

УДК 691.88

[https://doi.org/10.37538/2224-9494-2021-1\(28\)-45-54](https://doi.org/10.37538/2224-9494-2021-1(28)-45-54)

ЗАХВАТЫ ДЛЯ ИСПЫТАНИЙ ХИМИЧЕСКИХ (КЛЕЕВЫХ) АНКЕРОВ С АРМАТУРОЙ ПЕРИОДИЧЕСКОГО ПРОФИЛЯ

GRIPS FOR TESTING OF CHEMICAL (ADHESIVE) ANCHORS WITH PERIODIC PROFILE REBAR

М. О. ПАВЛОВА, канд. техн. наук

В. А. ЗАХАРОВ

М. Н. ПАВЛЕНКО

П. Е. ВАХТУРОВА

Современные приборы для испытаний на «вырыв» не комплектуются специальными захватами для связей и арматуры периодического профиля. Предложен новый тип захвата для испытаний муфта-захват. Проведены лабораторные испытания химических анкеров с арматурой периодического профиля с применением новых типов захватов (муфт-захватов). Выполнен сравнительный анализ полученных результатов испытаний анкеров с применением четырех типов захватов. Сформулированы предложения по применению захватов при проведении натурных испытаний на объекте и в лабораторных условиях.

Ключевые слова:

Арматура периодического профиля, арматурные выпуски, адаптер, захват, лабораторные испытания, муфта-захват, резьбовая муфта, химический анкер, цанговый захват

Modern pull-out testing devices are not equipped with special grips for connections and periodic profile fittings. A new type of gripper for clutch-gripper testing proposed for the use. Laboratory tests of chemical anchors with periodic profile reinforcement, using new types of gripper (coupling-gripper), carried out. A comparative analysis of the obtained results performed about anchors tests, using four types of grips. Suggestions given for the use of grippers during field tests and in the laboratory.

Key words:

Adapter, chemical anchor, coupling grip, grip, laboratory testing, periodic profile rebar, pick-up collet, rebar releases, threaded coupling

Широкое распространение при строительстве, ремонте, реконструкции и реставрации зданий и сооружений получили анкеры, в том числе химические. Область применения анкеров ежегодно увеличивается.

Химический анкер состоит из двухкомпонентного химического состава и металлического элемента. К преимуществам применения химических анкеров можно отнести их функциональность, универсальность и долговечность, а также:

- возможность установки в различные материалы, в том числе низкой прочности;
- широкую линейку типов химических составов, отличающихся назначением и областью применения (для бетона, кирпичной кладки; летние составы, зимние и универсальные);
- возможность подбора различных геометрических параметров анкера (диаметра стержня и глубина заделки) непосредственно на объекте.

При устройстве узлов для закрепления несущих конструкций и оборудования в качестве металлического элемента в химических анкерах применяют резьбовые шпильки или арматуру периодического профиля. При возведении новых и реконструкции железобетонных конструкций, в том числе монолитных для устройства арматурных выпусков, применяют химические анкеры.

Введенные в действие нормативные документы ГОСТ Р 58387-2019 «Анкеры клеевые для крепления в бетон. Методы испытаний» [6] и ГОСТ Р 58429-2019 «Выпуски арматурные, вклеенные в бетон. Методы испытаний» [7] по методам лабораторных испытаний химических анкеров регламентируют порядок проведения испытаний, требования к числу образцов и методике испытаний в зависимости от назначения анкеров, а также общие требования к применяемому испытательному оборудованию, обязательному проведению аттестации, калибровки и поверки приборов.

Методы испытаний предусматривают определение значений разрушающей нагрузки и перемещений анкера при различных условиях и способах подачи нагрузки.

На объектах несущая способность химических анкеров с учетом фактической прочности материала конструкций, в которые они установлены, определяется по результатам натурных испытаний, проводимых на объекте строительства; обработка результатов выполняется в соответствии с положениями СТО 44416204-010-2010 «Крепления анкерные. Метод определения несущей способности по результатам натурных испытаний» [8].

В качестве силовых установок для испытаний на действие усилия вырыва применяют механические или гидравлические установки российского или зарубежного производства (ОНИКС, ПСО, Hydrajaws и др., рис. 1). Испытательное оборудование комплектуется специальными захватами и оснасткой для возможности проведения лабораторных и натурных испытаний различных типов анкеров.

В настоящее время к основным типам захватов относят цилиндрический резьбовой захват и цилиндрический захват для головки анкера.

Испытания анкеров с резьбовыми шпильками проводят с применением цилиндрических резьбовых захватов, изготавливаемых в соответствии с диаметром анкера. Резьбовые захваты заводского изготовления обеспечивают высокую прочность соединения при испытаниях, не требуют специальной подготовки анкера к испытаниям.

Наиболее распространенные силовые установки не комплектуются захватами для арматуры периодического профиля.



Рис. 1. Прибор HydraJaws для проведения испытаний анкеров на вырыв

Определение несущей способности анкера в лабораторных условиях и на строительной площадке является инженерной задачей. Каждая лаборатория проводит испытания с применением захватов собственного изготовления, что зачастую отражается на результатах испытаний (например, большой разброс полученных значений, увеличенные деформации анкера).

При подготовке химических анкеров с арматурой периодического профиля к испытаниям выполняют:

- нарезку резьбы на стержнях анкера, при этом уменьшается площадь сечения арматуры.
- закрепляют к арматуре вспомогательные элементы оснастки с применением сварки;
- изготовление дополнительных некомплектных/нестандартизированных захватов.

Изготовление дополнительных элементов оснастки и доработка испытательных приборов осложняют процесс испытаний и влияют на точность измерений и является трудоемким и нетехнологичным способом решения задачи.

Уменьшение сечения арматуры при устройстве резьбы и применение дополнительных элементов, устанавливаемых с применением сварки, не обеспечивают прочность соединения, сопоставимую с прочностью арматуры.

Указанные типы переходников не позволяют проводить испытания и прикладывать нагрузку до разрушения анкерного соединения, не позволяют выполнять оценку прочности заделки арматурных выпусков в монолитном железобетоне. Подобные самодельные захваты могут применяться в случаях испытаний химических анкеров при установке в материалы с низкой прочностью.

Специалистами Лаборатории надежности фасадов и теплоизоляционных фасадных систем (ЛНФ) ЦНИИСК им. В. А. Кучеренко в процессе проведения лабораторных и натурных испытаний анкеров на объектах выполнен анализ представленного на рынке лабораторного оборудования. В процессе экспериментальных исследований выполнено следующее.

Проведена серия контрольных испытаний химических анкеров с арматурой периодического профиля с применением различных типов захватов (адаптеров).

Для исследований были выбраны четыре типа захватов: сварной, резьбовой, цангового типа и муфта-захват. В табл. 1 приведены типы рассматриваемых захватов, применяемых в лабораторном оборудовании при испытаниях анкеров «на вырыв».

Наиболее близкими по критерию прочности соединения для арматуры периодического профиля являются захваты цангового типа, применяемые в разрывных машинах, а также при натяжении арматуры в железобетонных конструкциях. По своей конструкции большинство захватов не может быть закреплено в современных испытательных приборах. Конфигурация захватов не позволяет выполнить их размещение вблизи основания, что препятствует проведению испытаний и затрудняет процесс замера перемещений арматурного стержня при испытаниях анкеров «на вырыв».

По результатам серии сравнительных испытаний наиболее эффективными элементами оснастки в качестве захватов являются резьбовые захваты (муфты) с конической или цилиндрической резьбой, которые изготавливаются в заводских условиях с учетом требований ГОСТ 34278-2017 «Соединения арматуры механические для железобетонных конструкций. Технические условия» [4] и широко применяются для соединения арматуры периодического профиля при устройстве арматурных каркасов железобетонных конструкций.

Специалистами ЛНФ ЦНИИСК им. В. А. Кучеренко предложен новый тип захватов (муфта – захват) для испытаний химических анкеров с арматурой периодического профиля в качестве металлического элемента анкера.

Таблица 1

Обзор типов захватов, применяемых для испытаний химических анкеров с арматурой периодического профиля

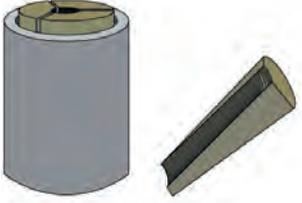
№ типа захвата	Тип захвата	Схема	Назначение	Особенности
1	2	3	4	5
Тип 1	Резьбовой		Для испытаний на значения нагрузки, не превышающие прочность арматурного стержня с уменьшенным диаметром сечения	Может применяться при испытаниях на расчетные значения нагрузки
Тип 2	Сварной		Для испытаний при установке анкеров в материалы низкой прочности и при низкой несущей способности анкерного крепления	Нецелесообразен для применения ввиду невозможности получения достоверных результатов испытаний в достаточном объеме для проведения анализа работы соединения
Тип 3	Цанговый		Для проведения испытаний при наличии необходимого специализированного оборудования, преимущественно в лабораторных условиях	Требуется обеспечение обжатия и необходимо применение специальных домкратов с большим ходом штока прибора
Тип 4	Муфта-захват		Для проведения лабораторных и натуральных испытаний	Может применяться с различными типами распространенных приборов



Рис. 2. Муфта-захват для арматуры периодического профиля в качестве захвата при испытаниях химических анкеров на вырыв



Рис. 3. Общий вид резьбовой муфты-захвата

В ОАО НПО «ЦНИИТМАШ» были изготовлены экспериментальные образцы муфт-захватов с конической резьбой [9-12] для испытываемой арматуры и с метрической резьбой с другой стороны для соединения со стандартными комплектующими приспособлениями силовых приборов (рис. 2, 3).

В лаборатории ЦНИИСК им. В. А. Кучеренко проведены серии лабораторных испытаний анкеров с применением четырех типов муфт.

В рамках исследований проводились испытания химических анкеров с арматурой периодического профиля, подобранных из условия разрушения анкера по стали арматуры. При испытаниях применялась арматура периодического профиля А500 Ø20 мм, глубина анкеровки составляла 170 мм при установке анкеров в бетон класса по прочности на сжатие В25.

Резьбовые муфты-захваты просты в установке и применении при испытаниях, как в лабораторных условиях, так и непосредственно на объекте строительства. Преимуществом применения муфты-захвата является уменьшение длины арматурных выпусков и, как следствие, снижение влияния относительного удлинения арматуры на перемещения анкера. Далее приведена сравнительная таблица рассматриваемых захватов различных видов для арматуры периодического профиля (табл. 2).

Таблица 2

Сравнение захватов для арматуры периодического профиля

№ типа захвата	Тип захвата	Преимущества	Недостатки
1	2	3	4
Тип 1	Резьбовой	– возможность применения комплектных захватов; – многоразовое использование и длительный срок службы	– высокая трудоемкость подготовки арматуры; – ослабление сечения арматурного стержня
Тип 2	Сварной	– возможность изготовления в построечных условиях	– низкая прочность соединения; – одноразовое использование; – высокая трудоемкость изготовления; – высокий разброс результатов испытаний
Тип 3	Цанговый	– не требует специальной подготовки арматурного стержня; – обеспечивает высокую прочность соединения	– необходимость применения дополнительных захватных средств; – необходимость устройства увеличенных выпусков арматуры; – необходимость обеспечения предварительного обжатия захвата, что требует применения приборов с большим ходом штока; – высокая трудоемкость применения
Тип 4	Муфта-захват	– высокая точность заводского изготовления; – обеспечивается высокая прочность соединения; – возможность применения комплектных захватов; – не требуется применение дополнительных специальных захватных средств; – обеспечивается высокая точность измерения при испытаниях	– требуется подготовка арматуры в заводских условиях; – не большой срок службы

При применении указанных в табл. 2 типов захватов основным параметром является площадь сечения арматурного стержня анкера после подготовки к испытаниям.

Захват Тип 1 – выполняется устройство резьбы на арматуре с уменьшением площади сечения на 20%.

Захват Тип 2 – применение сварных захватов различной конструкции приводит к искусственному снижению прочности анкерного стержня до 30%,

Захват Тип 3 – высокая трудоемкость при применении, повышенная деформативность соединения.

Указанные положения не позволяют получить корректные значения несущей способности анкерного крепления при характере разрушения по стали стержня анкера. В табл. 3 приведены результаты сравнительных испытаний химических анкеров с применением захватов

четырёх типов. По результатам испытаний построены графики зависимости перемещений анкера от нагрузки для исследуемых типов захватов (рис. 4).

Таблица 3

Результаты сравнительных испытаний химических анкеров на вырыв с применением различных видов захватов для арматуры периодического профиля

№ п.п.	Тип анкера	Тип захвата	Разрушающая нагрузка, кН	Перемещения анкера, мм
1	Химический анкер ВП-ЕХ со стержнем из арматуры периодического профиля А500 Ø20 мм, глубина заделки анкера L= 180 мм	Тип 1 – Резьбовой М16	140	1,00
2		Тип 2 – Сварной	150	0,90
3		Тип 3 – Цанговый	170	0,70
4		Тип 4 – Резьбовая муфта по ГОСТ 34278 [4]	170	0,75

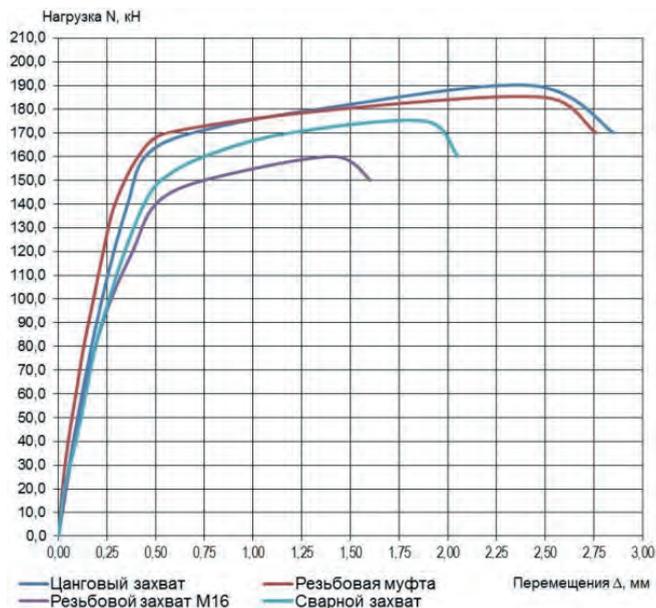


Рис. 4. График зависимости перемещений от прикладываемой нагрузки при испытаниях химических анкеров на вырыв с применением различных видов захватов для арматуры периодического профиля

На основе сравнительного анализа результатов испытаний химических анкеров с арматурой периодического профиля с различными типами захватов (Тип 1 – Тип 4) в соответствии с данными, приведенными в табл. 3, необходимо отметить следующее:

- прочность соединения муфты-захвата с арматурой обеспечивает достижение необходимых нагрузок при испытаниях в случае высокой несущей способности анкеров, вплоть до разрушения по стали арматурного стержня анкера;
- значение разрушающей нагрузки при испытаниях анкеров с применением муфт-захватов сопоставимо с нагрузкой, полученной при применении цанговых захватов, и соответствует пределу текучести стали стержня анкера;

– резьбовые муфты-захваты заводского изготовления позволяют получать высокую стабильность результатов испытаний;

– по результатам замеров перемещений анкеров при испытаниях «на вырыв» с применением захватов цангового типа и резьбовых муфт-захватов графики зависимости перемещений от нагрузки имеют идентичные характеристики как по форме, так и по абсолютным значениям (рис. 4);

– применение соединительных муфт-захватов, изготавливаемых в заводских условиях с учетом требований действующей нормативной документации, позволяет проводить испытания с использованием широко распространенных специализированных приборов для испытаний.

С учетом результатов проведенных исследований к захватам для арматуры периодического профиля при испытаниях химических анкеров должны быть сформулированы следующие основные требования:

– в зависимости от конструктивных особенностей каждого типа захвата необходимо разграничить назначение и область их применения;

– для захватов должны быть определены требования по геометрическим параметрам и техническим характеристикам (по прочности, деформативности, долговечности).

В настоящее время специалисты ЛНФ ЦНИИСК им. В. А. Кучеренко оформляют патент на полезную модель муфты-захвата, а также подали заявку на проведение научно-исследовательской работы с проведением комплекса исследований с целью дальнейшей разработки национального стандарта ГОСТ Р «Средства захватные для испытаний анкеров. Классификация и общие технические требования» в развитие и дополнение существующих стандартов и документов на анкеры и методы их испытаний [5-8].

Также следует отметить необходимость проведения исследований с разработкой требований к характеристикам применяемых приборов с учетом типов применяемых захватов, влияющих на точность измерения перемещений анкеров, в частности, для приборов с автоматической записью показаний.

Заключение

1. Разработана конструкция нового типа захвата (муфта-захват) для испытаний химических анкеров с арматурой периодического профиля «на вырыв», обеспечивающая незначительный разброс результатов испытаний, и расширена область применения резьбовых соединительных муфт.

2. Для подтверждения корректности работы предложенных конструкций захватов проведена серия сравнительных лабораторных испытаний, в процессе которых подготовлены требования к переходным элементам, применяемым при испытаниях.

3. По результатам испытаний муфта-захват предложенной конструкции обеспечивает высокие прочностные характеристики соединения, позволяет получить аналогичные результаты испытаний, как при применении цанговых захватов, но при меньших абсолютных деформациях анкерного крепления, а также позволяет проводить испытания при меньших размерах выпусков арматуры из материала конструкции.

4. Резьбовые муфты-захваты снижают трудоемкость проведения испытаний вследствие унификации конструкции и повышения мобильности применяемой оснастки, а также ввиду возможности использования для установки анкерного стержня из арматуры периодического сечения.

5. Изделия заводского изготовления (муфта-захват) позволят впоследствии стандартизировать оснастку для испытаний анкеров.

Авторы статьи выражают благодарность специалистам ОАО НПО «ЦНИИТМАШ» и ООО «ПИОНЕР» за подготовку и изготовление экспериментальных образцов резьбовых муфт.

Библиографический список

1. ГОСТ Р 57997-2017 Арматурные и закладные изделия сварные, соединения сварные арматуры и закладных изделий железобетонных конструкций. Общие технические условия.
2. ГОСТ 12004-81 Сталь арматурная. Методы испытаний на растяжение.
3. ГОСТ 34227-2017 Соединения арматуры механические для железобетонных конструкций. Методы испытаний.
4. ГОСТ 34278-2017 Соединения арматуры механические для железобетонных конструкций. Технические условия.
5. ГОСТ Р 57787-2017 Крепления анкерные для строительства. Термины и определения. Классификация.
6. ГОСТ Р 58387-2019 Анкеры клеевые для крепления в бетон. Методы испытаний.
7. ГОСТ Р 58429-2019 Выпуски арматурные, вклеенные в бетон. Методы испытаний.
8. СТО 44416204-010-2010 Крепления анкерные. Метод определения несущей способности по результатам натурных испытаний.
9. ТУ 48 4200 7-081-00212179-2012 Элементы соединительные для строительной арматуры», ОАО НПО «ЦНИИТМАШ», Москва, 2011.
10. ТУ 4842-001-28517229-2018 «Муфтовые резьбовые соединения «GRAND» арматуры железобетонных конструкций», ООО «ПИОНЕР», Москва, 2018.
11. Патент RU 133163 U1 Муфта для соединения арматурных стержней, Бюл. №28 от 10.10.2013 г., ОАО НПО «ЦНИИТМАШ», Сюткин Ю.А., Лукашенко А.А., Сорокин А.П., Манченко Д.В., Борис А.Ю.
12. Патент RU 133859 U1 Сборная муфта для соединения арматурных стержней. Бюл. №30 от 27.10.2013 г., ОАО НПО «ЦНИИТМАШ», Сюткин Ю.А., Лукашенко А.А., Сорокин А.П., Манченко Д.В., Борис А.Ю.

Авторы:

Марина Олеговна ПАВЛОВА, канд. техн. наук, заведующая лабораторией надежности фасадов и теплоизоляционных фасадных систем ЦНИИСК им. В. А. Кучеренко АО «НИЦ «Строительство», Москва

Marina PAVLOVA, Ph. D. (Engineering), head of the Reliability of thermal insulation of facades and facade systems Laboratory of TSNIISK named after V. A. Koucherenko, JSC Research Center of Construction, Moscow

e-mail: 1747302@mail.ru; 1747872@mail.ru

тел.: +7 (499) 174-73-02; +7 (499) 170-70-20; +7 (499) 174-78-72

Владимир Андреевич ЗАХАРОВ, заместитель заведующего лабораторией надежности фасадов и теплоизоляционных фасадных систем ЦНИИСК им. В. А. Кучеренко АО «НИЦ «Строительство», Москва

Vladimir ZAKHAROV, deputy head of the Reliability of thermal insulation of facades and facade systems Laboratory of TSNIISK named after V. A. Koucherenko, JSC Research Center of Construction, Moscow

e-mail: 1747302@mail.ru; 1747872@mail.ru

тел.: +7 (499) 174-73-02; +7 (499) 170-70-20; +7 (499) 174-78-72

Максим Николаевич ПАВЛЕНКО, старший научный сотрудник лаборатории надежности фасадов и теплоизоляционных фасадных систем ЦНИИСК им. В. А. Кучеренко АО «НИЦ «Строительство», Москва

Maksim PAVLENKO, research associate of the Reliability of thermal insulation of facades and facade systems Laboratory of TSNIISK named after V. A. Koucherenko, JSC Research Center of Construction, Moscow

e-mail: 1747302@mail.ru; 1747872@mail.ru

тел.: +7 (499) 174-73-02; +7 (499) 170-70-20; +7 (499) 174-78-72

Полина Евгеньевна ВАХТУРОВА, инженер ЦНИИСК им. В. А. Кучеренко АО «НИЦ «Строительство», Москва

Polina VAKHTUROVA, engineer of TSNIISK named after V. A. Koucherenko, JSC Research Center of Construction, Moscow

e-mail: 1747302@mail.ru; 1747872@mail.ru

тел.: +7 (499) 174-73-02; +7 (499) 170-70-20; +7 (499) 174-78-72