

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ  
ПОЛОЦКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ  
БЕЛОРУССКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ  
ИНСТИТУТ СТРОИТЕЛЬНЫХ МАТЕРИАЛОВ ВИЛЬНЮССКОГО ТЕХНИЧЕСКОГО  
УНИВЕРСИТЕТА им. ГЕДЕМИНАСА  
БЕЛОЦЕРКОВСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ (УКРАИНА)  
ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ г. ЛЕЙРИИ (ПОРТУГАЛИЯ)  
АРИЭЛЬСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ (ИЗРАИЛЬ)  
ПЕРМСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ПОЛИТЕХНИЧЕСКИЙ  
УНИВЕРСИТЕТ (РОССИЯ)  
ПЕТРОЗАВОДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ (РОССИЯ)

**АРХИТЕКТУРНО-СТРОИТЕЛЬНЫЙ КОМПЛЕКС:  
ПРОБЛЕМЫ, ПЕРСПЕКТИВЫ, ИННОВАЦИИ**

Электронный сборник статей  
международной научной конференции,  
посвященной 50-летию Полоцкого государственного университета

(Новополоцк, 5-6 апреля 2018 г.)

Под редакцией  
канд. техн. наук, доцента А. А. Бакатовича;  
канд. техн. наук, доцента Л. М. Парфеновой

Новополоцк  
Полоцкий государственный университет  
2018

*Редакционная коллегия:*

А. А. Бакатович (председатель), Л. М. Парфенова (зам. председателя),  
А. С. Катульская (отв. секретарь), Е. Д. Лазовский,  
Т. И. Королева, В. Е. Овсейчик

**АРХИТЕКТУРНО-СТРОИТЕЛЬНЫЙ КОМПЛЕКС: ПРОБЛЕМЫ, ПЕРСПЕКТИВЫ, ИННОВАЦИИ** [Электронный ресурс] : электронный сборник статей международной научной конференции, посвященной 50-летию Полоцкого государственного университета, Новополоцк, 5–6 апр. 2018 г. / Полоцкий государственный университет ; под ред. А. А. Бакатовича, Л. М. Парфеновой. – Новополоцк, 2018. – 1 электрон. опт. диск (CD-ROM).

Рассмотрены вопросы архитектуры и градостроительства в современных условиях, прогрессивные методы проведения инженерных изысканий и расчета строительных конструкций. Приведены результаты исследований ресурсо- и энергосберегающих строительных материалов и технологий, энергоресурсосберегающие и природоохранные инновационные решения в инженерных системах зданий и сооружений. Рассмотрены организационные аспекты строительства и управления недвижимостью, проблемы высшего архитектурного и строительного образования.

Для научных и инженерно-технических работников исследовательских, проектных и производственных организаций, а также преподавателей, аспирантов, магистрантов и студентов строительных специальностей учреждений образования.

*Сборник включен в Государственный регистр информационного ресурса. Регистрационное свидетельство № 3671815379 от 26.04.2018.*

Компьютерный дизайн К. В. Чулковой, В. А. Крупенина.

Технический редактор О. П. Михайлова.

Компьютерная верстка Т. А. Дарьяновой.

211440, ул. Блохина, 29, г. Новополоцк, Беларусь  
тел. 8 (0214) 53 53 92, e-mail: a.bakatovich@psu.by; l.parfenova@psu.by

УДК 624.012.45

**ПРИМЕНЕНИЕ ЦЕМЕНТНО-ПЕСЧАНЫХ ПРОСЛОЕК, МОДИФИЦИРОВАННЫХ СТАХЕМЕНТ 2000М, В СОСТАВНЫХ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ КОНСТРУКЦИЯХ**

*К.А. Костюрина, Е.Г. Кремнева*

Полоцкий государственный университет, Беларусь

email: k.kostyurina@psu.by

*Рассматривается актуальность использования составных конструкций. Обозначается проблема надёжного сцепления элемента в зоне контактного шва составных железобетонных конструкций. Проводятся исследования прочности контактного шва старого бетона с бетоном намоноличивания, с использованием гиперпластификатора СТАХЕМЕНТ-2000М в прослойке на основе цементных систем. Делаются выводы по данным полученных результатов.*

*Ключевые слова: составные железобетонные конструкции, прочность контактного шва, сцепление, прослойки, модифицирующие добавки, гиперстификаторы, Стахемент 2000М.*

**APPLICATION OF CEMENT-SAND SPRAYS MODIFIED BY STAKHEMENT 2000M IN COMPOSITE REINFORCED CONCRETE STRUCTURES**

*K. Kostyurina, E. Kremneva*

Polotsk State University, Belarus

email: k.kostyurina@psu.by

*The urgency of using composite structures is considered. The problem of reliable adhesion of the element in the zone of the contact seam of composite reinforced concrete structures is indicate. Research is conduct on the strength of the contact seam of old concrete with concrete namo-nochnichivaniya, using hyperplasticizer Stachement-2000M in a layer based on cement systems. Conclusions are drawn from the results obtained.*

*Keywords: composite reinforced concrete structures, contact strength, adhesion, interlayer, modifying agents, hyperplasticizers, Stachement-2000M.*

Вопрос качественного сцепления составных конструкций является весьма актуальным и перспективным практически во всех отраслях народного хозяйства, таких как машиностроение, металлообработка, химическая промышленность, медицина, строительство и многие другие. Что касается строительной отрасли и использования наиболее распространенного материала в строительстве - бетона, то здесь составные конструкции находят широкое применение как в новом строительстве (монолитном и сборном, сборно-монолитном строительстве), так и при реконструкции зданий и сооружений.

Особое внимание в составных бетонных и железобетонных конструкциях уделяется надёжному сцеплению слоев, а именно прочности контактного шва.

Недостаточное сцепление в шве может привести к полному нарушению связи между частями конструкции и привести к преждевременному образованию трещин, снизить водонепроницаемость конструкций и ускорить их разрушение.

Имеется достаточно много экспериментальных и теоретических работ по изучению сцепления нового бетона со старым. [2–4, 6, 7]. Предлагаются новые конструктивные ре-

шения, материалы, уточняются технологические параметры для обеспечения прочности и надежности работы всей составной конструкции.

Прочность контактного шва старого и нового бетона определяется многими факторами, такими как характер действия сил, условия укладки нового бетона, степень и методы уплотнения, уход за свежесложенным бетоном, подготовка поверхности старого бетона, состав бетонной смеси и многое другое. Комплексное решение задачи по увеличению прочности контактного шва возможно только при совместном учете материаловедческих, технологических и конструкторских мероприятий.

Одним из основных факторов, влияющих на прочность шва, является тщательная подготовка поверхности старого бетона, которая требует значительных затрат. Важную роль в обеспечении прочности сцепления бетонов играет водоцементное отношение бетонной смеси. Использование малоподвижных и жестких смесей может пагубно сказаться на надежности контакта, так как даже при применении виброуплотнения сложно добиться сплошности в зоне контакта. Применение литых смесей также не рекомендуется из-за значительной разности усадки бетонов, что приводит к нарушению адгезионных связей и уменьшению сцепления. Наиболее оптимальным решением является применение подвижных бетонных смесей, что благоприятно сказывается на прочности контактного шва. [1].

На сегодняшний день в большинстве случаев хотя бы один элемент составной конструкции модифицирован химическими добавками. Изучению концентрации той или иной химической добавки и ее влияния на сцепление посвящено достаточно много работ, выполненных на базе Полоцкого государственного университета, Брестского государственного технологического университета, НИИЖБ им. А. А. Гвоздева, Криворожского национального университета и пр. [1, 4, 5, 6]. Однако не ясно, каким образом модифицирующие добавки могут повлиять на прочность контактного шва. Так в работе [1] изучалось применение добавки С-3, а в [4, 5, 6] добавок СПС и Стахемент 2000М, при этом показано, что при определенных концентрациях модификаторов, прочность контактного шва может значительно возрасти.

Для больших объемов работ применение модифицирующих добавок может оказаться весьма затратным, так как стоимость модифицированных бетонов выше стоимости обычных бетонов. Применение прослоек на основании модифицированных цементных систем может сократить затраты на модификатор, а также позволит решить вопросы с уменьшением усадки бетона в зоне контактного шва.

Известны исследования с нанесением на поверхность старого бетона цементного раствора, цементного теста и посыпка поверхности контакта цементом [7]. Результаты работ К.Хагера и И. Неининга [7] показали, что присыпка цементом по смоченной поверхности снизила прочность сцепления, в то время как нанесение на поверхность цементного раствора резко повысило прочность сцепления. Так же нанесение на поверхность цементного раствора непосредственно перед укладкой нового бетона встречается в опытах Р. Девиса [7]. Данные исследования подтверждают целесообразность применения прослоек на основе цементных систем.

В Полоцком государственном университете проводились экспериментальные исследования, одной из задач которых являлось определение влияния прослоек на основе цементных систем, в том числе модифицированных гиперпластификатором Стахемент 2000М, на прочность контактного шва составной железобетонной конструкции. Общая схема испытаний образцов представлена на рисунке 1.

Для решения данной задачи были созданы 4 серии образцов. Серии отличались количеством модификатора в прослойке. В таблице 1 приведены данные по количеству модификатора в сериях.

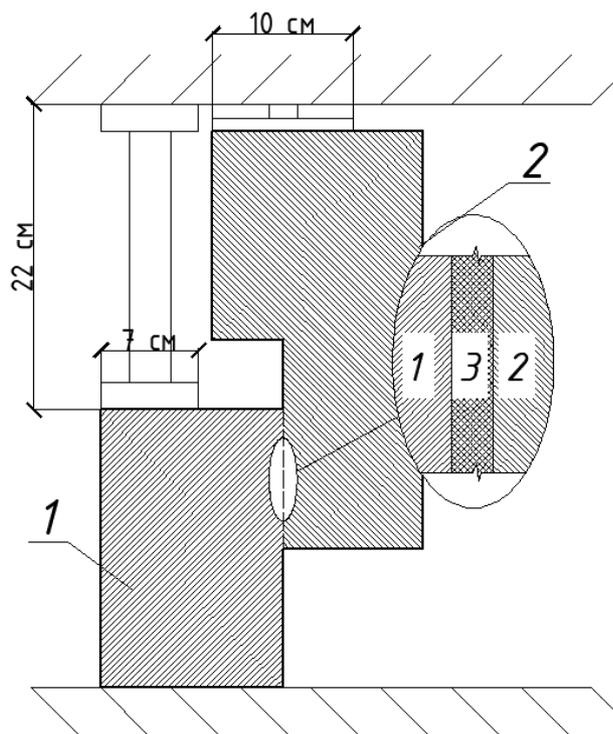


Рисунок 1. – Схема испытаний:  
 1 – старый бетон; 2 – бетон намоноличивания; 3 – прослойка

Таблица 1 – Серии образцов

№серии	Маркировка	Количество модификатора в прослойке
Серия 1	Г-0-0	образцы без прослойки
Серия 2	Г-1-0	образцы с прослойкой без модификатора
Серия 3	Г-1-0,4	образцы с модифицированной прослойкой (модификатор 0,4% от массы цемента);
Серия 4	Г-1-0,7	образцы с модифицированной прослойкой (модификатор 0,7% от массы цемента).

По характеру работы под нагрузкой все испытываемые образцы не отличались между собой. Разрушение во всех случаях носило резкий, внезапный характер и заключалось в отделении одной части образца от другой по плоскости среза. Стоит отметить, что разрушение образцов серий 2–4 произошло по поверхности старого бетона и прослойки, а бетон намоноличивания и прослойка в составной конструкции работали монолитно. Количество налипших частиц на поверхности старого бетона, после разрушения образцов, также отличалось в зависимости от концентрации модификатора в прослойке, и в серии 4 была максимальной.

На основании полученных результатов было сделано заключение о том, что применение прослоек на основе модифицированных цементных систем увеличивает прочность контактного шва примерно на 40% в зависимости от концентрации добавки (рис. 2). Наиболее надежную совместную работу составных бетонных элементов обеспечивает применение цементно-песчаной прослойки с концентрацией добавки в размере 0,7% от массы цемента. Прочность контактного шва образцов с оптимальной концентрацией по сравнению с образцами без прослойки увеличилась в 1,87 раза, т.е. на 46,5%.

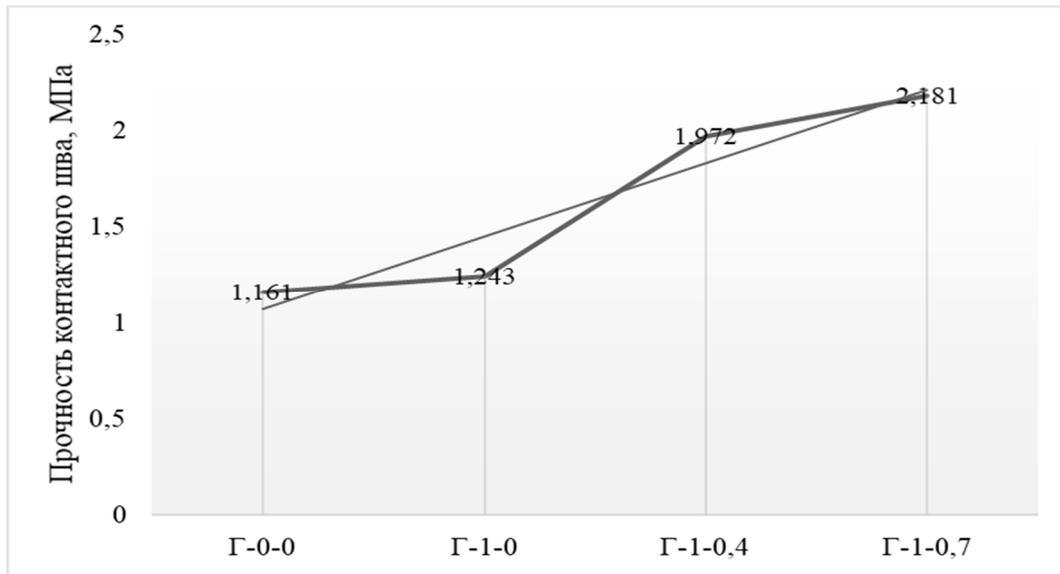


Рисунок 2. – Влияние гиперпластификатора Стахемент 2000М на прочность контактного шва

Г-0-0 – образцы без прослойки; Г-1-0 – образцы с прослойкой без модификатора; Г-1-0,4 – образцы с модифицированной прослойкой (модификатор 0,4% от массы цемента); Г-1-0,7 – образцы с модифицированной прослойкой (модификатор 0,7% от массы цемента).

На основании вышеизложенного материала можно сделать следующие выводы:

- Стахемент 2000М в составе прослойки повышает прочность контактного шва примерно на 40% в зависимости от дозировки;
- ввод добавки в размере 0,7% от массы цемента повышает прочность контактного шва в среднем на 46,5% по сравнению с образцами без прослойки, и на 43% по сравнению с образцами с не модифицированной прослойкой;

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Юкневечюте, Я.А. Предложения по расчету усилений изгибаемых и сжатых конструкций, находящихся под нагрузкой, для пособия по проектированию железобетонных конструкций при реконструкции» / Я.А. Юкневечюте, В.А. Клевцов, В.М. Богачюнас. – НИИЖБИ, 1980.
2. Ремонт поврежденных поверхностей бетонных и железобетонных изделий / А.Г. Доля [и др.]. – Донбасская национальная академия строительства и архитектуры, ООО «ВП Мост», ГП «Научно исследовательский институт строительных конструкций». 2010.
3. Бугаев, В.А. Особенности восстановления зданий и сооружений специального назначения / В.А. Бугаев, Д.В. Горидько. – ВНУ им. В. Даля, ПГАСА, 2005.
4. Чикалина, О.П. Усиление железобетонных конструкций намоноличиванием с применением модифицированных бетонов : автореф. дис. ... магистра техн. наук : 05.23.01 / О.П. Чикалина. – Новополоцк, 2003.
5. Хаменок Е.В. Особенности подготовки контактных швов в строительстве / Е.В. Хаменок // Труды молодых специалистов Полоцкого государственного университета. Строительство. – 2007. – Вып. № 22.
6. Калитуха, В.В. Прочность контактного шва железобетонных составных конструкций : автореф. дис. ... маг. техн. наук / В.В. Калитуха. – Новополоцк, 2017.
7. Гвоздев, А.А. Изучение сцепления нового бетона со старым в стыках железобетонных конструкций и рабочих швах / А.А. Гвоздев, А.П. Васильев, С.А. Дмитриев. – М. : ОНТИ, 1936.