



Федеральное агентство по управлению
государственным имуществом
Открытое акционерное общество
"Научно-исследовательский центр "Строительство"
(ОАО "НИЦ "Строительство")
«Центральный научно-исследовательский институт
строительных конструкций имени В.А. Кучеренко»

ЦНИИСК им. В.А. Кучеренко

УТВЕРЖДАЮ:

Директор
ЦНИИСК им.В.А.Кучеренко
доктор технических наук

И.И. Ведяков

2013г.



ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАКЛЮЧЕНИЕ

о возможности применения систем механического соединения арматурных стержней Ancon производства Ancon Building Products (Великобритания) для строительства в условиях сейсмоопасных районов РФ при 7,8,9 баллах

по письму №303/22 от 19.08.2013г.

Заведующий Лабораторией,
кандидат технических наук

А.В.Грановский

Москва 2013 г.

Настоящее экспертное заключение составлено на основе анализа представленных Заказчиком, ООО «НПО «Энергомашсервис», Технических Условий ТУ-5800-012-56294930-2007 от 01.11.2007г. и оценки результатов экспериментальных исследований эксплуатационной надежности механических соединений арматурной стали с использованием муфт производства Ancon Building Products (Великобритания).

Предлагаемое техническое заключение распространяется на механические муфтовые соединения производства Ancon Building Products:

- Ancon CXL,
- Ancon TT с CompGrip,
- Ancon TT (прочность не менее 95% от фактического значения предела прочности арматуры)
- Ancon MBT (равнопрочная вплоть до 529Н/мм²)

Данные типы соединений применяются для обеспечения непрерывного и равнопрочного соединения арматурных стержней периодического профиля диаметром от 12 до 40 мм классов А400 (А-III) по ГОСТ 5781, А500 по СТО АСЧМ 7 - 93 , А500С по ГОСТ 52544-2006, S500 по СТБ 1704-2006 и арматуры А600С ТУ по 14-1-5596-2010 (только для соединения Ancon CXL) . Предоставленные технические условия определяют требования к стыкованию арматуры болтовыми и винтовыми механическими соединениями арматурных стержней с резьбой на концах (Ancon TT, Ancon TT CompGrip, Ancon CXL) либо соединению арматурных стержней без их предварительной подготовки (Ancon MBT).

Предлагаемые типы механического соединения обеспечивают равнопрочное соединение как арматуры одного диаметра, так и соединения стержней разного диаметра.

Указанные резьбовые соединения подготавливаются на оборудовании фирмы Ancon Building Products (Великобритания) путем нарезки соответствующей резьбы на концах арматурных стержней и объединений их с помощью муфты имеющей соответствующую резьбу.

На рисунках 1 - 6, в Таблицах 1- 6 - показаны конструкции муфт, как для случаев соединения стержней с одним диаметром, так и для вариантов соединения стержней с разными диаметрами.

Цель настоящего экспертного Заключения – анализ параметров муфтовых соединений Ancon TT, Ancon TT CompGrip, Ancon CXL, Ancon MBT на базе выполненных экспериментальных исследований применения эти [технологий для выяснения возможности их применения для сооружения железобетонных конструкций, возводимых в сейсмоопасных регионах РФ.

ТИПЫ ИСПЫТАНИЙ НА ЦИКЛИЧЕСКИЕ ВОЗДЕЙСТВИЯ

1. Усталостные испытания.

Ниже приведены параметры проведенных испытаний механических соединений на стойкость к длительным усталостным циклическим осевым нагрузкам:

Испытания образцов растянутых механических соединений проводят при комнатной температуре, при осевом растяжении на действие повторяющейся (пульсирующей) нагрузки, характеризуемой параметрами в соответствии с рис.7. (ниже) :

- Максимальное усилие цикла $P_{max} = \sigma_{max} * A_s$;
- Размах цикла усилий $\Delta P = \Delta \sigma * A_s$;
- Частота приложения усилия $f = 1/T$

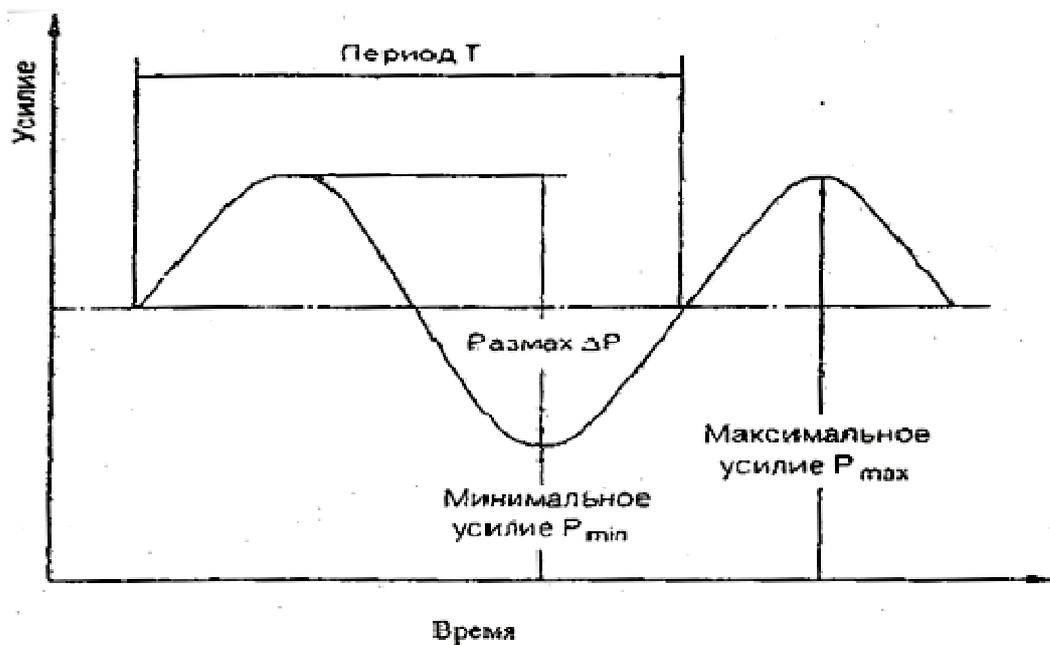


Рис. 7. Характеристики цикла нагрузки при испытаниях на выносливость.

- Значения $\Delta\sigma = 60 \text{ Н/мм}^2$
- $\sigma_{\max} = 0,6 * \sigma_{\tau} (0,6 * \sigma_{0,2})$ где $\sigma_{0,2}$ – браковочное значение физического или условного предела текучести арматуры по нормативным документам на ее производство.
- Испытания проводятся на испытательном оборудовании с контролем усилий при частоте приложения нагрузки f от 1 до 200 Гц. Испытания каждого образца продолжаются до 2 млн. циклов нагрузки или до обрыва образца
- Расстояние между краем муфты и захватным приспособлением – не менее 300 мм.

2. Испытания на циклические нагрузки

Муфтовые соединения, рассчитываемые на действие многократно повторяющихся нагрузок, должны удовлетворять следующим требованиям стойкости к циклическим нагрузкам: любые три образца, случайным образом отобранные от любой партии соединений, при испытании на действие многократно повторяющейся нагрузки в интервале нагрузок $\sigma_{\max} = 0,9 \sigma_{\tau} (0,9\sigma_{0,2})$ и $\sigma_{\min} = 0,05 \sigma_{\tau} (0,05\sigma_{0,2})$ должны выдерживать без разрушений не менее 100(Ста) циклов нагрузки каждый.

Анализ результатов экспериментальных исследований муфтовых соединений

1. Специалистами ОАО «ВНИИГ им. Б.Е Веденеева» проведены статические и динамические испытания муфтовых соединений Ancon Building Products, по результатам которых рекомендовано «их применение при строительстве объектов с повышенными требованиями к их сейсмостойкости».

2. При проведении циклических усталостных испытаний основные параметры динамических воздействий на соединение составляли:

- Частота: 20Гц;
- Количество циклов:

Первый образец - 0.5млн. циклов,
Второй образец - 1.0 5млн. циклов,
Третий образец - 2.0млн. циклов;

- Характеристики циклов:

$$N_{\max} = 0.4 \times N_{\text{разр.}}$$

$$N_{\min} = 0.3 \times N_{\text{разр}}$$
- Амплитуда колебаний муфтовых соединений при растяжении в процессе действия циклической нагрузки, для арматуры диаметром 20мм, составила 0.03мм.
- Значение пластической деформации стыка ($0,6 * \sigma_{\tau}$) в арматуре $\varnothing 20\text{мм}$ составляет 73476 Н.
- Деформативность муфтовых соединений при осевом растяжении составляет 0,03мм
- Равномерное относительное удлинение муфтовых соединений после их испытаний на осевое растяжение составляет 6,2%
- Разрывное усилие составляет 220,6 кН

Результат испытания: Муфтовые соединения в процессе проведения усталостных испытаний и испытаний на циклические нагрузки не разрушились. После статических испытаний разрушение указанных образцов произошло вне зоны нарезки резьбы, вне муфтового соединения с выполнением требований к равномерному относительному удлинению стержней и значению деформативности соединения после разового нагружения до усилия равного $0,6 * \sigma_{\tau}$.

3. Специалистами ОАО «Научно-исследовательский институт транспортного строительства» проведены статические испытания при растяжении муфтовых соединений производства Ancon Building Products арматуры диаметром 25мм и 32мм при положительной и отрицательной (-55°C) температурах.

Результат испытания: Во всех испытаниях имело место разрушение соединения

арматуры по основному металлу вне зоны муфтового соединения при значениях растягивающего усилия превышающих паспортное значение временного сопротивления разрыву для испытываемой арматуры.

4. Аналогичные независимые испытания проведены строительной лабораторией ОАО «Мостоотряд №19» (Санкт-Петербург) и Испытательной лабораторией ЗАО «ДСК «Блок» (Санкт-Петербург).

Результат испытания: Установлено, что образцы соединений на муфтах Ancon MBT ET32 соответствуют требованиям предъявляемым к сварным соединениям по ГОСТ 10922, а образцы с соединением Ancon CXL25 равнопрочны арматуре А500С и соответствуют ТУ-5800-012-56294930-2007 от 01.11.2007г.

Разрушение всех образцов произошло за пределами муфтового соединения.

5. В 2012 г. НИИЖБ им А.А.Гвоздева были разработаны «Рекомендации по применению в железобетонных конструкциях термомеханически упрочненного свариваемого арматурного проката класса А600С из стали марки 20Г2СФБА» (2012г.), в соответствии с которыми (гл.5 которых) установлены требования по соединению стержней арматуры класса А600С механическими муфтовыми соединениями. Этот документ устанавливает одинаковые требования к муфтовым соединениям как в случае применения их в обычных условиях, так и в случае применения их в сейсмических районах.

6. Анализ предложенного технического решения, а именно технологии механического муфтового соединения арматурных стержней позволяет отметить следующее: механические муфтовые соединения Ancon Building Products обладают более высокой надежностью по сравнению со сварными (ванная сварка и сварка внахлестку) соединениями, рекомендуемыми для применения в конструкциях повышенной ответственности (сооружения АС, высотные здания, здания, возводимые в сейсмических районах и т.п.). Это связано с тем, что качество соединения

определяется точным выполнением требований и последовательности технологического процесса не зависит от квалификации персонала, при этом качество соединения контролируется в процессе монтажа соединения арматуры;

7. Применение предлагаемого технического решения, а именно технологии механического муфтового соединения арматурных стержней экономически выгодно поскольку значительно сокращает сроки сооружения объекта и позволяет оптимизировать расход арматурной стали;

8. Применение предлагаемого технического решения, а именно технологии механического муфтового соединения арматурных стержней обеспечивает полную пожаробезопасность, в отличие от альтернативных способов соединения арматурного проката, связанных со сварочными работами (ванношовная сварка, сварка протяженными швами, сварка на стальной скобе накладке и т. д.)

9. Механические муфтовые соединения производства Ancon Building Products имеют сертификат соответствия и применяются в строительстве в соответствии с требованиями ТУ-5800-012-56294930-2007, разработанных ЗАО «НПО Энергомашсервис» с 01.11.2007 г.

ВЫВОД

Анализ представленной Заказчиком технической документации по применению железобетонных конструкций с механическими муфтовыми соединениями арматуры на основе технологии компании Ancon Building Products (Великобритания) позволяет рекомендовать их для соединения арматурных стержней железобетонных конструкций и сооружений, возводимых в условиях стройплощадки в сейсмоопасных регионах РФ с сейсмичностью 7-9 баллов.

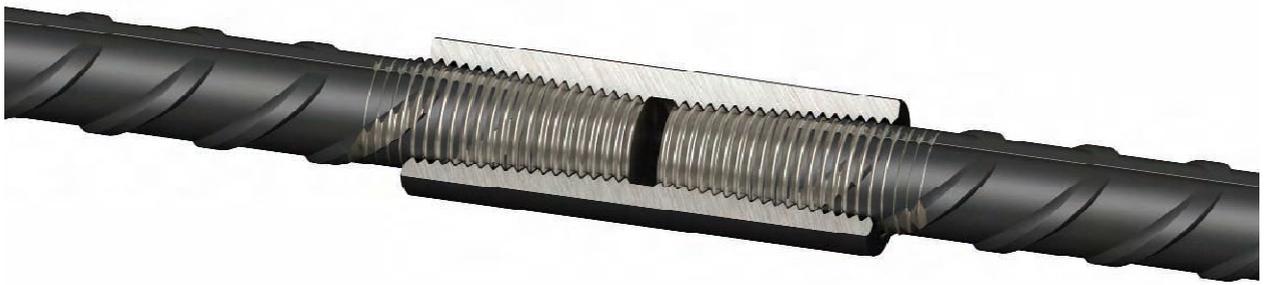


Рис1. Стандартное соединение TTS с использованием муфт с конической резьбой.

Таблица 1

Параметры механических соединений арматуры типа TTS

Диаметр стержня	12	14	16	20	25	28	32	36	40
Внешний диаметр d , мм	22	22	25	30	36	42	46	55	60
Длина муфты l , мм	58	64	70	74	90	100	112	126	138
Масса муфты (кг)	0.09	0.13	0.17	0.26	0.41	0.66	0.85	1,38	1.90
Момент затяжки (Нм)	60	85	110	165	265	275	285	305	330
Условное обозначение	TTS12	TTS14	TTS16	TTS20	TTS25	TTS28	TTS32	TTS36	TTS40



Рис 2. Переходное соединение TTT с использованием муфт с конической резьбой.

Таблица 2

Параметры механических соединений арматуры типа TTT

Диаметр стержня	12/14	12/16	14/16	16/20	20/25	25/28	25/32	28/32	32/40	36/40
Внешний диаметр d	22	25	25	30	36	42	46	46	55	60
Длина муфты, l , мм	65	72	71	78	90	99	112	112	138	138
Масса муфты (кг)	0.14	0.21	0.19	0.29	0.48	0.72	0.98	0.91	1.62	1.93
Момент затяжки (Нм)	60/85	60/110	85/110	110/165	165/265	265/275	265/285	275/285	285/330	305/330
Условное обозначение	TTT12/14	TTT12/16	TTT14/16	TTT16/20	TTT20/25	TTT25/28	TTT25/32	TTT28/32	TTT32/40	TTT36/40

* Варианты переходных соединений SXL описанные в таблице не охватывают всех возможных вариантов, предлагаемых компанией Ancon.



Рис.3 Механическое соединение типа CXL с параллельной нарезаемой резьбой.

Таблица 3

Параметры механических соединений арматуры типа CXL

Диаметр стержня	12	16	18	20	22	25	28	32	36	40
Внешний диаметр муфты/стопорной гайки , <i>d</i> , мм	19-22	24-30,5	27-32,5	30-34,5	33-40,5	39-42,5	43-49	49-55	54,6-61	60-68
Длина муфты, мм	27-32	36-40	40-44	44-48	48-54	56-60	62-66	70-72	78-84	86-90
Размер резьбы	M16	M20	M22	M24	M27	M30	M33	M36	M42	M45
Шаг резьбы, мм	2.0	2.5	2.5	3.0	3.0	3.5	3.5	4.0	4.5	4.5
Масса муфты (кг)	0,03-0,05	0,07-0,14	0,11-0,18	0,14-0,20	0,19-0,32	0,29-0,38	0,39-0,55	0,56-0,84	0,81-1,06	1,09-1,35
Условное обозначение для типов соединения А, В, С, D	CXL12	CXL16	CXL18	CXL20	CXL22	CXL25	CXL28	CXL32	CXL36	CXL40
Условное обозначение стопорной гайки для типов соединения С, D	CXL12LN	CXL16LN	CXL18LN	CXL20LN	CXL22LN	CXL25LN	CXL28LN	CXL32LN	CXL36LN	CXL40LN
Масса стопорной гайки (кг)	0,01	0,03	0,04	0,05	0,07	0,11	0,14	0,2	0,3	0,4
Длина стопорной гайки, мм	8-11	11-14	12-15	13-17	16-19	18-21	20-23	22-25	26-29	28-31



Рис 4. Переходное соединение CXL с использованием муфт с параллельной резьбой.

Таблица 4

Параметры переходных соединений CXL

Диаметр арматуры	Резьба, А	Резьба, В	Внешний диаметр, D	Длина, L	Условное обозначение муфты
40 / 32	M45 x 4.5	M36 x 4.0	60	72	CXL40/32A
40 / 25	M45 x 4.5	M30 x 3.5	55	60	CXL40/25A
40 / 20	M45 x 4.5	M24 x 3.0	55	48	CXL40/20A
40 / 16	M45 x 4.5	M20 x 2.5	55	44	CXL40/16A
32 / 25	M36 x 4.0	M30 x 3.5	50	60	CXL32/25A
32 / 20	M36 x 4.0	M24 x 3.0	45	48	CXL32/20A
32 / 16	M36 x 4.0	M20 x 2.5	45	44	CXL32/16A
28 / 25	M33 x 3.5	M30 x 3.5	45	60	CXL28/25A
25 / 20	M30 x 3.5	M24 x 3.0	40	48	CXL25/20A
25 / 16	M30 x 3.5	M20 x 2.5	40	44	CXL25/16A
20 / 16	M24 x 3.0	M16 x 2.0	35	36	CXL40/32A

* Варианты переходных соединений CXL описанные в таблице не охватывают всех возможных вариантов, предлагаемых компанией Ancon.



Рис.5. Механические соединения с использованием муфт MBT ET.

Таблица 5

Параметры механических соединений арматуры типа МВТ ЕТ

Диаметр стержня	12	14	16	20	25	28	32	36	40
Внешний диаметр, d , мм	33.4	42.2	42.2	48.3	54.0	66.7	71.0	75.0	81.0
Полная длина, l , мм	140	160	160	204	258	312	312	420	484
Размер головки А/В (дм)	$1/2$	$1/2$	$1/2$	$1/2$	$5/8$	$5/8$	$5/8$	$3/4$	$3/4$
Кол-во болтов	6	6	6	8	8	10	10	12	14
Приблиз. масса (кг)	0.72	1.25	1.25	1.96	3.00	5.80	6.50	8.72	11.30
Условное обозначение	ЕТ12	ЕТ14	ЕТ16	ЕТ20	ЕТ25	ЕТ28	ЕТ32	ЕТ36	ЕТ40



Рис.6. Механические соединения с использованием муфт МВТ – Переходная серия.

Таблица 6

Параметры механических соединений арматуры типа МВТ ЕТ – переходная серия.

Диаметр стержня		20/12	20/16	25/16	25/20	32/20	32/25	40/32
Внешний диаметр, мм	d	48.3	48.3	54	54	71	71	81
Внешний диаметр, мм	$d2$	33.4	48.3	42.2	54	48.3	54	71
Полная длина, мм	l	150	160	155	180	177	231	335
Отдельные длины	$a:b$	80:70	80:80	75:80	90:90	75:102	102:129	178:157
Размер головки А/В (дм)	$a:b$	$1/2:1/2$	$1/2:1/2$	$5/8:1/2$	$5/8:1/2$	$5/8:1/2$	$5/8:5/8$	$3/4:5/8$
Кол-во болтов	$a:b$	3:3	3:3	2:3	3:3	2:4	3:4	5:5
Приблиз. масса (кг)		1.13	1.56	1.51	2.23	2.55	3.70	7.47
Условное обозначение		ЕТ20/12	ЕТ20/16	ЕТ25/16	ЕТ25/20	ЕТ32/20	ЕТ32/25	ЕТ40/32

* Варианты переходных соединений СХЛ описанные в таблице не охватывают всех возможных вариантов, предлагаемых компанией Ancon.