Сальников А.В., Морозова Н.Н., Хозин В.Г. Монтажный раствор для замоноличивания стыков элементов сборных железобетонных конструкций // Международный сб. науч. трудов РАЕН «Структура и свойства искусственных конгломератов». – Новосибирск, 2003. – С. 124-127.
17. Золотов С.М. Влияние различных факторов на вязкость акриловых клеев / С.М. Золотов // Строительство, материаловедение, машиностроение: сб. науч. трудов. – Днепропетровск, ПГАСА, 2005. – Вып. 35. Ч. 1. – С. 234-242.
18. Дорофеев В.С., Марченко Т.С. Прочность контактов составных конструкций: Одесса, 1999. – 149 с.
19. Фрейдин А.С. Прочность и долговечность клеевых соединений / А.С. Фрейдин. – М.: Химия, 1981. – 270с.
20. Золотов М.С., Мельман В.А. Экспериментальные исследования прочности и деформативности соединения бетонных элементов на акриловых клеях // Материалы международного семинара по моделированию и оптимизации композитов МОК'40. Вып.40. – Одесса: Астропринт, 2001. – С.86-87.
21. Соломатов В.И., Бобрышев А.И., Химмер К.Г. Полимерные композиционные материалы в строительстве / Под ред. В.И. Соломатова. – М.: Стройиздат, 1988. – 312 с.
22. Микульский В.Г., Игонин Л.А. Сцепление и склеивание бетона в сооружениях.- М.: Стройиздат, 1965. – 127 с.
23. Торкатюк В.И., Золотова Н.М. Склеивание старого бетона с новым // Коммунальное хозяйство городов: Науч.-техн. сб. Вып.42. – К.:Техніка, 2002. – С. 92 – 98.
24. Торкатюк В.И., Золотова Н.М., Марюхин А.В. Особенности моделирования и оптимизации организационно-технологического процесса склеивания старого бетона с новым // Коммунальное хозяйство городов: Науч.-техн. сб. Вып.43. – К.: Техніка, 2002. -С.102-117.
25. Золотов М.С., Мельман В.А. Экспериментальные исследования прочности и деформативности соединения бетонных элементов на акриловых клеях // Материалы международного семинара по моделированию и оптимизации композитов МОК'40. Вып.40. – Одесса: Астропринт, 2001. – С.86-87.
26. Микульский В.Г. Сцепление и склеивание бетона в сооружениях / В.Г. Микульский, Л.А. Игонин. – М.: Стройиздат, 1965. – 127 с.