

УДК 693.542(045)

ДОСЛІДЖЕННЯ СУЧАСНИХ КЛЕЙОВИХ СУМІШЕЙ, ЩО ВИКОРИСТОВУЮТЬСЯ ПРИ ПІДСИЛЕННІ БУДІВЕЛЬНИХ КОНСТРУКЦІЙ

ИССЛЕДОВАНИЕ СОВРЕМЕННЫХ КЛЕЕВЫХ СОСТАВОВ, КОТОРЫЕ ПРИМЕНЯЮТСЯ ПРИ УСИЛЕНИИ СТРОИТЕЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЙ

ANALYSIS OF THE MODERN ADHESIVE COMPOUNDS, WHICH ARE USED IN STRENGTHENING OF BUILDING STRUCTURES

Білокуров П.С, к.т.н.(Національний авіаційний університет, м.Київ)

Белокуров П.С, к.т.н.(Национальный авиационный университет, г. Киев)

Belokurov P.S, PhD, Candidate of technical Sciences (National Aviation University, Kyiv)

В статті розглянуто питання використання клейових сумішей, що використовуються при підсиленні будівельних конструкцій

В статье рассмотрен вопрос использования современных клеевых составов, которые применяются при усилении строительных конструкций

The article deals with the question of modern adhesive compounds, which are used in strengthening of building structures

Ключевые слова:

Клейові суміші, епоксидні матеріали, будівельні конструкції, адгезія, підсилення будівельних конструкцій

Клеевые составы, эпоксидные материалы, строительные конструкции, адгезия, усиление строительных конструкций

Adhesive compounds, epoxy materials, building constructions, adhesion, strengthening of building structures

Постановка проблеми. На данное время, при производстве строительно-монтажных работ, вместо традиционных способов крепления довольно часто используются разные клеевые составы, благодаря их технологичности, универсальности их свойств, стойкости и долговечности при разных воздействиях окружающей среды.

С помощью современных клеевых составов возможно склеивать между собою разные материалы, при этом образовывать прочные и долговечные соединения.

Склеивание металлических конструкций представляет собою большой интерес не только в строительстве, а и других сферах техники. В данном случае, достигается высокая несущая способность клеевого соединения, особенно при соединении тонких листов. При этом, частично или полностью исчезает концентрация внутренних напряжений, что характерно для заклепочных и сварных соединений.

Склеивание металлов и других конструктивных материалов довольно распространено при изготовлении разных конструкций и изделий в строительстве, электротехнической, машиностроительной та химических сферах промышленности.

Современные клеевые составы должны быть удобны в использовании, иметь достаточный срок годности и по возможности не иметь в своем составе токсических веществ, а клеевые соединения должны иметь высокую прочность, которая определяется характером и значением напряжений, которые в строительных конструкциях при эксплуатации [1].

Клеевое соединение типа бетон — бетон, металл — бетон на эпоксидном клее нашли широкое применение при усилении строительных конструкций, включая пролетные строения мостов, ригели и колонны многоэтажных общественных и промышленных зданий, плотин и др.

Анализ последних достижений и публикаций. Исследованиями и изучением клеевых соединений в строительстве занимались и занимаются ряд отечественных ученых, таких как: М.С. Золотовю, И.М. Золотов, Л.М. Шутенко, О.О. Гвоздев, Ю.Д. Кузнецов, В.В. Душын, И.Г.Черкасский [2-5]. Их научные работы посвящены исследованиям несущей способности клеевого соединения с использованием акрилового клея.

Исследованиями клеевых составов на основе эпоксидных смол в качестве соединительного элемента при усилении строительных конструкций занимаются также и зарубежные ученые: A. Sharif., Lewis A.F., Mays G.C., Macdonald M.D., Shutz R.J., L.C. Hollaway., M.B. Leeming., Irwin C.F., R.O. Adams., M.H. Baluch., W.C. Wake., B.N. Chaleb., Kaiser H. P., R. Jones, R.N. Swamny и др.[6-13].

Целью работы является:

- исследование современных клеевых составов, которые используются при усилении строительных конструкций;
- свойства клеевых составов и соединений;
- оценка преимуществ и недостатков клеевых составов и соединений;

Основная часть. Необходимость усиления либо восстановления строительных конструкций возникает не только при реконструкции или техническом перевооружении, но и, как результат преждевременного коррозионного либо механического износа конструкций.

Потеря эксплуатационных свойств может возникнуть в результате непредвиденных проектом изменений в технологии производства, повреждений и дефектов конструкции и т.д.

В большинстве случаев, во время реконструкции, при усилении конструкций, используют метод наращивания сечения конструктивного элемента. Важным заданием данного метода является обеспечение качественного сцепления между конструкцией, которую необходимо усилить и элементом усиления, а также обеспечение надежной совместной работы этих элементов.

В зарубежной и отечественной практике усиления конструкций, используется методом наращивания сечения с помощью приклеивания на поверхность конструкции углеволокна либо металлических элементов. В качестве клеевого состава обычно используют клея на основе эпоксидных смол либо акриловые клея.

Акриловые клея 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 одну минуту при правильно выбранных условиях. Такая способность к быстрому отверждению обеспечивает им значительное преимущество при использовании в строительстве.

Результаты научных исследований акрилового клея показали, что акриловый клей владеет высокими технологическими свойствами. Он простой и надежный в приготовлении, у него низкая вязкость, которая на зависит от температуры окружающей среды. Затвердевание акрилового клея происходит без выделения побочных веществ, что позитивно отражается на качестве клеевого шва и прочности материала.

Эпоксидные клея – это термореактивные синтетические системы, получаемые на основе полиэпоксидной смолы и разных отвердителей основного или кислотного типов. Эпоксидные клеи применяются в различных областях техники из-за ценных свойств: высокая адгезия к самым разным материалам, хорошие физико-механические свойства, малая усадка при отвердевании, высокая химическая стойкость, отличные диэлектрические характеристики.

Прочность эпоксидных клеевых соединений почти не зависит от толщины клеевого слоя. Эпоксидные клея владеют небольшой прочностью на разрыв и пониженной ударной вязкости, по сравнению с другими конструктивными клеями, из-за их жесткости после их затвердевания.

Эпоксидные смолы владеют хорошей адгезией к металлу, стеклу, пластику, керамике и т.д. Данные смолы твердеют с малой усадкой, в результате этого, клеевой шов меньше деформируется и соединение становится прочнее.

К недостаткам эпоксидных смол можно отнести:

- токсичность компонентов;
- недостаточная теплостойкость, которая не допускает использование клея при температуре нагревания элемента более 1000⁰С;
- при подготовке эпоксидного клея необходима точная дозировка отвердителя и пластификатора;

Склеивание - один из эффективных способов соединения современных конструкционных материалов. Преимущество склеивания по сравнению с заклепочными и болтовыми соединениями в том, что оно не ослабляет рабочее сечение элементов отверстиями, врезками и поэтому обеспечивает более равномерное распределение напряжений в узлах под воздействием нагрузок.

Склеивание в отличие от пайки и сварки также позволяет избежать термического ослабления материалов в месте соединения. Клеи вводят иногда в заклепочные, сварные и винтовые соединения для того, чтобы повысить их прочность и несущую способность, особенно при повторно-статических, ударных и знакопеременных нагрузках. Синтетическими клеями соединяют разнородные материалы, для которых другие виды скреплений почти неосуществимы.

В некоторых случаях склеивание используют, чтобы обеспечить герметичность и уменьшить возможность коррозии материалов в месте соединения. Клеи в большинстве своем диэлектрики, поэтому в отвержденном состоянии изолируют соединяемые материалы и предотвращают, например, появление блуждающих токов. Для получения токопроводящих клеев вводят специальные наполнители, которые значительно уменьшают электрическое сопротивление отвержденных композиций. Многие клеи отличаются высокой водостойкостью и хорошо сопротивляются действию агрессивных сред.

Использование синтетических клеев и мастик в строительстве дает значительный экономический эффект. Не требуя значительного увеличения сечения в месте соединения, склеивание способствует не только экономному расходованию материалов, но снижает вес и уменьшает габариты изделий.

Метод склеивания позволяет получать конструкции и детали сложной формы с меньшими затратами труда и времени, чем при других способах. При этом расходы на клей и технологическое оборудование для склеивания по сравнению с обычными материалами и сборочными приспособлениями (сварочными аппаратами, припоями, болтами) также значительно сокращаются.

Экономия достигается, кроме того, за счет сокращения расхода энергии, так как вместо подвода ее извне используется энергия химических реакций, например при холодном способе отверждения клеев. Все это снижает стоимость производства, особенно при поточном серийном выпуске продукции. Соединение деталей склеиванием позволяет механизировать и автоматизировать процессы сборки, например балок, оконных блоков,

трехслойных конструкций, стеновых и кровельных панелей. При хорошем качестве исполнения и благоприятных условиях эксплуатации эти соединения обладают высокой прочностью и надежны в работе.

Выбор типа соединений неметаллических конструкций с конструкциями из других материалов (склейка, сварка, болтовые, винтовые, заклепочные) должен производиться с учетом их прочностных, технологических и эксплуатационных особенностей. Влияющими факторами при этом являются также вид нагрузки (сдвиг, расслоение, отрыв) и характер приложения нагрузки (изгиб, растяжение, сжатие, удар).

Технология склеивания, благодаря когезии и адгезии, позволяет соединять металлические и неметаллические материалы без использования большого количества тепловой энергии.

Современные клеи на основе термореактивных полимеров (главным образом эпоксидных) в сочетании с рационально спроектированными узлами и агрегатами и созданными в последние годы новыми методами и средствами производства, позволяют обеспечить высокую эффективность клеевых соединений в эксплуатации.

Предпочтение клеевым соединениям следует отдавать тогда, когда они имеют явные преимущества по решающим показателям работы конкретного изделия.

По сравнению с заклепочными, клеевые соединения имеют преимущества:

- возможность соединения разнородных материалов;
- равномерное распределение напряжений по всей склеиваемой поверхности, что приводит к снижению концентрации напряжений и повышению выносливости;
- замедленное развитие усталостных трещин;
- высокая удельная прочность и высокое сопротивление усталости;
- уменьшение в том же узле количества деталей, что позволяет снизить трудоемкость сборочных процессов;
- снижение массы конструкции и др.

Особенности клеевых соединений объясняются органической природой компонентов клея и спецификой швов

В результате проведенных экспериментов по усилению сталежелезобетонных балок, путем наклеивания наружного стального армирования к растянутой зоне бетона, был построен график изменения прогибов в зависимости от нагрузки рис.1, а также построена график несущей способности балок рис.2.

В качестве клеевого состава использовались 2 типа клея:

1. Клей Sikadur 30 на основе эпоксидной смолы.
2. Клей АСТ-Т (акриловый клей) – высокомолекулярный состав, суспензионный полимер на основе метилметакрилату.

Для усиления экспериментальных балок, была использована металлическая пластина толщиной 4мм, которая приклеивалась по все длине растянутой зоны балок.

В качестве экспериментальных сталежелезобетонных балок были использованы 3 типа балок:

- Б-I – сталежелезобетонная балка без усиления;
- Б-II – сталежелезобетонная балка, усиленная путем наклеивания наружного стального армирования, с использованием эпоксидного клея Sikadur-30;
- Б-III - сталежелезобетонная балка, усиленная путем наклеивания наружного стального армирования, с использованием акрилового клея АСТ-Т;

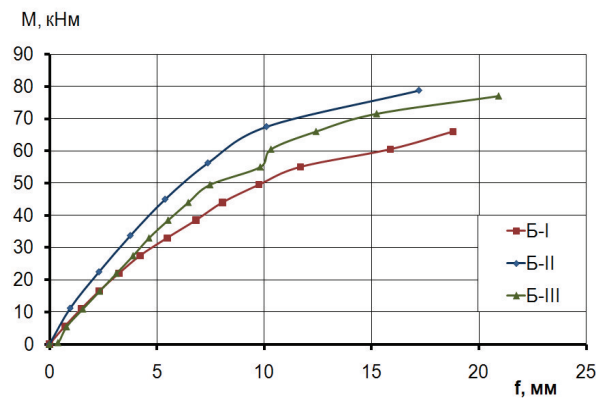


Рис. 1. График изменения прогибов экспериментальных балок в зависимости от уровня загрузки.

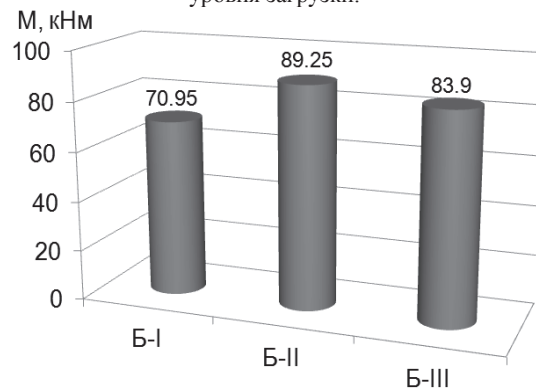


Рис. 2. График несущей способности экспериментальных балок.

Выводы.

В статье были проанализированы исследование современных клеевых составов, которые используются при усилении строительных конструкций, их свойств, преимущества и недостатки.

Самым популярным и эффективным клеевым составом при усилении строительных конструкций является клей на основе эпоксидной смолы, благодаря своим свойствам, таким как: высокая адгезия к самым разным материалам, хорошие физико-механические свойства, малая усадка при отверждении, высокая химическая стойкость, отличные диэлектрические характеристики.

В результате экспериментальных исследований, очевидно, что в сталежелезобетонных балках, усиленных наружным стальным армированием (пластиной), путем наклеивания его к растянутой зоне элемента, несущая способность балок увеличилась почти на 20%, по сравнению с не усиленной балкой.

1. Кейбал Н.А. Модификация клеевых составов на основе полихлоропрена новыми эпокси- и аминоксодержащими промоторами адгезии. Автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук, 2006. 2. Соединение бетонных и железобетонных элементов акриловыми клеями / М.С. Золотов., Л.Н. Шутенко., Н.А. Псурцева., В.В. Душин. – Харьков: Харьк. Облправление НТО СН. 1989. – 68с. 3. Шутенко Л.Н., Клименко В.З., Кузнецов Ю.Д., Золотов М.С., Черкасский И.Г. Клеевые соединения древесины и бетона в строительстве. – к: Будівельник 1990-136с. 4. Шутенко Л.Н., Золотов М.С., Псурцева. Н.А., Душин В.В. Соединение бетонных и железобетонных элементов. – Харьков.: НТО Стройиндустрии, 1989.-72с. 5. Черкасский И.Г. Разработка и исследования технологи установки фундаментних болтов на эпоксидние клея. Автореферат диссертации на соискание ученой степени кандидата технических наук, 1970. 6. Adams R D and Wake W C (1984) Structural Adhesive Joints in Engineering, Elsevier Applied Science, London. 7. Al-Sulaimani G J, Sharif A, Basunbul I A, Baluch M H and Ghaleb B N (1994) ‘Shear repair for reinforced concrete by fiberglass plate bonding’, ACI Struct J **91**(4) 458–464. 8. Baluch M H, Ziraba Y N, Azad A K, Sharif A M, Al-Sulaimani G J and Basunbul I A (1995) ‘Shear strength of plated reinforced concrete beams’, Mag Concrete Res **47**(173) 369–374. 9. Jones R, Swamy R N and Salman F A R (1985) ‘Structural implications of repairing by epoxy-bonded steel plates’, Proc 2nd International Conference on Structural Faults and Repair, London, April/May 1985, pp 75–80. 10. Kaiser H P (1989) ‘Strengthening of reinforced concrete with epoxy-bonded carbonfiber plastics’, Doctoral Thesis, Diss. ETH, Nr. 8918, ETH Zurich, Ch-8092 Zurich, Switzerland, 1989 (in German). 11. Hollaway L C (1993a) Polymer Composites for Civil and Structural Engineering, Blackie Academic and Professional, Glasgow, Scotland. 12. Mays G C and Hutchinson A R (1988) ‘Engineering property requirements for structural adhesives’, Proc ICE **85**(2) 485–501. 13. Irwin C A K (1975) The Strengthening of Concrete Beams by Bonded Steel Plates, Supplementary Report 160, Transport and Road Research Laboratory, Crowthorne, UK.