



АЛЬБОМ ТИПОВЫХ ТЕХНИЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ

**на выполнение стыковых соединений арматурных
стержней опрессовочными и резьбовыми муфтами**

Документация не может быть полностью или частично воспроизведена,
тиражирована и распространена без разрешения

Москва 2021

ООО «МосМуфта» – инжиниринговая компания, входящая в группу компаний «ТТК», с 2015 года специализируется на строительном инжиниринге и имеет собственную производственную базу высокопрочных изделий и оборудования для обеспечения высокой надежности и качества стыков на всех этапах монолитных работ.

Мы занимаемся внедрением эффективных решений для строительства монолитных сооружений, обеспечивая полный комплекс работ по инженерному сопровождению (техническая и исполнительная документация, лабораторные испытания) для объектов любой сложности промышленного, гражданского и специального назначения.

Наши преимущества в 10 пунктах

1. Мы знаем, как **проектировать или перепроектировать арматурные каркасы** железобетонных конструкций под использование механических соединений (резьбовые и опрессовочные муфты).
2. Мы знаем, какое именно **оборудование будет максимально эффективным** в конкретно взятом случае.
3. Мы знаем, как организовать работы по выполнению стыков в условиях стройплощадки **с производительностью в 2-4 раза выше**, стыкуя 100% вертикальную арматуру муфтами, обеспечивать **скоростное высотное строительство** (5-6 этажей в месяц), при этом для типового этажа 55x35 м. потребуется только 2 комплекта оборудования.
4. Мы знаем, какая именно дополнительная оснастка может понадобиться вам и **предоставить эскизы / чертежи** для его самостоятельного изготовления. Использование такой оснастки **снизит трудоемкость и повысит производительность** оборудования. Обеспечим полный цикл (армирование, бетонирование (2-3 «захватки») монолитных работ на фундаменте $V > 5000 \text{ м}^3$ (58500x36100x2500 мм) под высотное строительство с плотностью армирования (на муфтах) всего за три недели:
 - Нижняя сетка – три слоя арматуры диаметр 40 мм.
 - Верхняя сетка – два слоя арматуры диаметр 32 мм.Указанные работы выполняются при наличии двух комплектов оборудования. Общее количество стыков на муфтах – более 10 000 шт. (80% арматуры диаметр 40 мм.).
5. Мы знаем множество **дополнительных технологических приемов**, дающих возможность выполнять конструкции такого уровня сложности, выполнить которые кроме нас на строительстве никто не может, и как при скоростном строительстве обеспечить плотность армирования свыше 1000 кг/м³, а для резьбовых муфт до 1400 кг/м³). ГОСТ, СП и СНИП не дают ответа, как превысить уровень 450 кг/м³.
6. Для опрессовочных муфт мы **единственные в России и в Мире**, кто может изготавливать переходные муфты 40/22 или 36/20. По отрасли пределом является переход 40/28 или 28/20. Такие муфты в количестве более 5000 шт. поставлялись нами на АЭС: Курская, Белорусская и Ленинградская.
7. Мощность производственной линии по опрессовочным муфтам позволяет в смену **отгружать свыше 2500 муфт**, предел по рынку не более 800 муфт в смену.

8. Мы имеем **собственную Сервисную службу**, самостоятельно осуществляем ТО и плановые ремонты поставленного нами оборудования.
9. По желанию заказчика выполняем **шефмонтаж и первоначальное обучение** персонала работе на поставленном оборудовании.
10. Дистанционная **техподдержка в режиме 24/7** в части консультаций по донастройке оборудования, устранения мелких неполадок, подбор технологических решений по выполнению стыков в условиях повышенной сложности.

Заказчики инжиниринговой компании «МосМуфта» получают высококвалифицированную техническую поддержку начиная с этапа проектирования арматурных каркасов до внедрения технологии на стройплощадке, ремонт и постгарантийное сервисное обслуживание поставляемого оборудования, подрядные работы на полный комплекс работ по устройству арматурных стыков на обжимных муфтах.

Наши специалисты подготовят необходимые для выполнения работ технические документы, организуют лабораторные испытания образцов соединений и обеспечат полный пакет исполнительной документации на выполненные работы.

Муфтовое соединение арматуры позволяет сократить время работ и увеличить производительность при проектировании и строительстве зданий и сооружений из монолитного железобетона.

Технология успешно применяется при строительстве в сейсмически активных районах, в многоэтажном высотном строительстве, а также в случаях, когда соединения внахлестку или сварные соединения не допускаются нормативными документами или не применяются по конструктивным соображениям.

ВЫСОКИЙ УРОВЕНЬ КАЧЕСТВА И ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТЬ РАБОТ ДЕМОНСТРИРУЮТ НАШИ ОБЪЕКТЫ



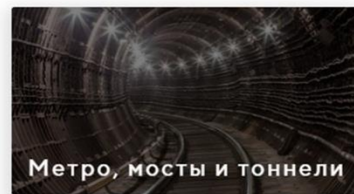
Монолитные дома

- ЖК «Сердце Столицы»
- ЖК «ЗИЛ АРТ»
- Клубный дом на Сретенке
- Клубный дом Октябрь



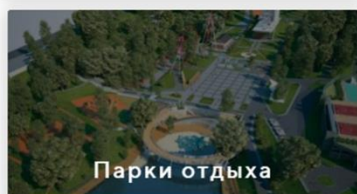
Атомные станции

- Ленинградская АЭС
- Курская АЭС
- Белорусская АЭС
- Ядерный реактор в Димитровграде



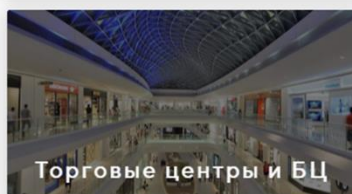
Метро, мосты и тоннели

- Московский метрополитен
- Северный дублер Кутузовского проспекта
- Эстакада Бутово-Видное



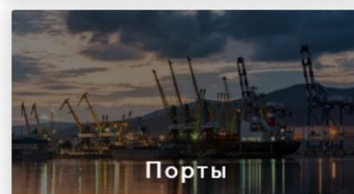
Парки отдыха

- Парк «Зарядье»
- ВДНХ
- Лагерь «Артек»



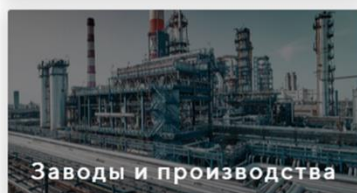
Торговые центры и БЦ

- БЦ «Алкон»



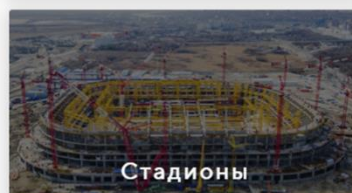
Порты

- Морской порт «Суходол»
- Порт перевалочных грузов Тамань



Заводы и производства

- Завод по производству аммиака и карбамида
- Перевалочный Комплекс «Шесхарис»
- Усольский калийный комбинат



Стадионы

- СКК «Арена»
- Стадион Нижний Новгород
- Стадион «Динамо» ВТБ Арена



Прочие объекты

- Аэропорт Симферополь
- Кинотеатр «Баку»
- Музейно-театральный комплекс на Русском острове

И ЕЩЕ БОЛЕЕ 200 КРУПНЫХ ОБЪЕКТОВ РОССИИ И СТРАН БЛИЖНЕГО ЗАРУБЕЖЬЯ

Механические соединения классифицируют:

- По условиям работы в железобетонных конструкциях (растянутые соединения и сжатые контактные);
- По способу соединения (резьбовые соединения, комбинированные соединения, винтовые, соединения на болтах, опрессованные соединения);
- По назначению соединения (стандартные, переходные, позиционные, привариваемые, соединения под метрический болт, анкерные муфты).

Резьбовые соединения

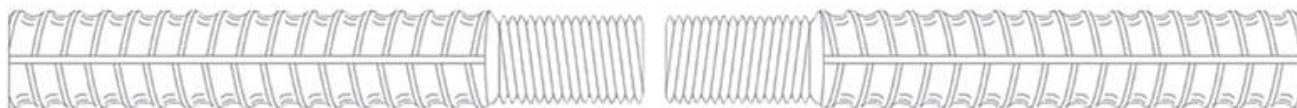
Данный вид соединений позволяет соединять арматурные стержни класса А400, А500, А600, А240 диаметром от 12 мм до 40 мм. Соединение происходит за счет накатанной или нарезанной резьбы на концах арматурных стержней. Стержни стыкуются с муфтой, имеющей резьбу, соответствующую резьбе на стержнях. Резьба на арматуре выполняется на специальном оборудовании в специально оборудованном посту.

Резьбонакатной станок нарезает коническую, либо цилиндрическую резьбу на концах арматуры. Нарезка или накатка резьбы ведется либо по периодическому профилю, либо на предварительно высаженной головке. Накатка применяется при изготовлении цилиндрических резьб. Стыковка производится с помощью накручивания и протяжки резьбовой муфты. В результате получается равнопрочное соединение.

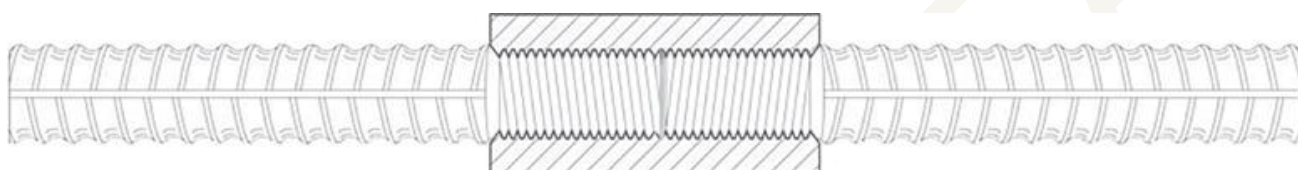
Для соединительных элементов резьбовых соединений арматурных стержней в качестве материала используется сталь марок 30-45 по ГОСТ 1050 или Ст5 по ГОСТ 380.

Для соединительных элементов арматурных стержней с периодическим винтовым профилем в качестве материала используется сталь марок 40, 45, 45Х, 45Г2 и аналоги по ГОСТ 1050.

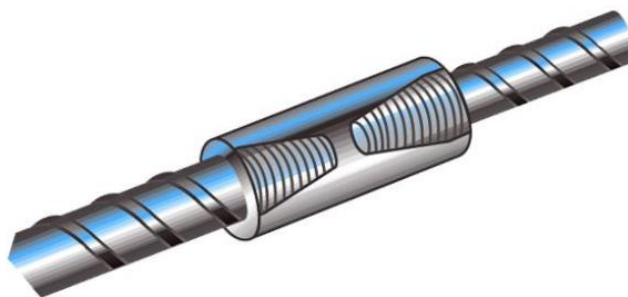
Арматурные стержни с нарезанной на концах цилиндрической резьбой до соединения.



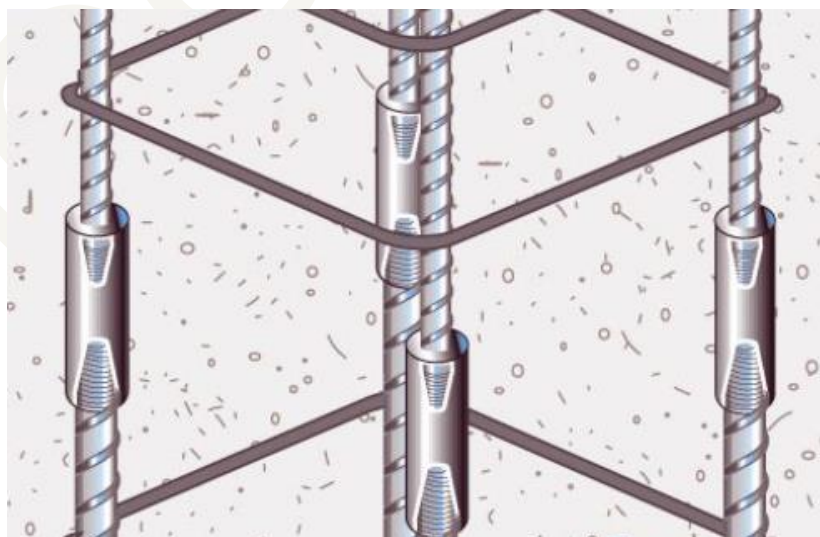
Готовый стык арматурных стержней после протяжки муфты с цилиндрической резьбой



Готовый стык арматурных стержней с конической резьбой



Резьбовое механическое соединение рабочей арматуры колонны



Резьбовые соединения подразделяются на:

- Стандартные - предназначены для соединения стержней одного диаметра, когда один из стержней может свободно вращаться. Применяются при сборке арматурных сеток из отдельных стержней;

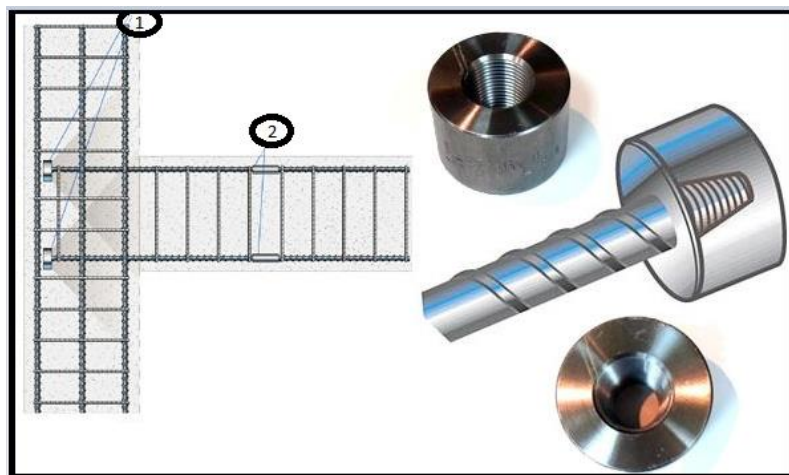
- Переходные - предназначены для соединения стержней разного диаметра при тех же условиях, что и стандартные;
- Монтажные (частично позиционные) резьбовые – предназначены для соединения стержней, когда один из стержней (или оба) имеют ограниченную возможность вращения. Частный случай – муфты с параллельной разнонаправленной резьбой – облегчают монтаж, но не отменяют необходимость контрольной подтяжки динамометрическим ключом на 5-30 град.
- Позиционные резьбовые (полноценные) - предназначены для соединения стержней в случаях, когда ни один из стыкуемых стержней не может свободно вращаться.
- Позиционные в свою очередь делятся на:
 - Позиционные без осевой компенсации – стягиваемые стержни арматуры точно фиксируются в единственно возможном осевом положении, заданном длиной нарезки/накатки резьбы на концах арматуры. Муфты конические LENTON P15 и им подобные.
 - Позиционные с частичной осевой компенсацией (до 15мм) – стягиваемые стержни арматуры фиксируются в любом осевом положении в пределах 15мм (компенсируя ошибки и технологические допуски при нарезке/накатке резьбы и монтаже арматурных стержней). Муфты конические LENTON P13 и им подобные.
 - Позиционные с повышенной осевой компенсацией (до 30-35мм) – стягиваемые стержни арматуры фиксируются в любом осевом положении в пределах 30-35мм (компенсируя ошибки и технологические допуски при нарезке/накатке резьбы и монтаже арматурных стержней). Муфты конические LENTON P14 и им подобные.
- Переходные позиционные. По аналогии с перечисленными выше могут быть:
 - Переходные монтажные;
 - Переходные без осевой компенсации;
 - Переходные с частичной осевой компенсацией;
 - Переходные с повышенной осевой компенсацией.
-

Фото. Применение резьбовых позиционных муфт.



Для анкерования арматурных стержней с железобетонных конструкциях применяют анкерные муфты (концевые анкера).

Рис. Применение резьбовых концевых анкеров для анкерования арматуры балок.



1 – резьбовые концевые анкера для анкеровки арматуры балки;

2 – стандартная резьбовая муфта для стыковки рабочих стержней балки;

Фото. Применение резьбовых концевых анкеров для анкерования рабочей арматуры колонн.

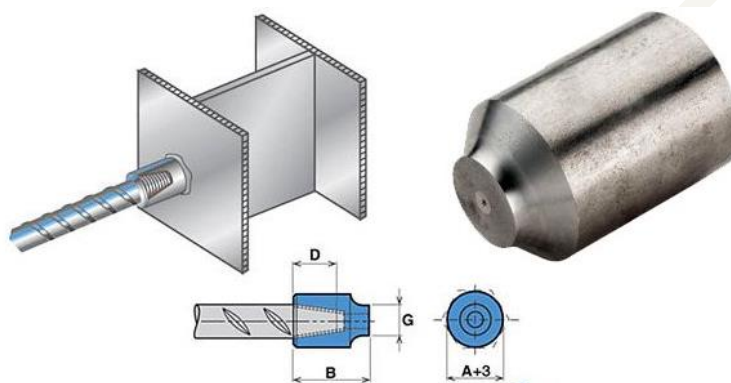


Для анкерования арматурного стержня с прокатным профилем применяют концевые муфты, внутри которых нарезана резьба (для соединения со стержнем), другой торец муфты подготовлен под сварку.

Фото. Арматурный стержень анкерная муфта для сварного соединения с прокатным профилем



Эскиз. Соединение арматурного стержня с прокатным профилем через торцевую анкерную муфту



D – рабочая глубина заделки арматурного стержня; B – длина муфты; G – диаметр опорной части муфты, подготовленный под сварку; A – диаметр муфты

Затяжка механических резьбовых и винтовых соединений и концевых анкеров производится трубными или специальными динамометрическими ключами с усилием, в соответствии рекомендациями изготовителя соединений.

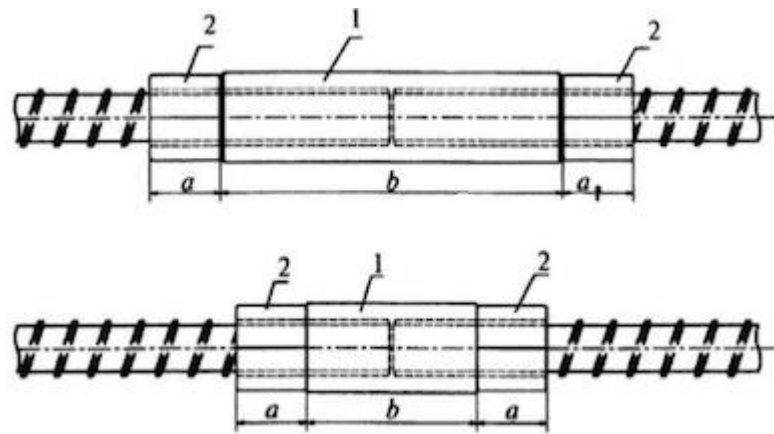
Винтовые механические соединения для арматуры с винтовым периодическим профилем

Справочная информация: по факту в настоящее время в России и мире практически не применяются, т.к. не решена проблема деформативности стыка при испытаниях по ГОСТ).

Винтовые соединения представляют собой соединения арматурных стержней периодического винтового профиля посредством муфты и двух контргаек, внутренняя резьба которых совпадает с винтовым периодическим профилем стержней.

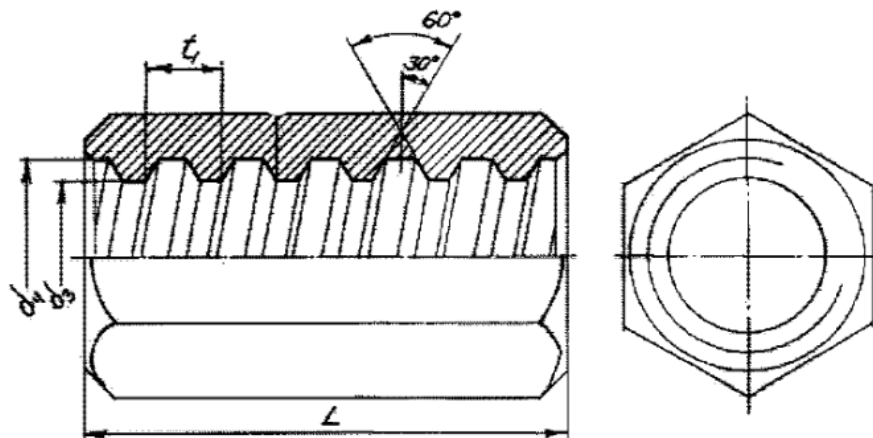
Диаметр соединяемых арматурных стержней данным способом – 16 - 36 мм

Схема. Соединение арматуры при помощи винтовой муфты



1– Винтовая муфта; 2 – контргайки для фиксации соединения

Схема. Резьба соединительных элементов (муфт) для арматуры винтового профиля



L – длина муфты; t – шаг винтового профиля стержня; d_3 – диаметр стержня без учета винтового профиля; d_4 – диаметр стержня с учетом винтового профиля.

Перед сборкой винтового соединения арматурные стержни должны быть тщательно отторцованы перпендикулярно оси стержня. Заусенцы и вмятины на концах стержней винтового профиля не должны препятствовать навинчиванию на них винтовых муфт и контргаек. Затяжку контргаек производят динамометрическими ключами, пневматическими или гидравлическими устройствами, обеспечивающими рекомендуемую заводом-изготовителем величину затяжки. При затяжке контргаек необходимо удерживать соединительную муфту от проворота дополнительным ключом.

Сравнение экономики, технологичности, скорости строительства, суммарной трудоемкости на объекте для различных видов механических соединений

Рассмотрим четыре основных типа механических соединений:

- опрессовочное (типа PRESKO);
- резьбовое коническое (типа LENTON или ConCon);
- параллельное резьбовое (накатка) без холодной высадки стержня (типа RolCon);

- параллельное резьбовое с холодной высадкой стержня арматуры (типа ANCON или BAXTER DEXTRA).

Самым лучшим по механическим свойствам стыка обладает параллельное резьбовое соединение с холодной высадкой. Однако оборудование для его производства только импортное, со сроками поставки многие месяцы и стоимостью от 25-30 млн.руб/комплект.

До сих пор применялось только на строительстве АЭС, где при потребности до 1 млн.муфт/энергоблок большая стартовая цена комплекта окупается.

Сами муфты так же импортные (дорого и долго поставки), есть локализация в Белоруссии (осталась после строительства Белорусской АЭС), но белорусское качество хромает и ценник хоть и ниже импортного, но все равно завышенный (существенно дороже опрессовочных и чуть ниже конических резьбовых).

Оборудование требует отдельной промплощадки для нарезки резьбы (отапливаемое), непосредственно на стройплощадке обычно не размещают.

Поэтому зона применения такого типа соединения – только гигантские промсооружения типа АЭС/ГЭС или Портов/Космодромов.

Вторым по качеству механического стыка (практически не уступающего свойствам параллельной резьбы с холодной высадкой) является опрессовочное соединение.

Также лидирует по начальной стоимости (комплект оборудования 650-800 тыс.руб.), однозначный лидер по дешевизне самих муфт и технологическим возможностям применения на объекте, практически приближаясь к сварке (то есть практически ремонтная технология – можно обеспечить стык почти в любых условиях). Так же лидер по суммарной трудоемкости на объекте (даже менее трудоемкая, чем вязка при соединении «на перехлест»).

Единственное место, где начинает уступать по скорости строительства и удобству выполнения работ резьбовым муфтам – горизонтальное стыкование в конструкциях типа «балка» или «ригель». Но при этом резьбовые муфты для балок/ригелей требуются только позиционные, которые дороже опрессовочных в 1.5-1.8 раза (параллельная резьба) и до 3-4 раз (при конической резьбе).

Единственным (врожденным, из-за необходимости оставлять больше места для прохода к месту стыка самого Пресса) недостатком опрессовочных муфт является ограничение теоретической плотности армирования в 13% (не более 1000 кг/куб.м для направления основного армирования).

В то время как для резьбовых муфт теоретическим пределом плотности армирования (по возможностям вязки хомутов и укладки бетона) 17.7% (1400 кг/куб.м). Но ценой необходимости применения сверхдорогих позиционных муфт.

Третьим по качеству механического стыка являются конические резьбовые муфты (ГОСТ удовлетворяют, но ниже обжимных и резьбовых с холодной высадкой на 8-10%). Самые технологичные по монтажу среди резьбовых - достаточно обеспечить соосность_соединяемых стыков в 5 градусов и стык самоустановится сам. Для закручивания достаточно 4-5 оборотов (против 10-12 оборотов для параллельной резьбы).

Стартовая цена оборудования на уровне опрессовочных (600-700 тыс.руб), но существенно дороже расходные материалы (резьбонарезные гребенки).

В два раза выше суммарная трудоемкость стыка (в сравнении с опрессовочными муфтами), так как требуется:

- отторцевать стержни арматуры;
- нарезать резьбу;
- смонтировать стык.

В то время как для опрессовочных соединений торцевание и нарезка/накатка резьбы не требуется, а процесс монтажа (совмещенный с опрессовкой) практически равноценен резьбовым.

Самыми низкими механическими свойствами обладают муфты с параллельной резьбой (ГОСТ выполняют, но с минимальным среди остальных типов запасом). По цене - самые дешевые среди резьбовых, практически приближаясь к обжимным (но позиционные существенно дороже (от 1.5 раз в сравнении с опрессовочными)).

Стартовая цена оборудования также самая дешевая 550-600 тыс.руб., расходные материалы также дешевле, чем при конической резьбе, но дороже опрессовочных.

Менее технологичны по монтажу (в сравнении с коническими), т.к. требуют соосности не более 1-1.5 градусов и не менее 10 оборотов при закручивании.

Неплохое решение при горизонтальных конструкциях типа фундамент и перекрытие, с диаметром арматуры до 25-28мм (но все равно опрессовочные соединения в этих условиях незначительно предпочтительнее).

В теории позиционные муфты для данного типа резьбы существуют, но по факту практически не заказываются и не производятся.

Самое распространенное оборудование для накатки резьбы имеет ограничение для позиционных муфт в 32мм диаметра арматуры. Для больших диаметров оборудование только под заказ из Китая (дорого и с непредсказуемыми сроками изготовления и поставки плюс это только теоретическая возможность, по факту пока ни разу такое оборудование в Китае не производилось и в Россию не поставлялось).

ВАЖНО!

Если для опрессовочных муфт изменение от требуемого длины выпуска по осевому размеру:

- ошибка в чертежах (проектировочная),
- при изготовлении стержней (рубка и/или гибка),
- при монтаже (не так и не туда установили),
- при заливке бетона и виброуплотнении (плохо закрепленный/раскрепленный каркас потерял исходную геометрию).

Практически безболезненно устраняется (быстро и без дополнительных затрат) – просто после заливки фундаментной плиты, когда первые выпуска становятся видны – проводим замеры и болгаркой подравняем по длине все выпуска в единую систему координат (а на следующем уровне просто добавляем к проектной отрезанные при «выравнивании болгаркой») 30-200мм.

При этом никакие спецварианты опрессовочных муфт не требуются (это те же самые дешевые и унифицированные опрессовочные муфты базовой конструкции). То для всех видов резьбовых муфт, в том числе и позиционных с повышенной осевой компенсацией, пределом компенсации от ошибок в чертежах/изготовлении/монтаже/заливке предел компенсации – 30-35мм (и то ценой удорожания позиционных муфт в 2.5-4.0 раза от базового варианта). Что требует совершенно другой технологической дисциплины и квалификации рабочих и ИТР для выполнения монолитных работ по муфтовой резьбовой технологии.

В случае осевой ошибки более, чем на 35 мм единственный способ исправления – сварка (дорого, долго, может не быть сварщиков необходимой квалификации).

Рекламируемые рядом производителей мобильные резьбонарезные головки малопригодны в условиях плотного армирования (т.к. требуют свободную зону вокруг себя в 300-400мм диаметром). К тому же запретительно дороги.

Выбор типа механического соединения в зависимости от типа строительства и основного места применения муфт и климатических условий объекта

Укрупненно объекты можно разделить на общегражданские и жилые (включая высотное домостроение) и промышленные.

Для промышленных объектов выбор типа муфт может определяться субъективными предпочтениями заказчика или ранее наработанными связями или наличием уже на объекте того или иного типа оборудования.

По типу основного места применения муфт в конструкции:

- вертикальные конструкции (колонны, пилоны, стены);
- горизонтальные плоскостные (фундаменты и плиты перекрытий);
- горизонтальные типа балка/ригель или типа фундамент, с частичной заливкой по захваткам при технологии Up-and-Down (когда выемка котлована по периметру следует за заливкой стартовой центральной захваткой).

Для вертикальных конструкций по всем технико-экономическим параметрам лидером с существенным отрывом являются опрессовочные муфты.

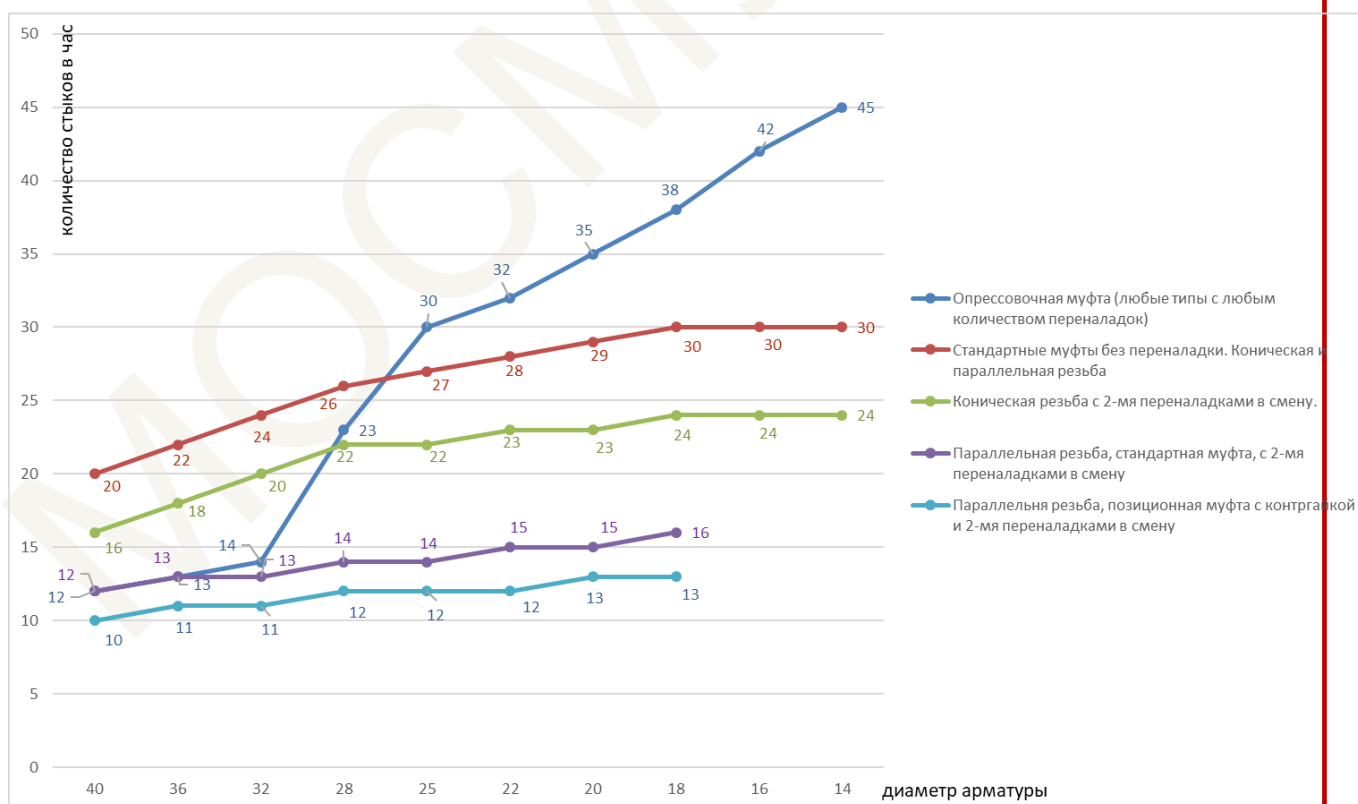
Для горизонтальных плоскостных решений лидер прежний, но разница с резьбовыми не так велика.

Для горизонтальных балок/ригелей предпочтительнее резьбовые решения, но они будут существенно дороже опрессовочных муфт (т.к. это однозначно позиционные муфты причем скорее всего - с повышенной осевой компенсацией).

Производительность оборудования по количеству стыков в час

Выработка на комплект в среднестатистических условиях Т окр = от -2 град. С. до +20 град. С.

Выработка на комплект в среднестатистических условиях Т окр = от -2 град. С. до +20 град. С.



Вывод:

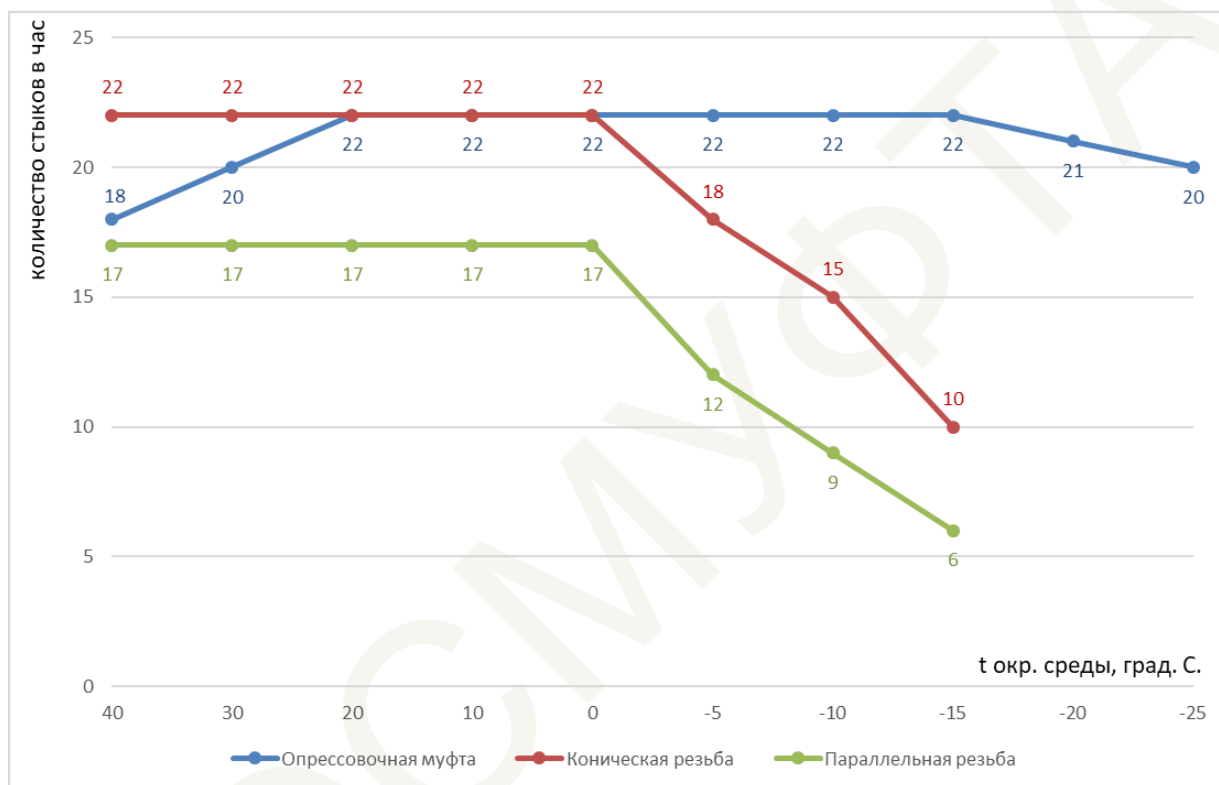
- для преимущественно вертикальных и плоскостных горизонтальных конструкций существенное преимущество имеют опрессовочные муфты;

- для преимущественно горизонтальных конструкций – выбирать из резьбовых и опрессовочных, как примерно равнозначных (опрессовочные лучше и дешевле незначительно);
- для преимущественно балок/ригелей и фундаментов с одновременной заливкой и отрывом грунта по периметру котлована – в основном резьбовые позиционные (хоть и дорого).

Климатические ограничения

Производительность оборудования по количеству стыков в час

Выработка на комплект в среднестатистических условиях при D арматуры 28 мм, двух переналадках в смену и различных температурах окружающей среды t = от -25 С до +40 С.



Любые резьбовые муфты в процессе накатки/нарезки используют СОЖ (смазочно-охлаждающая жидкость) на водной основе, поэтому без отапливаемого помещения работы могут вестись без ограничений при температуре воздуха до -2 градусов.

При температурах от -2 до -12 градусов требуется устройство «тепняка», но производительность установки падает существенно.

При температурах ниже -12, но до -20 градусов требуется подогревать не только оборудование, но и концы самой арматуры (темп работ падает в разы).

При температурах ниже -20 градусов «тепьяк» - времянка уже не спасет – только отдельное постоянно отапливаемое помещение с местом под склад арматуры (с кран-балкой).

Гидравлическое опрессовочное оборудование такой зависимости от холодов не имеет (при использовании обычного доступного и дешевого ВМГЗ).

До -15 градусов вообще ничего не меняется.

При -25 градусов достаточно перед началом работы запустить маслостанцию поработать на холостом ходу на 10-15 мин.

При -30 градусов и ниже или переходить на более дорогое и редкое ВМГЗ Арктика (или импортные аналоги) или просто на ночь заносить маслостанцию в помещение с температурами не ниже -20 градусов (при весе станции в 50-70кг это не доставляет проблем).

Положительные температуры резьбовым технологиям не страшны. Для опрессовочных (маслостанции) желательно для Ростова и южнее заказывать в варианте с встроенным радиатором охлаждения масла.

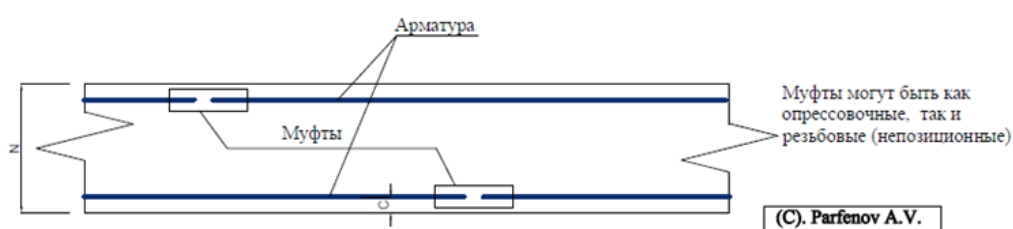
Следовательно, ареал применения резьбовых технологий:

- южнее Воронежа – без ограничений;
- от Воронежа до Урала – с ограничениями в производительности в зимний период (плюс полностью невозможно будет вести работы по неделе-две в зимний период).
- восточнее Урала и на Севере – использование нежелательно (в год можно работать не более 6-8 месяцев вне зимнего периода или обязательно наличие отапливаемое помещение с местом под склад арматуры с кран-балкой не менее 2т).

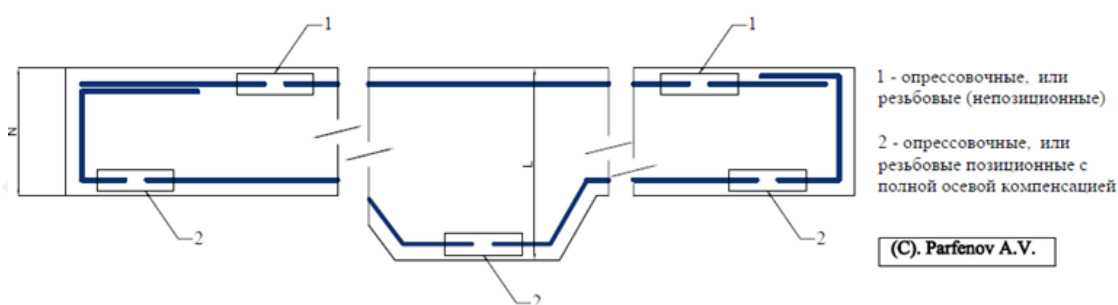
Также, начиная с Урала и восточнее/севернее (средняя температуры самой холодной пятидневки ниже -28 градусов С) простейшая параллельная резьба и коническая типа LENTON допустима только в фундаментах и подземных частях сооружений. В надземных этажах – только параллельная резьба с холодной высадкой типа BARTEC (не имеет ограничений по температуре, включая -65 градусов С.).

6. Типовые схемы горизонтальных конструкций

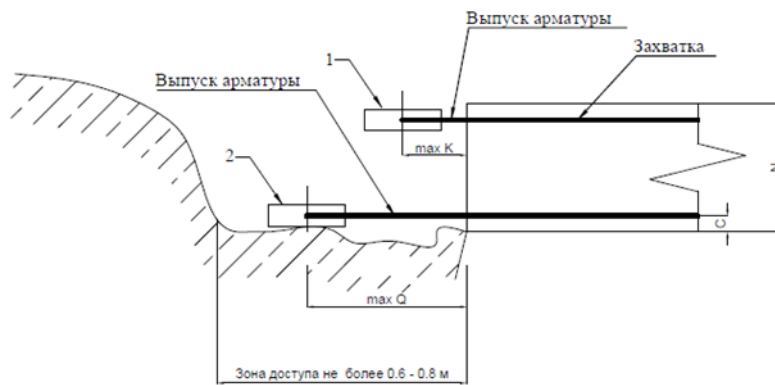
6.1. Простейшие плоскостные



6.2. Плоскостные с усилением периметра и прямков



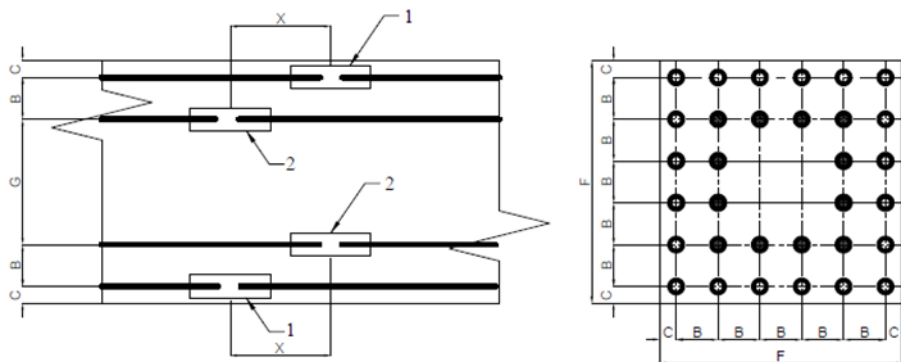
6.3. Фундамент с заливкой небольшими захватками при ограничении свободной зоны доступа со стороны котлована



- 1 - опрессовочные, или резьбовые муфты
- 2 - только резьбовые муфты

(C). Parfenov A.V.

6.4. Балки и ригеля с многослойным и многорядным армированием

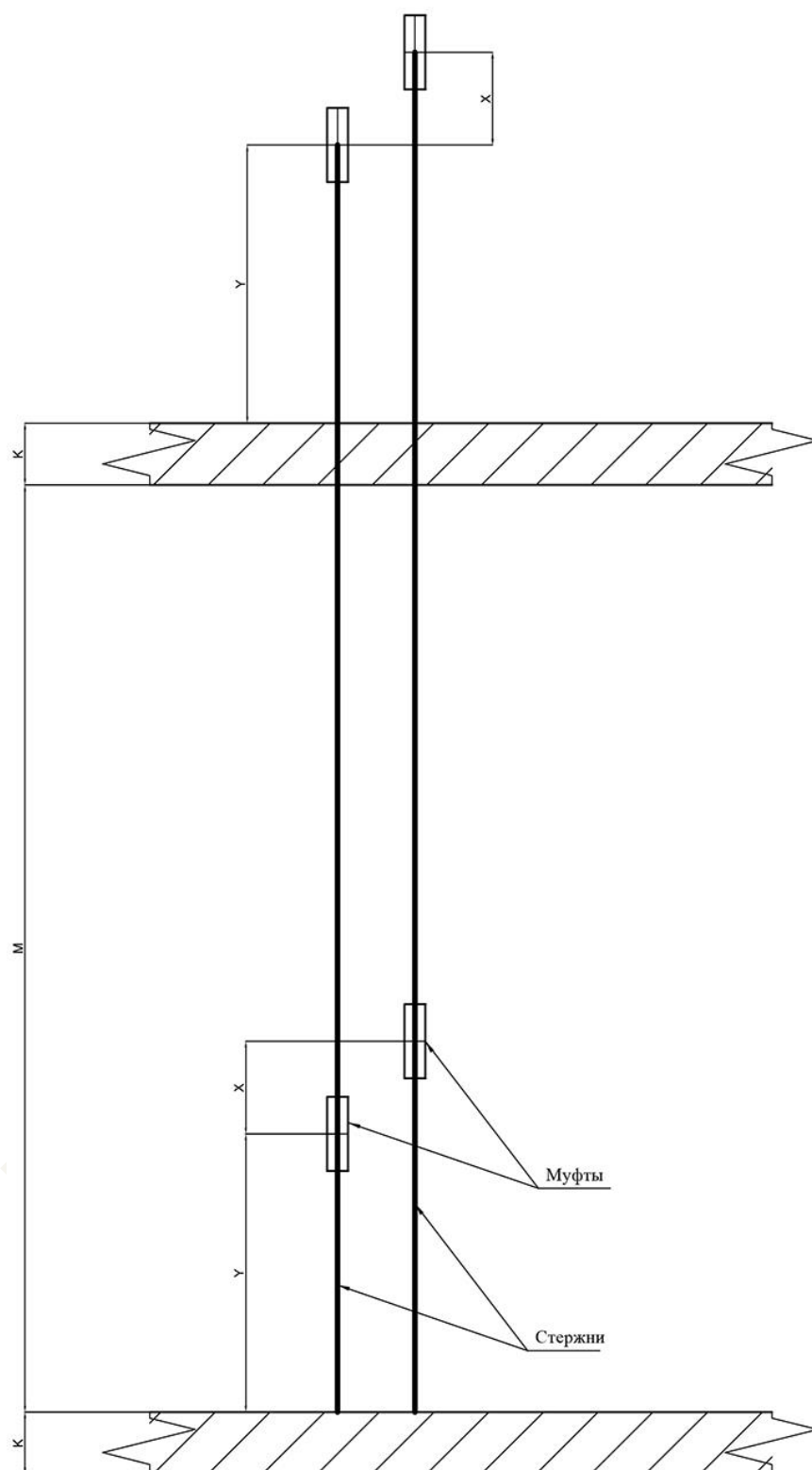


- 1 - ● - В местах с доступом можно применять как опрессовочные, так и резьбовые муфты (позиционные)
- 2 - ● - В местах без доступа применять только резьбовые муфты

(C). Parfenov A.V.

7. Типовые вертикальные конструкции

7.1. Вертикальные стержни прямые



Перекрытие

Муфты могут быть как
опрессовочные, так и
резьбовые (непозиционные)

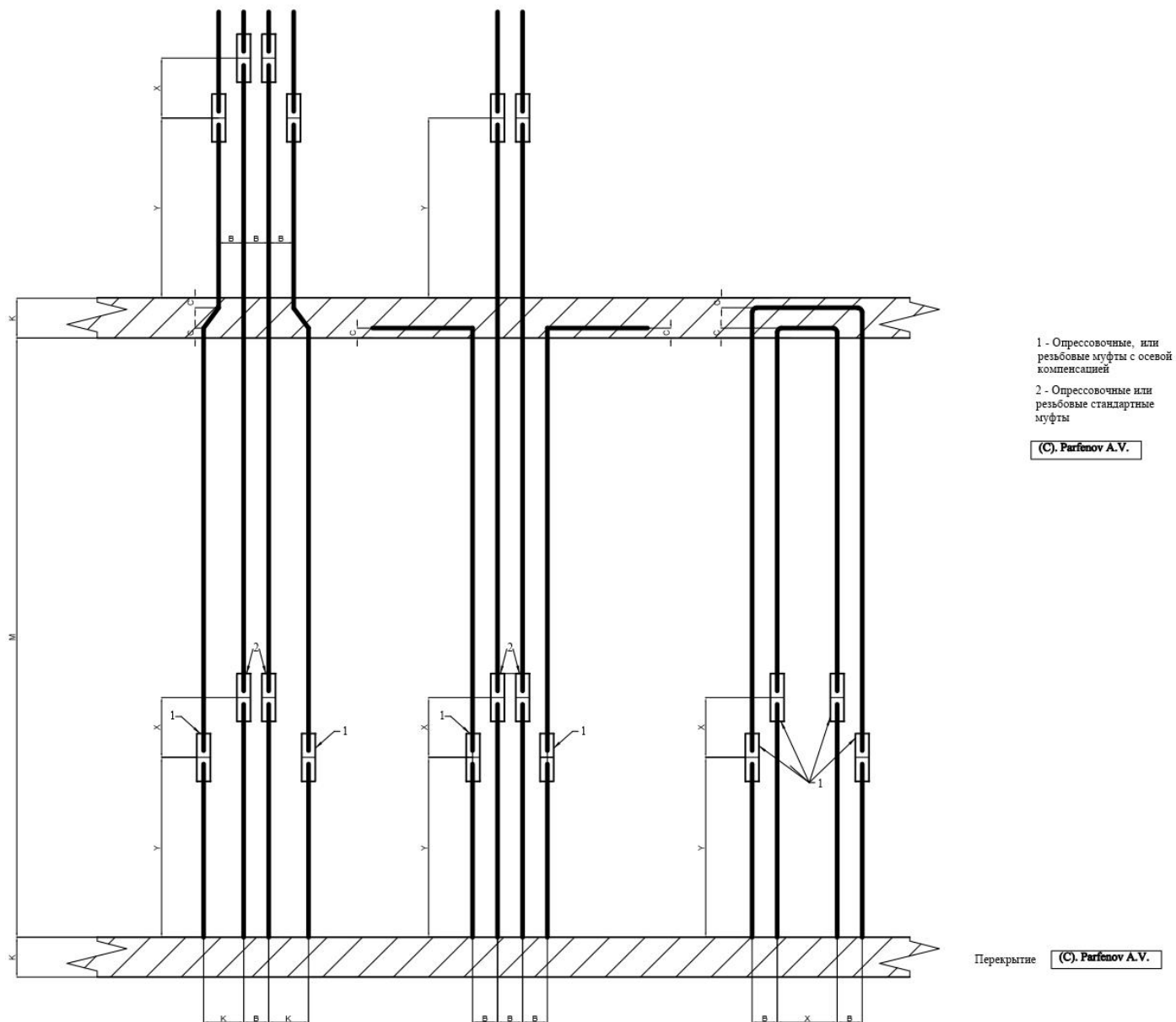
Муфты

Стержни

Перекрытие

(C). Parfenov A.V.

7.2. Не все вертикальные стержни прямые (Г - образные, S - образные и П - образные)



ВАЖНО!

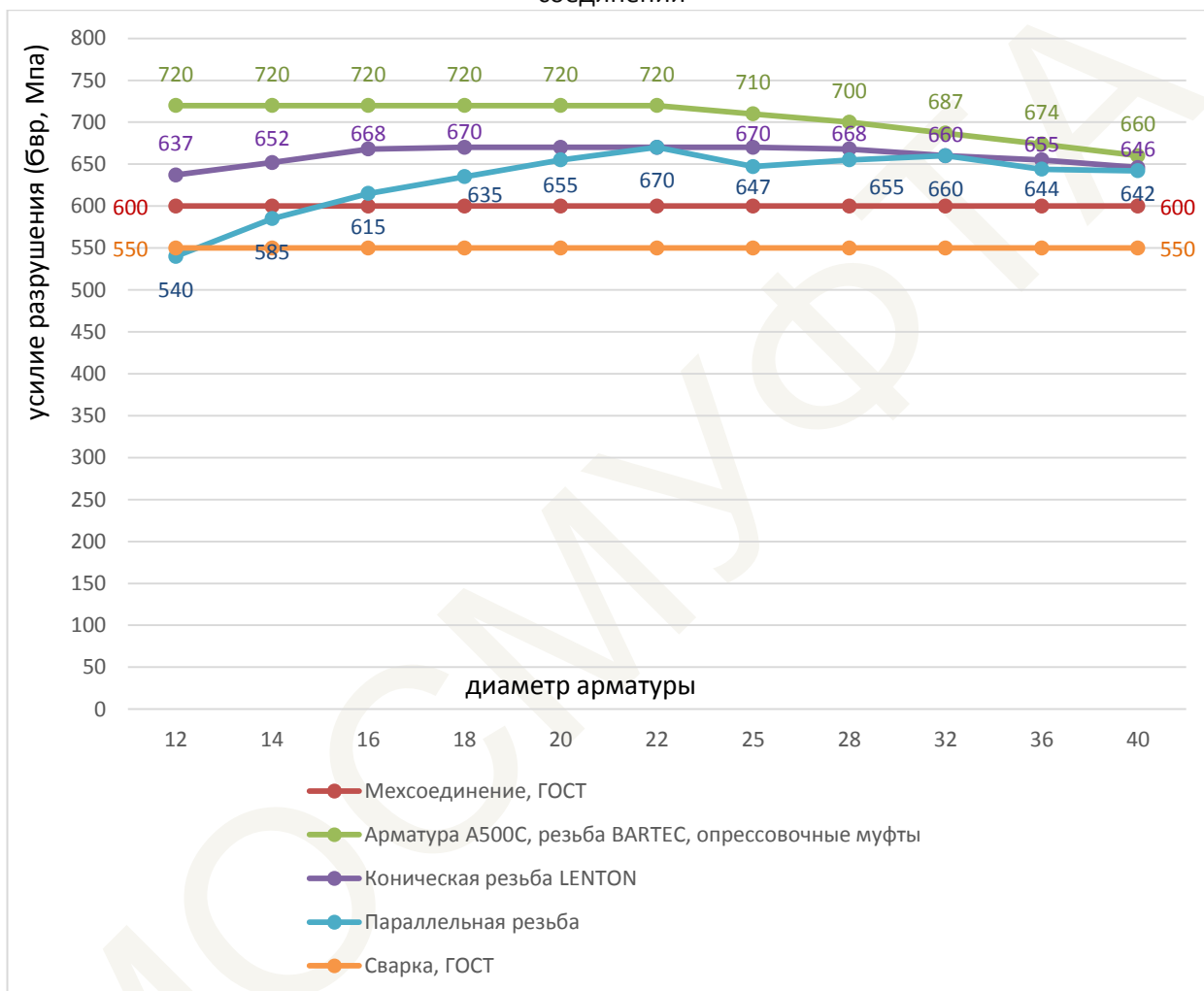
1. Точные величины требуемых расстояний между стержнями арматуры в каркасе будут уточняться при непосредственном обращении Проектных институтов в компанию «МосМуфта». Поскольку, эти расстояния зависят от множества факторов, включая тип выбранных муфт, типа применяемого оборудования, фракционного состава бетона и т.д. и т.п).
2. Достоинством технологической системы компании «МосМуфта» является то, что в результате многолетней практики по проектированию каркасов и их возведению в реальных условиях на стройплощадках под нашим авторским надзором мы имеем уникальные подтвержденные практикой решения по достижению плотности армирования (в направлении основной арматуры, без учета веса хомутов) в 1000 кг/куб.м для опрессовочных муфт и 1400 кг/куб.м для резьбовых муфт.

В то время как при работе по имеющимся рекомендациям в СНиП и рекомендациям специализированных научных институтов пределом для опрессовочных муфт является

величина 450 кг/куб.м (что ниже, чем предел для арматурных каркасов, соединяемых «на перехлест», где имеются конструкции вплоть до 600 кг/куб.м).

Сравнение механических свойств различных типов соединений в зависимости от диаметров соединяемых прутков арматуры и предельных зимних температур

Сравнение усилий разрушения (Бвр, Мпа по ГОСТ 34278-2017) различных типов механических соединений

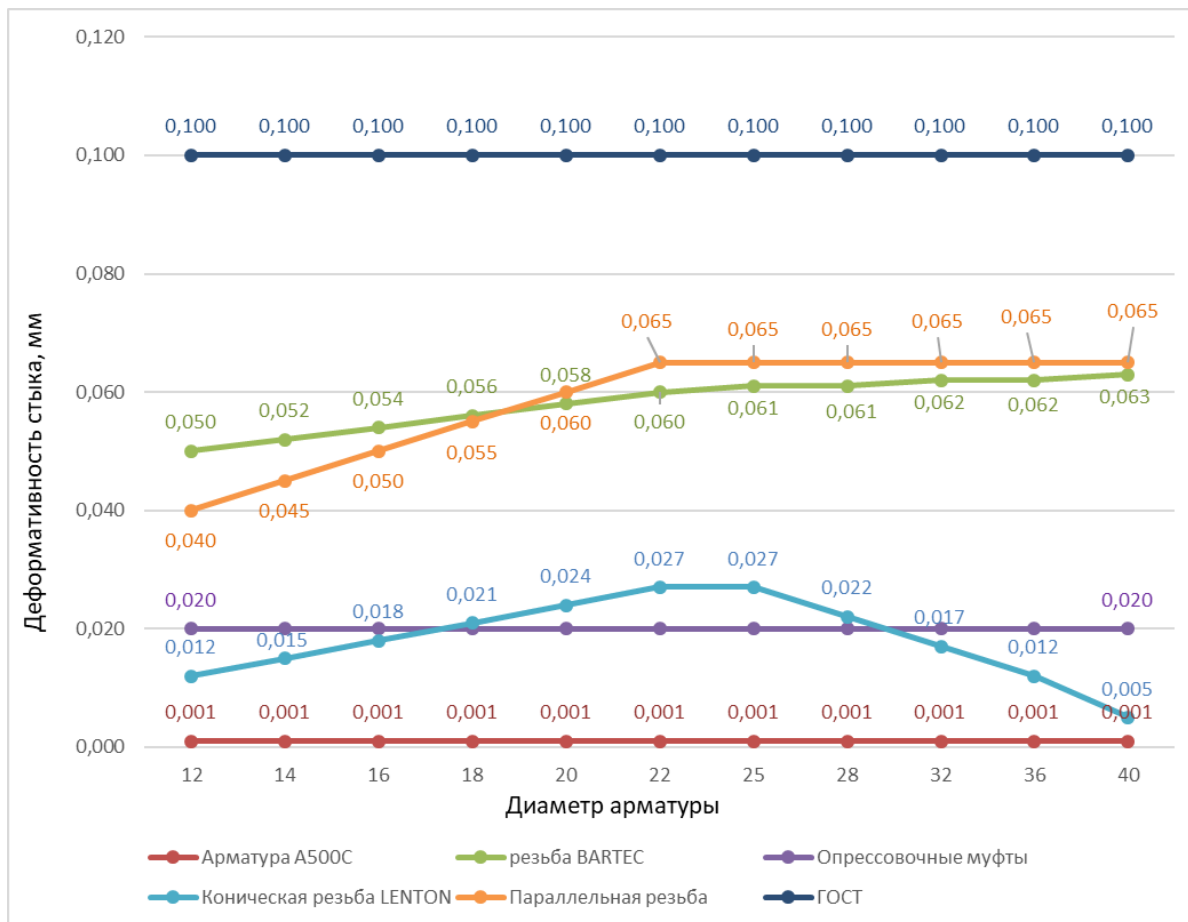


Выводы:

1. Параллельная резьба с холодной высадкой типа BARTEC (ANCON) и опрессовочные муфты полностью равнопрочны и сохраняют исходные характеристики соединяемой арматуры (А500С) во всем диапазоне массовых диаметров арматуры (от 10мм до 40мм).
2. Коническая резьба типа LENTON не являясь полноценно равнопрочной, тем не менее - показывает достаточные запасы по требованиям ГОСТ 34278-2017 в диапазоне диаметров арматуры 18-40 мм. В диапазоне 12-16 мм запасы становятся минимальными, но еще удовлетворяющими ГОСТ (хоть и с минимальным запасом).
3. Простейшая параллельная резьба, не являясь полноценно равнопрочной, показывает достаточные характеристики в диапазоне диаметров арматуры от 20 до 40мм. На диаметрах 16-18мм запасы становятся минимальными. На диаметрах от 14мм и ниже показатели не удовлетворяют ГОСТ. К тому же чисто технически при изготовлении самой

муфты нарезать резьбу М14 на станке с ЧПУ невозможно, а М16 хоть и возможно, но очень дорого (экономически нецелесообразно).

Деформативность стыка для стандартных муфт (непозиционных, непереходных, соединяющих арматуру одного диаметра), мм (по ГОСТ 34278-2017)



Выводы:

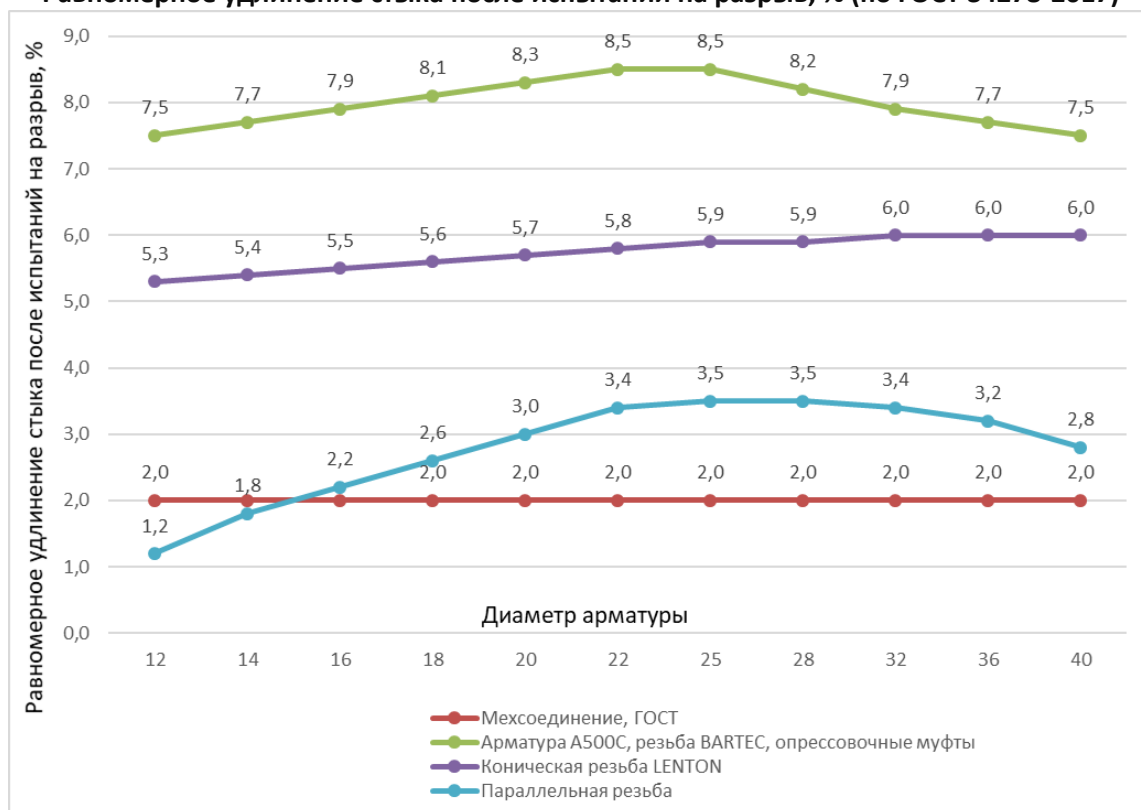
1. По параметру «деформативность» (по ГОСТ-34278 д.б. для статических испытаний не более 0.1мм) полноценной заменой цельному стержню арматуры (имеющего нулевую деформативность) ни один из типов механических соединений не является.
2. Лучшими показателями (0.01-0.03мм) обладают опрессовочные муфты и коническая резьба LENTON (ANCON).
3. Худшие показатели (0.04-0.065мм) обеспечивает параллельная резьба и резьба типа BARTEC.
4. Для переходных и позиционных резьбовых муфт показатели деформативности ухудшаются в 1.5-2.0 раза (т.к. увеличивается количество резьбовых соединений, участвующих в передаче усилий).

Для диаметров арматуры до 32мм включительно всех типов резьбовых муфт это еще не критично (деформативность обеспечивается на уровне 0.06-0.085, что ниже требуемых ГОСТ 0.1мм).

Но если для диаметров арматуры 36-40мм позиционные муфты с конической резьбой (типа LENTON) еще имеют запас, то муфты с параллельной резьбой (обычные и с холодной высадкой типа BARTEC) уже имеют большой риск непрохождения испытаний.

5. Опрессовочные позиционные и переходные муфты не меняют деформативности в сравнении с обычными опрессовочными и поэтому становятся безусловными лидерами среди всех механических соединений.

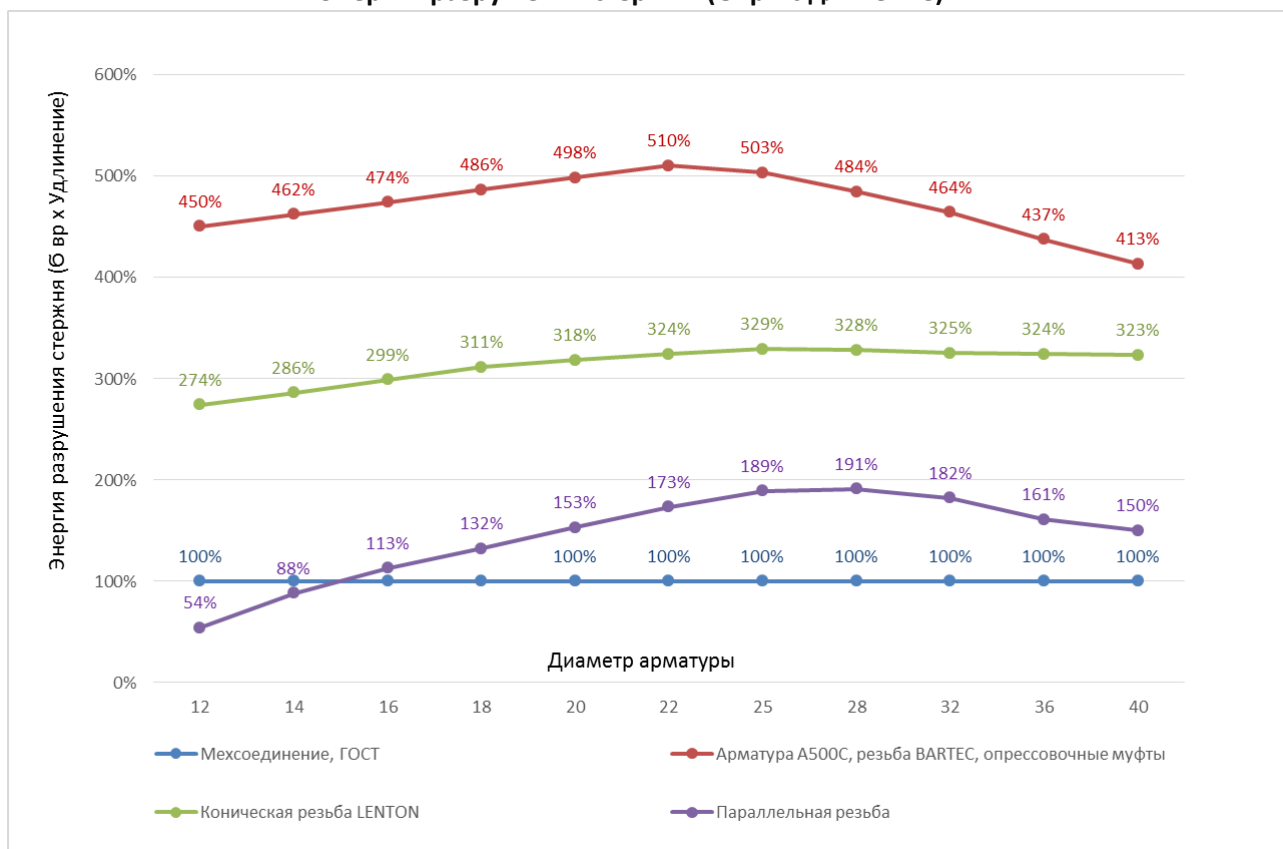
Равномерное удлинение стыка после испытаний на разрыв, % (по ГОСТ 34278-2017)



Выводы:

1. Параллельная резьба с холодной посадкой типа BARTEC (ANCON) и опрессовочные муфты полностью сохраняют исходные характеристики соединяемой арматуры (А500С) по характеристике «равномерное удлинение после испытаний на разрыв» во всем диапазоне массовых диаметров арматуры (от 10 мм до 40 мм). Обеспечивая 7.5-8.5% вместо 2.0% по ГОСТ (превышение в 3.75-4.25 раза).
2. Коническая резьба типа LENTON уступает BARTEC и опрессовочным муфтам на 20-35% (больше на малых диаметрах арматуры и меньше на больших диаметрах).
3. Обычная параллельная резьба уступает BARTEC и опрессовочным муфтам от 2.5 до 3.5 раз в диапазоне диаметров арматуры 20-40 мм и находятся на пределе ГОСТ без запаса для диаметров 16 и 18 мм.

Энергия разрушения стержня (Бвр x Удлинение)



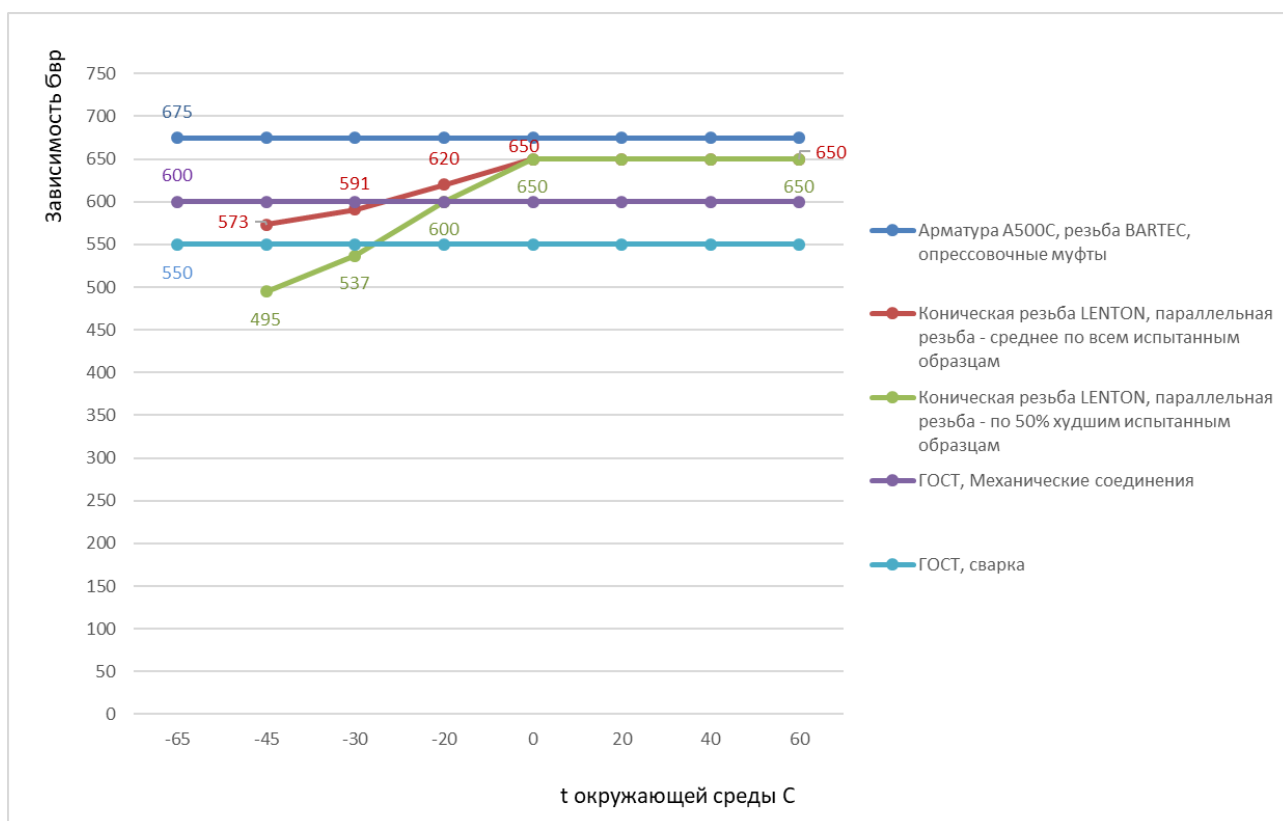
Данный параметр не регламентируется ГОСТ, СП и СНиП.

Однако является крайне характерным для оценки работоспособности конструкции в условиях сверхпроектных нагрузок. Актуально для анализа рисков для объектов, имеющих возможность подвергнуться техногенным катастрофам и террористическим угрозам.

Выводы:

1. Параллельная резьба с холодной высадкой типа BARTEC (ANCON) и опрессовочные муфты полностью сохраняют исходные характеристики соединяемой арматуры (А500С) во всем диапазоне массовых диаметров арматуры (от 10мм до 40мм) и превышают требования ГОСТ 34278-2017 (умножаем требования ГОСТ по характеристикам «Бвр» и «Удлинение») от 4.2 до 5.1 раз.
2. Коническая резьба типа LENTON уступает BARTEC и опрессовочным муфтам от 1.5 до 2.5 раз на диаметрах арматуры 20-40мм (больше на малых диаметрах арматуры и меньше на больших диаметрах) и до 4.0 раз на малых диаметрах арматуры (12-14мм).
3. Простейшая параллельная резьба уступает BARTEC и опрессовочным муфтам от 2.0 до 3.0 раз на диаметрах арматуры 20-40мм (больше на малых диаметрах арматуры и меньше на больших диаметрах) и до 4.0 раз на малых диаметрах арматуры (16-18мм). Размеры 14 и 16мм использовать уже нежелательно.
4. Общим выводом является то, что для объектов с риском техногенных и террористических угроз применение конических муфт LENTON и обычной параллельной резьбы нежелательно (опрессовочные муфты и резьба BARTEC предпочтительнее в разы по энергии разрушения и не имеют ограничений по малым диаметрам арматуры).

Зависимость $\sigma_{вр}$, МПа от температуры окружающей среды (средняя за пять суток)



Данный параметр не регламентируется ГОСТ 34278, СП и СНиП.

Однако при решении о применении типа муфт в условиях за Уралом, в Сибири и районах Крайнего Севера учитывать его обязательно.

До 2018 года муфты в этих районах применялись только один раз (опрессовочные, при ликвидации катастрофы на Саяно-Шушенской ГЭС), но в последние год-два заявок на применение муфт из этих регионов приходит все больше и больше.

График составлен на базе испытаний, проводимых в НИИЖБ в 2006 г. по заказу РосАтома.

ВЫВОДЫ:

1. Опрессовочные муфты, резьба BARTEC и собственно сама арматура А500С не имеет ограничений по температуре (вплоть до -65 град.С) окружающей среды.
2. Коническая резьба LENTON и обычная параллельная резьба по средним показателям испытанной партии образцов приемлема на грани без запаса при температуре самой холодной пятидневки до -30 град.С (разрушение еще пластичное, но 50% образцов разрушаются на усилиях ниже ГОСТ (537Мпа вместо 600 Мпа)).

При температуре -45 град.С не соответствуют ГОСТ как среднее значение по партии (573 Мпа вместо 600 Мпа), так и по 50% худших образцов (495 Мпа вместо 600 Мпа). При этом разрушение в 50% случаев уже хрупкое, что в принципе неприемлемо.

Сравнение свойств при испытаниях на малоцикловые нагрузки (сейсмика) S1 и S2 по ГОСТ 34278-2017

1. Опрессовочные муфты и параллельная резьба BAXTER (ANCON) не имеет проблем и по сути не отличаются от цельного стержня арматуры.

2. Коническая резьба типа LENTON – требования ГОСТ выполняют, но уступают опрессовочным и резьбовым BAXTER, так же, как и при статических испытаниях (описаны в разделах выше по тексту).
3. Обычная параллельная резьба – на диаметрах арматуры 18-32мм требования ГОСТ выполняют, но уступают опрессовочным и резьбовым BAXTER, так же, как и при статических испытаниях (описаны в разделах выше по тексту).
Для диаметров 36 и 40мм качественные муфты могут делать только 2-3 производителя, успешное прохождение сейсмике на муфтах рядовых производителей – не гарантируется.

Сравнение свойств при циклических нагрузках по ГОСТ 34278-2017

Нагрузка от 240 до 300 Мпа, пульсирующая. 2 млн. циклов.

1. Опрессовочные муфты и резьбовые с холодной высадкой ANCON (отличаются от BAXTER дополнительной операцией по снятию напряжений после холодной высадки) проходят 2 млн. циклов с последующими испытаниями на разрыв, деформативности и равномерность удлинения – без проблем. По мехсвойствам не отличаются от цельного стержня арматуры. Опрессовочные – даже при сокращении длины муфты с 6.0Дарм до 4.5Дарм (подтверждено в 2015г для работ на Белорусской АЭС, использовались на второй очереди).
2. Резьбовые с холодной высадкой BAXTER (не обладают дополнительной операцией по снятию напряжений) – имеют большие проблемы и уверенно циклику проходят не всегда.
3. Коническая резьба типа LENTON – не имеют проблем при испытании на циклику, но на последующих испытаниях на разрыв, удлинение, деформативность – имеют те же проблемы, что и при статических испытаниях (описаны в разделах выше по тексту).
4. Параллельная резьба – прохождение испытаний зависит от производителя муфт (качественно для циклики муфты в России делают только 2-3 производителя) и качества нарезки резьбы при подготовке опытных образцов.
В Целом у рядового строителя на них может возникнуть ряд проблем.
На диаметрах арматуры от 20 до 32мм – по собственно долговечности и усилию разрушения, на больших диаметрах (36 и 40мм) – по деформативности.
При последующих испытаниях на разрыв, удлинение, деформативность – имеют те же проблемы, что и при статических испытаниях (описаны в разделах выше по тексту).

Выполнение требований по циклическим нагрузкам по СП и СНиП мостостроителей

1. Из-за специфичности требований и требуемого большого объема испытаний требованиям Мостовиков и РЖД (как основного заказчика) для пролетной части мостов ни один тип механических соединений (муфт) в России и мире – не соответствует.
2. Для узлов мостов с малоамплитудной многоцикловой нагрузкой (опоры, быки, пилоны и ростверки) разрешено применение мехсоединений, соответствующих ГОСТ 34278-2017 в части 2 млн. циклов.
То есть опрессовочные и параллельная резьба с холодной высадкой ANCON – без ограничений.
BAXTER – с ограничениями (см. предыдущий пункт + ограничение по температуре до -30 град, С).
Конический LENTON и обычная параллельная резьба – с ограничениями (см. предыдущий пункт + ограничение по температуре до -30 град, С)

Общие выводы по анализу всех графиков и данных по механическим соединениям на всех диаметрах арматуры, всех типах муфт (стандартные, переходные, позиционные), температурных ограничениях

1. Опрессовочные муфты – суммарно наивысшие показатели по всем разделам.
При работе летом при температурах выше +30 С – надо заказывать маслостанцию с радиатором.
2. Параллельная резьба с холодной высадкой ANCON (с дополнительным снятием напряжений после холодной высадкой) – уступает только Опрессовочным (в основном по деформативности, особенно в случае позиционных муфт).
Но такое оборудование используется только в РосАтоме, в остальных секторах строительства его нет. В зимнее время требует теплого арматурного цеха.
3. Параллельная резьба с холодной высадкой BAXTER (без дополнительного снятия напряжений после холодной высадкой) – уступает только Опрессовочным (в основном по деформативности, особенно в случае позиционных муфт) и ANCON (может иметь проблемы при циклике), используется только в РосАтоме, в остальных секторах строительства его нет. В зимнее время требует теплого арматурного цеха.
4. Коническая резьба типа LENTON.
Одна из самых известных на рынке, доступна всем строителям.
Существенно уступает опрессовочным и резьбе с холодной высадкой (BAXTER, ANCON).
Имеет ограничение по температуре эксплуатации сооружений (до -30 град.С), по температуре выполнения резьбонарезки (до -10-15 С, даже в тепляке).
То есть только для Юга и Центральных районов России.
Нежелательно для объектов с риском техногенных катастроф и террористических угроз.
5. Параллельная обычная резьба.
Самая бюджетная по цене, но самая проблемная почти по всем параметрам.
Оптимально на ординарных объектах Европейской части и Юга, не требующих особо ответственных решений.
Для диаметров арматуры от 20 до 32 мм, преимущественно для простых плоских горизонтальных конструкций.

Экономика муфтовых соединений в сравнении с соединением «на перехлест»

Сравниваются соединение «на перехлест» и опрессовочные муфты. В условиях вертикальных конструкций типа стена/пилон (где из-за невозможности (излишней трудоемкости и нетехнологичности) обеспечить разбег соседних стыков $1.3L$ (L -расчетная длина «перехлеста», $\sim 40d$ арматуры) – вынуждены закладывать «перехлест» в $\sim 65d$).

Рассматривается типовое гражданское строительство с высотой этажа «в свету» - 3100 мм и толщиной плиты перекрытия – 200 мм. В сумме: $3100+200=3300$ мм.

**При цене арматуры А500С 59.0-62.0 руб/кг и ценах на муфты
по состоянию на 15 апреля 2021 г:**

Ø арматуры = 40 мм.

1. Соединение «на перехлест».

Перехлест 65d = 65 x 40мм = 2600 мм

Выход из одного прута L=11700 мм – 2 рабочих стержня: (3300+2600)x2=5900 мм x2 = 11.8 м.

Отход (металлолом): 0

Стоимость арматуры: 11.7м x10кг/м x62.0руб/кг = 7254 руб.

Стоимость отходов: 0

Стоимость одного рабочего стержня/стыка: (7254-0)/2 = 3627 руб./стык.

При высоте этажа в свету более 3050 мм только один рабочий стержень (остальное – в отходы).

5.0 м x 10кг/м x 12.0 руб/кг (стоимость металлолома) = 600 руб.

Стоимость одного рабочего стержня/стыка: (7254-600)/1 = 6654 руб./стык.

2. Муфта обжимная «МосМуфта».

Выход из 1 прута L=11700 мм / 3300 мм = 3.55 рабочих стержня.

Отход (металлолом): 0.

Стоимость одного рабочего стержня (только по арматуре): 7254руб/3.55= 2119 руб.

Стоимость опрессовочной муфты (Ø =40мм) – 628 руб.

Стоимость выполнения стыка своими силами:

- ФОТ рабочего – 60 000руб./месяц / 1500 стыков/мес. (75 стыков в смену при 20 сменах в месяц) = 40 руб./стык.

- Амортизация оборудования – 750 000 руб. / 25 000 стыков = 30 руб./стык.

(срок окупаемости оборудования 25 000 стыков / 1500 стык/мес. = 16 месяцев (1.35 года); при 30 рабочих сменах в месяц – 11 мес. (менее года)).

Стоимость контроля (испытания в Лаборатории):

3 испытания на каждые 500 стыков: 16 500 руб. / 500 муфт = 33 руб./стык.

Полная стоимость 1 стыка: 2119 + 628 + 40 + 70 +33 = 2890 руб.

Выигрыш перед соединением «внахлест» = 3627 – 2890 = 737 руб.

При высоте этажа более 3100мм = 6654 – 2890 = 3300-3750 руб/стык.

Если Аренда оборудования (120 000 руб./мес.):

ФОТ: 60 руб. (1000 стыков/мес. или 50 стыков/смена)

Аренда: 120 руб./шт. (120 тыс./мес. / 1000 шт./мес.)

Итого выигрыш при Н= до 3100 мм – 737 – (120+60-70-40) = 737 – 70 = **667 руб.**

При Н более 3100 мм: 3200-3650 руб.

Если Подряд (300 руб./стык): 737 – 190 руб. = **547 руб.**

При Н более 3100 мм: 3100-3550 руб.

Аналогичным образом проводим расчеты для всех диаметров арматуры и сводим в итоговую таблицу.

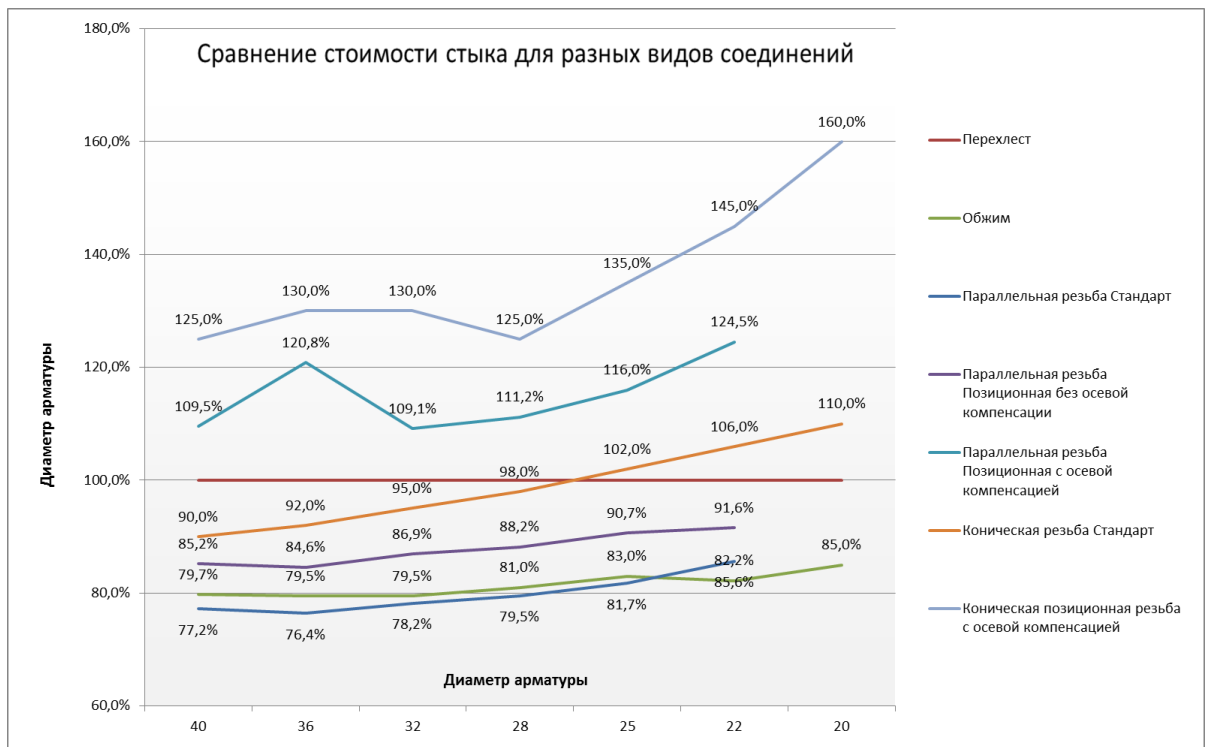
Экономика муфтовых соединений в сравнении с соединением «на перехлест»

Сравниваются соединение «на перехлест» и опрессовочные муфты. В условиях вертикальных конструкций типа стена/пилон (где из-за невозможности / излишней трудоемкости и нетехнологичности) обеспечить разбег соседних стыков 1.3L (L-расчетная длина «перехлеста», ~40d арматуры) – вынуждены закладывать «перехлест» в ~65d).

Рассматривается типовое гражданское строительство с высотой этажа «в свету» - H = 3100 мм и толщиной плиты перекрытия – 200 мм. В сумме: 3100+200=3300мм.

Ø арматуры, мм	Стоимость стыка в рублях		Ваша выгода перед «нахлестом» в рублях					
			при H < 3100 мм			при H > 3100 мм		
	Стыковка в нахлест	Стыковка обжимной муфтой	При покупке оборудования	При аренде оборудования	При подряде	При покупке оборудования	При аренде оборудования	При подряде
40	3 627	2 890	737	667	547	H > 3100 мм		
						3 300 - 3 750	3 200 - 3 650	3 100 - 3 550
36	2 836	2 254	581	481	381	H > 3300 мм		
						2 500 - 2 980	2 400 - 2 900	2 300 - 2 800
32	2 211	1 779	432	369	225	H > 3600 мм		
						2 000 - 2 300	1 900 - 2 200	1 800 - 2 100
28	1 662	1 347	315	247	160	H > 4000 мм		
						1 550 - 1 750	1 450 - 1 650	1 350 - 1 550
25	1 314	1 091	223	185	85	H > 4300 мм		
						1 200 - 1 380	1 150 - 1 330	1 050 - 1 230
22	1 005	826	174	142	49	H > 4500 мм		
						1 000 - 1 150	950 - 1 100	850 - 1000
20	833	708	125	93	0	H > 4700 мм		
						700 - 880	660 - 840	550 - 700

В стоимость стыка включены: стоимость муфт, затраты на арматуру, рабочую силу, амортизацию оборудования, расходные материалы и лабораторные испытания.



**Экономика муфтовых соединений в сравнении с соединением «на перехлест»
при цене арматуры А500С 74.5-75.5 руб/кг и ценах на муфты
по состоянию на 23 июня 2021 г**

Ø арматуры = 40мм.

1. Соединение «на перехлест».

Перехлест $65d = 65 \times 40\text{мм} = 2\ 600\ \text{мм}$

Выход из одного прута $L=11\ 700\ \text{мм}$ – 2 рабочих стержня: $(3\ 300 + 2\ 600) \times 2 = 5\ 900\ \text{мм} \times 2 = 11.8\ \text{м}$.

Отход (металлолом): 0

Стоимость арматуры: $11.7\text{м} \times 10\text{кг/м} \times 75.5\ \text{руб/кг} = 8\ 834\ \text{руб}$.

Стоимость отходов: 0

Стоимость одного рабочего стержня/стыка: $(8\ 834 - 0) / 2 = 4\ 417\ \text{руб/стык}$.

При высоте этажа в свету более 3050 мм только один рабочий стержень (остальное – в отходы).

5.0 м \times 10кг/м \times 15.0 руб/кг (стоимость металлолома) = 750 руб.

Стоимость одного рабочего стержня/стыка: $(8834 - 750) / 1 = 8\ 084\ \text{руб./стык}$.

2. Муфта обжимная «МосМуфта».

Выход из 1 прута $L=11700\text{мм} / 3300\text{мм} = 3.55$ рабочих стержня.

Отход (металлолом): - 0.

Стоимость одного рабочего стержня (только по арматуре): $8834\ \text{руб} / 3.55 = 2488\ \text{руб}$.

Стоимость опрессовочной муфты ($\varnothing = 40\text{мм}$) – 680 руб.

Стоимость выполнения стыка своими силами:

- ФОТ рабочего – 60 000руб/месяц / 1500 стыков/мес. (75 стыков в смену при 20 сменах в месяц) = 40 руб./стык.

- Амортизация оборудования – 750 000 руб. / 25 000 стыков = 30 руб./стык.

(срок окупаемости оборудования 25 000 стыков / 1500 стык/мес. = 16 месяцев (1.35 года); при 30 рабочих сменах в месяц – 11 мес. (менее года)).

Стоимость контроля (испытания в Лаборатории):

3 испытания на каждые 500 стыков: 16 500 руб. / 500 муфт = 33 руб./стык.

Полная стоимость 1 стыка: 2488 + 680 + 40 + 70 + 33 = 3281 руб.

Выигрыш перед соединением «внахлест» = 4417 – 3281 = 1136 руб.

При высоте этажа более 3100мм = 8084 – 3281 = 4000-4800 руб/стык.

Если Аренда оборудования (120 000 руб./мес.):

ФОТ: 60 руб. (1000 стыков/мес или 50 стыков/смена)

Аренда: 120 руб/шт (120тыс/мес. / 1000 шт/мес.)

Итого выигрыш при Н= до 3 100мм – 1136 – (120+60-70-40) = 1136 – 70 = **1066 руб.**

При Н более 3100 мм: 3900-4700 руб.

Если Подряд (300 руб./стык): 1136 – 190 руб. = **946 руб.**

При Н более 3100 мм: 3800-4600 руб.

Аналогичным образом проводим расчеты для всех диаметров арматуры и сводим в итоговую таблицу.

Ø арматуры, мм	Стоимость стыка в рублях		Ваша выгода перед «нахлестом» в рублях					
	Стыковка в нахлест	Стыковка обжимной муфтой	при Н < 3100 мм			при Н > 3100 мм		
			При покупке оборудования	При аренде оборудования	При подряде	При покупке оборудования	При аренде оборудования	При подряде
40	4 417	3 281	1 136	1 066	946	Н > 3100 мм		
						4 000 - 4 800	3 900 - 4 700	3 800 - 4 600
36	3 486	2 675	811	481	381	Н > 3300 мм		
						3 100 - 3 745	3 000 - 3 645	2 900 - 3 545
32	2 744	2 171	573	500	365	Н > 3600 мм		
						2 500 - 2 928	2 400 - 2 850	2 300 - 2 750
28	2 081	1 701	380	312	245	Н > 4000 мм		
						1 900 - 2 200	1 850 - 2 150	1 750 - 2 050
25	1 645	1 290	355	317	217	Н > 4300 мм		
						1 600 - 1 816	1 550 - 1 770	1 450 - 1 650
22	1 258	1 027	231	199	106	Н > 4500 мм		
						1 150 - 1 360	1 100 - 1 330	1 000 - 1 250
20	1 043	884	159	121	34	Н > 4700 мм		
						900 - 1 100	850 - 1 060	775 - 1 000



Знания, целеустремленность и практические навыки специалистов
инжиниринговой компании «**МосМуфта**»
позволяют быстро и эффективно
решать самые сложные задачи наших Заказчиков!

- ✓ Консультация по выбору технологии
- ✓ Расчет экономической выгоды
- ✓ Технический регламент под ваш проект
- ✓ Организация логистики
- ✓ Шефмонтаж и пуско-наладка
- ✓ Выполнение подрядных работ
- ✓ Проведение испытаний
- ✓ Сервисное сопровождение
- ✓ Аренда и обратный выкуп оборудования
- ✓ Обучение сотрудников
- ✓ Согласование с проектировщиками и надзорными организациями
- ✓ Технические консультации на весь период строительства

ПРИГЛАШАЕМ К СОТРУДНИЧЕСТВУ!

МосМуфта, Группа компаний «ТТК»
РФ, 127549, г. Москва, ул. Бибиревская, д. 8 к1



info@mos-mufta.ru | +7 (499) 450-96-26 | www.mos-mufta.ru