

УДК 691.55.688.3

ПРИМЕНЕНИЕ КЛЕЕВЫХ АНКЕРОВ ПРИ ПРОКЛАДКЕ ТРАССЫ ВОЗДУШНОЙ ЛИНИИ ЭЛЕКТРОПЕРЕДАЧ И МОНТАЖЕ ОПОР НА ГОТОВЫХ ФУНДАМЕНТАХ.

ЗАСТОСУВАННЯ КЛЕЙОВИХ АНКЕРІВ ПРИ ПРОКЛАДЕННІ ТРАСИ ПОВІТРЯНИХ ЛІНІЙ ЕЛЕКТРОПЕРЕДАЧ ТА МОНТАЖУ ОПОР НА ГОТОВИХ ФУНДАМЕНТАХ.

APPLICATION IN BONDED ANCHORS OF ROUTING OVERHEAD TRANSMISSION LINE AND INSTALLATION OF SUPPORTS ON THE FOUNDATION LAID.

Склярів В.О., к.т.н., доцент, Золотова Н.М., к.т.н., доцент (ХНУГХ імені А.М. Бекетова, м. Харків)

Склярів В.А., к.т.н., доцент, Золотова Н.М., к.т.н., доцент (ХНУМГ імені О.М. Бекетова м. Харків)

Sklyarov V.A., Ph.D., associate professor, N.M. Zolotov, Ph.D., associate professor (Kharkov National University of municipal economy A.M. Beketov's name, Harkov)

У статті відображені проблеми, що виникають при прокладки траси повітряної ЛЕП і вимушеного перенесення опор (веж, стовпів) різних видів зв'язку. Представлені результати експериментів на міцність анкерного з'єднання на акрилових клеях і запропонування по використанню клейових анкерів при монтажі опор і т.д.

В статье отображены проблемы, возникающие при прокладки трассы воздушной ЛЭП и вынужденного переноса опор (башен, столбов) различных видов связи. Представлены результаты экспериментов на прочность анкерного соединения на акриловых клеях и предложения по использованию клеевых анкеров при монтаже опор и т.д.

The article reflected the problems that arise when laying the track and overhead line forced transfer supports (towers, poles) of different types of communication. The results of experiments on the strength of the anchoring compound on the acrylic adhesives and recommendations on the use of adhesive anchors for installation of supports, etc.

Ключові слова:

Повітряна лінія електропередачі, опора, фундамент, анкер, акриловий клей, модифікатор.

Воздушная линия электропередачи, опора, фундамент, анкер, акриловый клей, модификатор.

Overhead power line poles, foundations, anchors, acrylic adhesive, the modifier.

Цель исследования. Исследованию анкерного соединения на модифицированном акриловом клее уделяется должное внимание, поскольку оно является эффективным при монтаже опор воздушной ЛЭП и башен различных видов связи. В первую очередь из-за того что такие конструкции характеризуются отсутствием сложных подготовительных процессов, значительным сокращением расхода стали, цемента и трудозатрат, сроков монтажа опор (башен) через вынужденную корректировку от проектного положения.

Воздушная ЛЭП, то есть воздушная линия электропередачи, является системой электрического оборудования, посредством которого передается электроэнергия. Но строительство этой системы считается достаточно сложной операцией. Для её качественного выполнения необходимо большое количество людей, техники и материальных затрат. Использование новых производственных процессов с применением акриловых композиций может значительно ускорить монтаж ВЛЭП и сроки его выполнения.

Работы по прокладке воздушной линии электропередач, в частности установка (перенос) опоры ВЛЭП (к ним можно отнести также башни радиосвязи, вышки сотовой связи, мобильной (рис.1), радиорелейной) можно разделить на два этапа: подготовительные и строительно-монтажные работы.

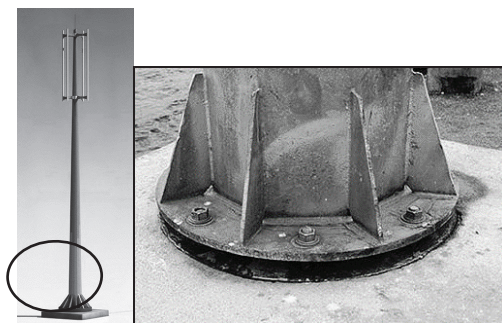
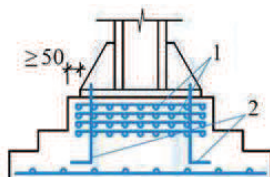


Рис.1 Металлическая опора мобильной связи на фундаменте

К подготовительным работам относятся: знакомство с районом прохождения трассы; разбивка трассы; рубка просеков; вырывание котлована. Строительно-монтажные работы включают в себя: развоз опор по местам; их сборку; установку; монтаж изоляторов, проводов и тросов.

Столбы (опоры) бывают железобетонными или стальными, каждый из которых устанавливается по определённой технологии. Монтаж столбов ЛЭП, сделанных из стали, требует обязательного возведения фундамента (рис. 1, 2, 3).



1 – арматурная сетка, 2 – арматурные выпуски.

Рис.2 Схема крепления опоры к фундаменту



Рис.3 Фото опоры на фундаменте со смещением от проектного положения.

Для железобетонных опор наличие фундамента не обязательно. При возведении фундамента под крепёж опоры используют закладные детали или выпускные арматурные концы (рис. 4, 5).



Рис.4 Закладная деталь

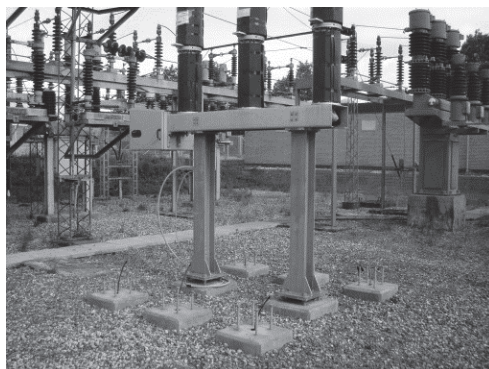


Рис.5 Фундамент с выпусками

Иногда в связи с неблагоприятным рельефом (ландшафтом) местности или из-за несовпадения посадочных мест в фундаменте и в опоре, по другим субъективным причинам место установки опоры приходится корректировать. Для фундаментов с арматурными выпусками под анкера (рис. 3), это сделать довольно проблематично. Для этого приходится срезать арматурные выпуски бурить новые скважины под анкерные болты.

Одним из путей решения этих проблем является использование клеевых анкерных соединений при монтаже опор или корректировки их положения в бетон фундамента. Такие конструкции характеризуются отсутствием сложных подготовительных процессов, значительным сокращением расхода стали, цемента и трудозатрат, сроков производства работ.

В Харьковском национальном университете городского хозяйства имени А.М. Бекетова разработан модифицированный акриловый клей с повышенными прочностными показателями [1, 2, 3, 7, 8], который по своим адгезионным и когезионным свойствам не только превосходит применяемые в настоящее время клеи, но и обладает высокими технологическими свойствами: они малокомпонентны (полимер, наполнитель, модифицирующие добавки, повышающие прочностные свойства клея), простые и надежные в приготовлении. Кроме того, анкероустановочные работы можно проводить при температуре окружающей среды до -20°C и выше без дополнительных технологических мероприятий [1, 2, 4, 7]. Стоимость акрилового клея в 2...3 раза ниже эпоксидного. Акриловые клеи просты в приготовлении ввиду их малокомпонентности. Они высокотехнологичны: низкая вязкость, время отверждения 12...24 ч., высокая наполняемость.

Для соединения опоры с фундаментом как правило используют анкеры (анкерные выпуски, болты) диаметром 16-36мм. Все исследования выполняли для анкеров диаметром $d_s=16$ и 36 мм при двух глубинах анкеровки: $l_{анк}=8d_s$ и $l_{анк}=10d_s$. Данные по физико-механическим свойствам анкерного болта приведены в таблице 1.

Таблица 1

Физико-механические свойства стального анкера

Диаметр анкера d_s , мм	Предел прочности σ_u , МПа	Предел текучести σ_y , МПа	Модуль упругости E , МПа	Коэффициент Пуассона μ
16	446,0	237	2,0 10 ⁵	0,25
36	426,0	227		

С целью определения прочности соединения были проведены испытания кратковременной статической и динамической нагрузкой. Количество образцов каждой серии при установлении кратковременной прочности анкерного болтового соединения определяли исходя из теории планирования экспериментов [5]. Исходя из теории планирования экспериментов необходимое количество образцов анкерных болтовых соединений для каждого испытания исследования на прочность при действии кратковременного выдергивающего усилия и динамической нагрузки составляет $n = 6$ образцов.

Нагружение образцов анкерных болтовых соединений на модифицированных акриловых клеях кратковременной статической нагрузкой (рис.6) производили на гидравлическом прессе УИМ-50 (скорость приложения нагрузки составляла 2,5...3,0 МПа в секунду). Испытания динамической нагрузкой проводили на пульсаторе ЦДМ-Пу 100 (с частотой 400 циклов приложения нагрузки в минуту).

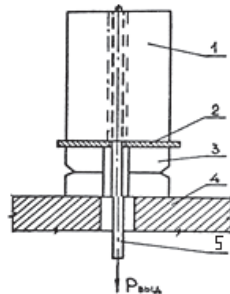


Рис. 6. Схема испытания образцов анкерных болтовых соединений на прочность при воздействии кратковременного статического нагружения: 1 - бетонная призма; 2 - металлическая прокладка; 3 - шарнир; 4 - траверса пресса; 5- анкер.

Усилия в загруженной части анкера измеряли электротензометрированием с помощью наклеенных тензорезисторов типа ПКБ 20-200 с коэффициентом тензочувствительности $S = 2,05$. Все исследуемые образцы доводились до разрушения. При этом определяли максимальное усилие, соответствующее либо адгезионному разрушению клеевого соединения, либо разрыву анкерного болтового соединения. В качестве

модификатора был использован ZnO . Усредненные результаты испытаний приведены в таблице 2.

Таблица 2
Прочностные характеристики анкерных болтовых соединений при кратковременном нагружении

Диаметр Анкера d_s , мм	Глубина заделки анкера $l_{анк} = 10d_s$, мм	Пределы прочности, МПа		Глубина заделки анкера $l_{анк} = 8d_s$, мм	Пределы прочности, МПа	
		прочность	характер разрушения		Прочность	характер разрушения
16	160	471,4	разрыв анкера	128	286,5	по контакту клейанкер
36	360	448,4	разрыв анкера	288	278,3	по контакту клейанкер

Схема испытаний анкерных болтовых соединений динамической нагрузкой приведена на рис. 7. На рис. 8, показан общий вид установки при проведении экспериментальных исследований.

Загружение образцов анкерных болтовых соединений производили следующим образом. Образец с захватным устройством монтировали на неподвижной траверсе пульсатора. Затем путем закручивания гайки создавали начальное усилие затяжки анкера равное $F=29,5$ кН, что соответствовало напряжению по резьбе 204 МПа. После этого на станину монтировали серьгу 3 (рис. 7), затягивали стяжные болты 9 и в захвате пульсатора закрепляли тягу 2, а затем устанавливали упорные швеллера.

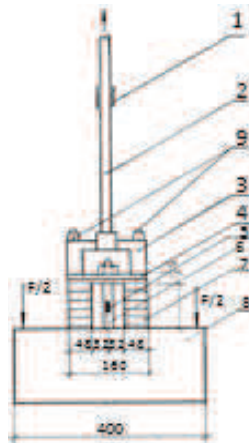


Рис. 7. Схема испытаний клеевых соединений динамической нагрузкой: 1 - захват прессы; 2 - стальная тяга; 3- серьга; 4 - станина оборудования; 5 - тензорезисторы, 6 - анкерный болт; 7 - подкладки; 8 - бетонный образец; 9 – стяжные болты

Затем включали пульсатор и постепенно доводили нагрузку до такой величины, чтобы верхний предел напряжения в анкере составил 204 МПа, а нижний - 185 МПа (согласно [6]). Расчетное усилие в анкере равнялось $P = 26,8$ кН.

Коэффициент асимметрии цикла при экспериментах составил $\rho = \frac{P}{F} = 0,91$.

В процессе проведения испытаний в начальный период загрузки показания тензорезисторов фиксировали через 5000, затем через 2×10^4 , а в дальнейшем – через 2×10^5 циклов. В соответствии с требованиями [6] испытания проводили до достижения числа циклов нагружения $n = 6 \times 10^6$.

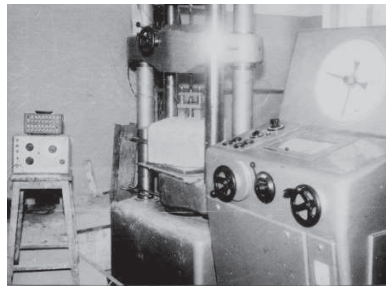


Рис. 8. Общий вид установки для исследования соединений при динамической нагрузке

После $n = 6 \times 10^6$ циклов нагружений разрушение образцов анкерных болтовых соединений обеих партий ($l_{анк} = 8d_s$ и $l_{анк} = 10d_s$) не наблюдалось.

После испытания образцов на выносливость они были разрушены статической нагрузкой. Характер разрушения образцов зависел от глубины заделки анкера в бетон $l_{анк}$. При глубинах заделки $l_{анк} = 8d_s$ разрушение образцов анкерных болтовых соединений происходило в результате выдергивания анкера, т. е. по контакту клей-анкер. При этом средняя прочность соединения составила 286,2 МПа. Снижения прочности по сравнению с прочностью соединений при кратковременном нагружении не зафиксировано.

При глубинах заделки $l_{анк} = 10d_s$ разрушение образцов соединения происходило в результате разрыва анкеров в месте их загруженных концов. При этом средняя прочность составила 470,8 МПа, что соответствует прочности при испытаниях образцов на кратковременное статическое воздействие.

Выводы: 1. Экспериментально исследована кратковременная, длительная и усталостная прочность анкерных болтовых соединений на модифицированных акриловых клеях.

2. В результате экспериментов установлено что прочность анкерного соединения на модифицированном акриловом клее при глубине заделки анкера $l_{анк} = 10d_s$ определяется прочностью самого стального анкера.

3. На основании анализа выполненных исследований рекомендуется при монтаже опор ВЛЭП, а также для крепления башен радиосвязи, вышек сотовой связи, мобильной и радиорелейной использовать анкерные соединения на модифицированных акриловых клеях и заделывать анкерные болты на глубину $l_{анк} = 8d_s$. Учитывая большую ответственность и длительность эксплуатации опор для их крепления анкерные болты предлагается заделывать на глубину $l_{анк} = 10d_s$.

1. Шутенко Л.М., Волювач С.В., Золотов С.М., Волювач В.С., Золотова Н.М. Акрилова композиція для кріплення анкерних болтів / Шутенко Л.М., Волювач С.В., Золотов С.М., Волювач В.С., Золотова Н.М.//, Пат. №88250 Україна, опубл. 25.09.2009, Бюл. № 18. 2. Золотов М.С. Склярів В.А. Полімерна самотвердіюча композиція /Золотов М.С. Склярів В.О.//, Патент UA № 41644A. 3. Шутенко Л.М., Волювач С.В., Склярів В.О. та ін. Патент 49587. Україна МКИ C09J4/00, C08L33/12. Самотвердіюча клейова композиція / Шутенко Л.М., Волювач С.В., Склярів В.О. та ін.// - № 2002010074; Заявл. 03.01.2002. Опубл. 16.09.2002. 4. Золотов М.С., Псурцева Н.А., Душин В.В. Соединение бетонных и железобетонных элементов акриловыми клеями/ Золотов М.С., Псурцева Н.А., Душин В.В.// - Харьков: НТО стройиндустрии, 1989. - 72 с. 5. Сидняев, Н. И. Теория планирования эксперимента и анализ статистических данных /Н. И. Сидняев//: учебное пособие. — М. : Издательство Юрайт ; ИД Юрайт, 2011. — 399 с. — Серия : Магистр. 6. ДСТУ Б В.2.6-200:2014 «Конструкції металеві будівельні. Вимоги до монтажу». 7. Акриловые клеи для соединения бетонных и железобетонных конструкций / Л.Н. Шутенко, С.М. Золотов, А.О. Гарбуз и др. // Архитектурно-строительное материаловедение на рубеже веков: Международная интернет-конференция; матер. докл. – Белгород: БелГТАСМ, 2002. – С. 201-205. 8. Анкерные крепления в бетоне / М.С. Золотов, Л.Н. Шутенко, С.М. Золотов, В.А. Склярів // Коммунальное хозяйство городов: науч.-техн. сб. – Киев : Техніка, 1998. – Вып. 14. – С. 50-56.

<http://rusograda.ru>