

УДК 624.078.7

С.М. Золотов, Т.Г. Еремеева

Харьковский национальный университет городского хозяйства им. А.Н. Бекетова, г. Харьков

БАЗАЛЬТОПЛАСТИКОВЫЕ АНКЕРА ДЛЯ КРЕПЛЕНИЯ РАЗЛИЧНОГО ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ОБОРУДОВАНИЯ

При ремонте, реконструкции, восстановлении и строительстве конструкций для технологического оборудования часто встречаются такие проблемы как коррозия и остаточные строительные материалы после сноса или разборки. В ходе исследования авторами предложено решение этих проблем за счет использования композитных анкеров, а именно базальтопластикового анкера. При рассмотрении этого строительного материала получены дополнительные сведения, которые используются для расчетов.

Ключевые слова: анкер, композит, базальт, базальтопластик, крепь, коррозия.

Постановка проблемы

Традиционные материалы во многих областях промышленности практически исчерпали свои возможности. А композиты с продуманным набором желаемых свойств становятся более выгодными не только по техническим, но и экономическим параметрам. Сегодня США потребляют 35% мирового производства композитов, Европа - 22%, Азия - 43%, а украинский рынок в составе стран BRIC занимает менее 1% [1]. Однако, доля применения композитов в разных отраслях промышленности Украины растет быстрыми темпами, и возможно скоро постоянно будет использоваться и в строительстве. Инновационный материал – это не обязательно дорого. И новый базальтопластиковый анкер стал тому очевидным доказательством.

Композиты последовательно вытесняют металл, объем их потребления уверенно растет, даже в самых консервативных отраслях, где прочный и коррозионостойкий материал уже заявил о себе.

Анализ последних исследований и публикаций

Вопрос анкерки в целом или крепления технологического оборудования различными композитными анкерами рассматривался такими учеными как В.А. Скляр, С.В.Клементьев [2], В.Ф. Степанова, А. В. Бучкин, М.С.Золотов [3] и др. В общем, имеется довольно много научных работ о анкерах и их значимости для промышленности. Но сведения именно о базальтопластиковых анкерах есть в работах: В.Ф. Степанова[4], К.Ф. Гаркуша, А.Н. Земцов и др., однако информации очень мало.

Отметим что анкер (от нем. Anker - якорь) - это крепёжное изделие, которое закрепляется в несущем основании и удерживает какую-либо конструкцию.

Различают следующие виды анкеров:

- Металлический анкерный болт
- Химические (вклеенные) анкера
- Композитный анкер
 - Базальтопластиковый анкер (БПА)
 - Стеклопластиковый анкер (СПА)
 - Углепластиковый (карбоновый) анкер (УПА)

Сегодня в строительной сфере композиты последовательно укрепляют свои позиции. Для установки различного технологического оборудования, стали устанавливаться базальтопластиковые анкера взамен металлическим, которые показывают положительные результаты.

Целью этой статьи является получить как можно больше информации и качественных характеристик о этом строительном материале.

Изложение основного материала

Анкер удерживается в материале основания за счёт трёх основных рабочих принципов:

- Трение — нагрузки, воспринимаемые анкером, передаются на материал основания посредством трения тела анкера о материал основания. Для этого необходимо наличие распирающей силы. Эта сила может создаваться, например, за счёт распора металлической цанги или пластикового дюбеля.

- Упор — нагрузки, воспринимаемые анкером, компенсируются внутренними силами сопротивления материала излому/смятию, возникающими, как правило, на глубине анкерки. По такому принципу работают цанговые металлические анкера, фундаментные болты и т. п.

- Замоноличивание (Склеивание) — нагрузки, воспринимаемые анкером, компенсируются внутренними касательными напряжениями в области контакта тела анкера и материала монолита. Такой принцип работы

характерен для клеевых анкеров закладных деталей без упорных приспособлений и уширений (заделок) и т. п.

Многие виды анкеров удерживаются в материале основания посредством комбинации описанных выше принципов [5].

Разрушение анкерного крепления происходит в самом слабом его месте. Рассмотрев анкер как составляющую часть строительного элемента, которая закрепляет технологическое оборудование и конструкцию, выделим основные характерные виды разрушений:

- Вырыв анкера — полный или частичный вылет анкера из материала основания, как правило, с сохранением конструктивной целостности основания.

- Срез анкера — полное разрушение анкера по границе основание-закрепляемый элемент под воздействием превышающих допустимые сдвигающих сил.

- Излом или пластический изгиб анкера — полное или частичное разрушение анкера под воздействием превышающих допустимые изгибающих сил при дистанционном монтаже закрепляемого элемента.

- Вырыв материала основания анкером — полное разрушение анкерного соединения, связанное с нарушением конструктивной целостности материала основания под воздействием нагрузок, превышающих предел прочности материала основания. Существует два наиболее частых вида вырыва — вырыв конуса материала основания и излом кромки материала основания (при установке анкера вблизи края базового материала).

- Коррозия материала анкера — полное или частичное разрушение анкера, связанное с коррозией материала анкера или его отдельных частей.

- Плавление или выгорание анкера — нарушение конструктивной целостности анкера, связанное с разрушением материала анкера или его отдельных частей, вызванным воздействием высоких температур, нехарактерных для данного анкерного соединения.

Максимальная нагрузка на вырывание зависит от прочности бетона и размера анкера. Для анкера 8 мм вырывающая сила в зависимости от типа - 1-15 кН (100-1500 кгс) для бетона марки В25, но рабочая нагрузка не должна превышать 25% от вырывающей силы. Для бетона с трещинами необходимо нагрузку на вырывание умножить на коэффициент 0,6 [6].

Проанализировав основные виды разрушений, рассматривается альтернатива металлическим анкерам, а именно базальтопластиковый анкер.

Базальтопластиковый анкер решил сразу несколько проблем, возникающих при эксплуатации композитных анкеров (ломкость, низкая прочность крутящего момента, повреждение при установке). В отличие от металлических, базальтопластиковый анкер более легкий.

Базальтопластиковая арматура - представляет собой базальтопластиковые стержни диаметром от 4 до 40 мм, длиной до 12 метров (или скрученные в бухты) с ребристой поверхностью спиралеобразного профиля табл. 1. Композитная арматура предназначена для применения в бетонных конструкциях с преднапряженным и ненапряженным армированием взамен традиционной стальной арматуры.

Таблица 1. Технические характеристики БПА

Разрывное усилие, не менее, тс	13,5
Размеры муфты, мм:	
• Длина	200(±5)
• Резьба	M22*2,5
• Длина резьбового участка, не менее	185
Длина, мм:	
• Минимальная	3000
• Максимальная	6000
• В составном исполнении	80
Несущая способность анкера, кН, не менее	
Масса без гайки, кг:	0,8±1
• При минимальной длине	
• При максимальной длине	1,5±1
Срок службы, лет, не менее	5

Базальтопластик — современный композитный материал на основе базальтовых волокон и органического связующего, составляющий сильную конкуренцию металлу, и превосходит его по множеству физико-химическому характеру. Базальт — горная порода, составляющая 30% земной коры, его запасы неисчерпаемы [7]. Сегодня базальтопластик успешно конкурирует с изделиями как из металла, так и из стеклопластика, превосходя их по коррозионной, щелче-, кислотостойкости и ряду других характеристик. Долговечность, стабильность состояния позволяют изделиям из базальтопластика служить более 100 лет без потери качеств. Огнестойкий базальтопластик выдерживает длительное воздействие температуры до 700°C и кратковременное воздействие до 1000°C (стекловолокно теряет прочность при температуре выше 300°C). Базальтопластик в 3 раза прочнее и в 4

раза легче металла. Кроме того, базальт – неисчерпаемый горный ресурс, что обеспечивает неограниченную по времени доступность изделий на его основе. Базальтопластиковый анкер – это лучшее от композитов и металла. БПА представляет собой стержень из базальтового волокна с песчаным покрытием диаметром не менее 20 мм, длиной от 1,4 до 3 м (составной анкер — до 6 м), с металлической муфтой на конце. Песчаное покрытие необходимо для лучшего взаимодействия анкерной крепи в кровле и боках горной выработки с закрепляющим материалом. Резьбовая часть выполнена из металла. Металлическое исполнение муфты, шайбы и гайки решает проблемы монтажа и позволяет легко установить анкер без его повреждения. Анкер закрепляется ампульным способом (ампулы с минеральной композицией – АМК и ампулы с полиэфирной смолой). Достоинством продукта является качественное разрушение ампул опорной спиралью и эффективное перемешивание закрепляющего материала. Шахтная анкерная крепь БПА превосходит аналоги по несущей способности, которая составляет не менее 80 кН, при разрывном усилии не менее 13 тс (при требуемых 8 тс) [8]. Уникальные свойства базальтопластика и правильное использование лучших его качеств делает эксплуатацию продукта экономически целесообразной, позволяя существенно сэкономить на закупке анкеров.

Преимущество базальтопластикового изделия [9]:

- базальтовая арматура, сделанная на основе волокон из легких горных пород, которые соединяются полимером, имеет малый удельный вес. Она по сравнению со стальным аналогом значительно облегчает вес конструкции, не в ущерб ее прочности;
- композитное изделие не подвергается коррозии даже в щелочной среде бетонного раствора. На волокна не действует ни кислота, ни раствор соли, потому данное изделие не меняет своих технических характеристик с течением времени, чего нельзя сказать о стальной арматуре;
- арматура базальтопластиковая не проводит электрический ток, магнитноинертна, не изменяет своих свойств под действием магнитных полей;
- базальтопластиковые изделия не изменяют своих размеров при высоких и низких температурах, так сильно как стеклопластиковые;
- они отличаются высокой степенью пожарной безопасности. Они не теряют своей целостности и не дают обрушиться конструкции в течение 151 мин действия прямого пламени;
- стоимость продукта;
- высокая разрывная прочность позволяет заменить металлическую анкерную крепь

диаметром 22 мм и уменьшит диаметр отверстия в породе, уменьшая тем самым расход закрепляющего материала и бурового инструмента;

- полностью разрушается при демонтаже, что снижает трудозатраты на конечных операциях;
- обеспечивает качественное разрушение минеральных и химических ампул опорной спиралью и эффективное перемешивание закрепляющего материала.

Для них характерна низкая теплопроводность, что не характерно для стальной арматуры. Базальт, находясь в толще стены, не только укрепляет ее, но и не дает теплу покидать помещение через ограждающие конструкции, так как не образуются мостики холода.

Благодаря всем вышеуказанным свойствам, базальтопластиковая арматура используется при строительстве портовых сооружений, дамб, конструкций водоотведения. Она встречается в очистных сооружениях, на химическом производстве, в канализации и других инженерных системах. БПА доказали их готовность к серьезному применению на шахтах опасных по газу и пыли, а также для испытания тепловых оборудований. В настоящее время новый продукт успешно эксплуатируется.

Для увеличения прочностных характеристик и более прочного сцепления тела анкера и бетона возможно применение клеев. После создания клеевого соединения, ввинчивается и сам крепеж. Благодаря такой технологии, химические анкеры можно использовать даже в пустотельных конструкциях, там, где крепление очень и очень проблематично. В принципе для этого он и был изобретен, так как в данных строительных конструкциях другие виды анкеров применять нельзя.

Химические анкеры можно классифицировать по типу применяемого в них клеящего вещества. Так различают:

- Анкера на основе эпоксидной смолы:
Обладают высокими нагрузочными характеристиками и хорошей устойчивостью к агрессивной окружающей среде. Хорошо держит соединение при повышенной влажности, низкая усадка (0.05%). Анкеры на основе эпоксидной смолы имеют долгий срок годности (до 3 лет).
- Анкера на винил эстеровой / опокси - акрилатовой основе:
Комплексный отвердитель для таких анкеров быстрее схватывается по сравнению с другими видами. Также обладает высокими нагрузочными характеристиками, влагостойкое, однако срок его годности около 1 года, а усадка достигает 0.5%.
- Анкера на метакриловой / акриловой основе:

Имеет высокие нагрузочные характеристики и быстрое время схватывания. Срок годности 2 года. Усадка составляет около 0.5%.

- Анкера на полиэстеровой основе:

Имеют небольшое сопротивление ударным нагрузкам и соответственно обладают низкими нагрузочными характеристиками. Срок годности 1 год. Усадка анкера достигает 1%. Инъектировать анкера подобного типа можно только в сухое отверстие.

- Гибридные (смешанные анкера):

Обычно это смеси из эпоксидной и метакриловой (акриловой) смол. Зачастую в смесь добавляют цемент и воду. Обладают средними нагрузочными характеристиками и быстрым временем схватывания и полимеризации. Срок годности данных анкеров составляет 1 год [10].

В химических анкерах применяется различная технология химического инъектирования. По типу инициирования химические анкера разделяют на:

1. Ведро

2. Картриджи

- Пластиковые

- Полиэтиленовая оболочка

3. Стекланные капсулы

Помимо перечисленных видов, промышленностью выпускается большое количество специальных видов анкеров.

Выводы

Такая специфика арматуры из базальтопластика не просто позволяет расширить области ее применения в строительстве, но и существенно увеличить межремонтный период.

Цена на данный продукт немного выше, по сравнению со стальным аналогом. Но использование волокнистых материалов окупится уже в течение пяти лет эксплуатации здания за счет снижения теплопроводности стен. Цена на арматуру базальтовую снижается еще, благодаря простоте транспортировки. Низкий вес изделия не требует к себе крупногабаритных грузовых машин. Выгрузка с привлечение спецтехники также не нужна. Композитный материал легко транспортировать вручную. Коррозионная стойкость предлагаемого материала значительно сократит эксплуатационные расходы, так как не приведет к скорому ремонту всей конструкции. Базальтовая арматура в строительстве используется практически без отходов.

Обоснованная целесообразность применения композитов вселяет уверенность, что доля применения новых базальтопластиковых анкеров будет расти. Неограниченные же возможности новых материалов и возможность программирования их свойств позволяет

прогнозировать, что область применения композитов для строительных конструкций и «под земель» будет расширяться.

Литература

1. Полимеры. Новые технологии переработки пластмасс [Электронный ресурс] 2015. Режим доступа http://www.polymer.ru/letter.php?cat_id=3&n_id=5398
2. ООО «ОРВИЛ» «Что мы знаем об анкерах и дюбелях?» [Текст] / С.В.Клементьев / г. Волгоград 2004г.
3. Золотов М.С. Технологические схемы крепления оборудования анкерными болтами на акриловых клеях [Текст] / М.С. Золотов, В.А. Склярков / Комунальне господарство міст: науч.-техн. сб. - Харьков : ХНУГХ, 2014. - Вип. № 110. - С. 56-62.
4. Технические рекомендации по применению неметаллической композитной арматуры периодического профиля в бетонных конструкциях [Текст]: ТР 013-1-04 «НИИЖБ», г. Москва 2004г.
5. Журнал ШИГ. Справочно-информационное издание о крепежных изделиях и технологиях [Текст] / № 02 (13), 2001г.
6. Chipmaker. Все о работе с металлом 2012[Электронный ресурс]. Режим доступа <http://www.chipmaker.ru/topic/133827/>
7. Онлайн энциклопедия Википедия. [Электронный ресурс]. Режим доступа <https://ru.wikipedia.org/wiki/Базальт>
8. Журнал «уголь»: Шахты получили анкерную крепь, не имеющую аналогов. №6, 2012[Электронный ресурс]. Режим доступа <http://galen.su/press-tsentr/smi-onas/rossiyskaya-ankernaya-krep-ne-imeyushchaya-analo/>
9. АРМАПЛЮС. Качественная базальтопластиковая арматура [Электронный ресурс]. Режим доступа <http://armaplus.ru/stati/13-bazaltovaya-armatura.html>
10. ХФ «Солди Харьков». Анкера и дюбели. Часть 2 - Классификация анкерных креплений [Электронный ресурс]. Режим доступа http://soldisv.at.ua/publ/ankera_i_djubelja_chast_2_klassifikacija_ankernykh_kreplenij/1-1-0-3

References

1. Olkhovskaya, J. (2015). Polymer composite materials. Magazine: "The Petrochemical Industry Of The Russian Federation", 1-2. Retrieved from http://www.polymer.ru/letter.php?cat_id=3&n_id=5398
2. Klementiev, S.V. (2004). "What do we know about the anchors and the anchors?" LLC "ORVILLE"
3. Zolotov M. S., & Sklyarov V. A. (2014). Technological scheme of fastening hardware anchor bolts on akrilovyh adhesives. Communal services of cities: nauch.-tech. sat, 110, 56-62.
4. "НИИЖБ" TR 013-1-04 (2004) Technical recommendations for use non-metal composite reinforcement with periodic profile in concrete structures, Moscow.
5. Journal Of Shig. (2001). Reference information publication of fastening products and technologies, 02 (13).
6. Retrieved from <http://www.chipmaker.ru/topic/133827/>
7. Basalt. In Encyclopedia wikipedia online. Retrieved from <https://ru.wikipedia.org/wiki/Базальт>

8. (2012). *Journal of Coal: Mine were Russian anchor support, which has no analogues*, No. 6. Retrieved from <http://galen.su/press-tsentr/smi-o-nas/rossiyskaya-ankernaya-krep-ne-imeyushchaya-analo/>
9. (2014). *Quality of basalt-plastic rebar*. Retrieved from <http://armaplust.ru/stati/13-bazaltovaya-armatura.html>
10. Shostak. M. (2012). *Anchors and plugs. Part 2 - Classification of anchors*. Retrieved from http://soldisv.at.ua/publ/ankera_i_djubelja_chast_2_klassifika_cija_ankernykh_kreplenij/1-1-0-3

Рецензент: ТОРКАТЮК Владимир Иванович
Харьковский национальный университет городского хозяйства им. А.Н. Бекетова, д.т.н., профессор.

Автор: ЕРЕМЕЕВА Татьяна Геннадиевна
Харьковский национальный университет городского хозяйства им. А.Н. Бекетова, соискатель.
E-mail – maksimilianna_@mail.ru

Автор: ЗОЛОТОВ Сергей Михайлович
Харьковский национальный университет городского хозяйства им. А.Н. Бекетова, к.т.н., доцент.
E-mail – zolotov.s.m@mail.ru

БАЗАЛЬТОПЛАСТИКОВІ АНКЕРА ДЛЯ КРІПЛЕННЯ РІЗНОГО ТЕХНОЛОГІЧНОГО УСТАТКУВАННЯ

С.М. Золотов, Т.Г. Єремєєва

При ремонті, реконструкції, відновленні та будівництві конструкцій для технологічного устаткування часто зустрічаються такі проблеми, як корозія і залишкові будівельні матеріали, після знесення або розбирання. В ході дослідження авторами запропоновано вирішення цих проблем за рахунок використання композитних анкерів, а саме базальтопластикового анкера. При розгляді цього будівельного матеріалу отримані додаткові відомості, які використовуються для розрахунків.

Ключові слова: анкер, композит, базальт, поліпропілен, кріплення, корозія.

BASALT-PLASTIC ANCHORS FOR FIXING OF VARIOUS TECHNOLOGICAL EQUIPMENT

S.M. Zolotov, T.G. Yeremieieva

During the repair, reconstruction, restoration and construction of structures for process equipment frequently encountered problems such as corrosion and residual building materials after demolition or disassembly. During the study, the authors proposed a solution to these problems through the use of composite anchors. Alternative metal anchors basalt becomes the anchor, which completely destroyed during disassembly that it reduces the effort needed for the final operations. Basalt anchor is corrosion resistant, lightweight and solid. Basalt is a rock, which constitutes 30% of the earth's crust, its resources are inexhaustible. When considering this building material obtained additional information that is used for calculations.

Keywords: anchor, composite, basalt, basalt plastic, lining, corrosion.