

# АЛЬБОМ ТЕХНИЧЕСКИХ РЕШЕНИЙ



Казань 2015

Общество с ограниченной ответственностью  
«Строительные инновации»

---

«УТВЕРЖДАЮ»

Генеральный директор  
ООО «Строительные инновации»  
\_\_\_\_\_ **Габайдуллин М.А.**

# **Альбом технических решений**

Авторы:

\_\_\_\_\_ **Габайдуллин М.А.**  
\_\_\_\_\_ **Гиздатуллин А.Р.**  
\_\_\_\_\_ **Хусаинов Р.Р.**

Казань 2015

## Содержание

Введение	3
1. Краткая характеристика АКП «Строительные инновации»	6
2. Преимущества АКП «Строительные инновации»	9
3. Химическая стойкость АКП «Строительные инновации»	10
4. Область применения АКП «Строительные инновации»	
5. Конструктивные решения	12
Возведение фундаментов различных типов	12
Производство бетонных армированных изделий (аналогов ЖБИ)	27
Устройство дорожного и аэродромного покрытия	39
6. Изделия выпускаемые на основе АКП «Строительные инновации»	42
Применение в стеновых конструкциях с внутренним утеплителем	44
Применение в малоэтажном строительстве	46
Применение в 3-х слойных стеновых конструкциях с внутренним утеплителем и использованием анкерной гильзы	48
Применение в 3-х слойных стеновых конструкциях с внутренним утеплителем (для газобетона)	50
Применение в 3-х слойных стеновых конструкциях с внутренним утеплителем типа «сэндвич»	52
7. Правила транспортировки и хранения	54
8. Термины, определения и обозначения	54
Приложение А	59
Список источников	64

Из	Кол.	№ докумен.	Подпис	Дата					
Руковод.		Габайдуллин М.А.		01.01.15	Альбом технических решений	Стадия	Лист	Листов	
Исполни		Хусаинов Р.Р.		01.01.15			2	64	
						ООО «Строительные инновации»			



## **ВВЕДЕНИЕ**

На современном этапе в России сложилась ситуация, при которой эксплуатируемые железобетонные конструкции, интенсивно разрушаются и теряют свой ресурс при относительно малом сроке эксплуатации в 15-20 лет.

Основными причинами, приведшими к разрушению железобетонных конструкций, являются агрессивное воздействие окружающей среды, нарушение водно-теплового режима грунтов и нарушения в работе дренажных и водоотводных систем, в ряде случаев низкое качество строительных работ.

Анализ отечественного и зарубежного опыта эксплуатации железобетонных конструкций, позволил определить следующие основные повреждения, которые влияют на долговечность конструкций: разрушение и отслаивание поверхностного слоя бетона (шелушение), образование силовых и усадочных трещин, разрушение деформационных швов.

В настоящее время одним из новых и перспективных направлений в области повышения качества и долговечности бетонных конструкций, работающих в агрессивных средах, является использование высокопрочной неметаллической композитной арматуры «СТРОИТЕЛЬНЫЕ ИННОВАЦИИ» для армирования бетонных конструкций.

В настоящем альбоме приведены результаты исследований возможности применения неметаллической композитной арматуры «СТРОИТЕЛЬНЫЕ ИННОВАЦИИ» и изделий на ее основе, для армирования фундаментов, дорожных плит, армированных стяжек и силовых полов, а также плит под цепные приводы и станки-качалки, выпускаемых для нужд нефтяных компаний. Технические преимущества применения полимеркомпозитной арматуры (далее АКП) обусловлены высокими прочностными свойствами, низкой теплопроводностью и химической стойкостью к известным агрессивным средам - хлористые соли, газовая среда повышенной концентрации, морская вода, противогололедные реагенты и т.д. Значительный эффект от применения АКП достигается также в условиях наложенного электрического поля, в частности в фунда-

ментах линий электропередачи.

Экономическая эффективность применения АКП - следствие низкой плотности (в 4 раза легче стальной арматуры) и высокой прочности, что позволяет увеличить выход армированного бетона из одной тонны АКП в 4 - 5 раз по сравнению с использованием стальной арматуры.



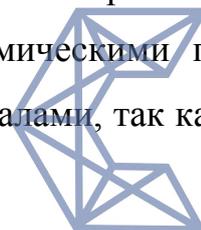
## 1. КРАТКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА АКП «СТРОИТЕЛЬНЫЕ ИННОВАЦИИ»

АКП «СТРОИТЕЛЬНЫЕ ИННОВАЦИИ» представляет собой стержни, сформованные из пропитанного полимерным связующим пучка стеклянных, базальтовых или углеродных волокон. АКП «СТРОИТЕЛЬНЫЕ ИННОВАЦИИ» по структуре и свойствам относится к волокнистым одноосноориентированным полимерным композиционным материалам, высокая прочность на растяжение которых обусловлена прочностью неорганических (силикатных, углеродных) параллельно ориентированных волокон, прочно связанных в монолит полимерной матрицей. Высокая адгезия и «податливость» последней обеспечивает их совместную работу и воспринимает сдвигающие напряжения под нагрузкой.

В качестве связующих материалов полимерных армированных материалов используют термопласты и реактопласты. Термопласты - полиамиды, полиимиды, полипропилен, полисульфон и другие - обладают высокой вязкостью (при комнатной температуре являются твердыми материалами). Пропитка армирующих волокнистых материалов термопластичными связующими возможна только после перевода их в вязкотекучее состояние. Вместе с тем, использование термопластов в качестве связующих при производстве армированных пластиков имеет и важные преимущества. Во-первых, при их использовании практически не выделяются в рабочую зону токсичные газообразные продукты, как это имеет место при использовании олигомерных связующих. А во-вторых, отходы производства армированных пластиков на основе термопластов легко утилизируются, так же как и другие термопластичные полимеры, поскольку их макромолекулы не связаны между собой химическими связями.

Первоначально наиболее широкое применение нашли стержни на основе стеклянного волокна, что обусловлено технико-экономическими преимуществами стеклопластиков по сравнению с другими материалами, так как волокна из стекла являются самыми дешевыми.

ООО «СТРОИТЕЛЬНЫЕ ИННОВАЦИИ» наравне со стеклопластиковыми стержнями производит и базальтопластиковые. В настоящее время, на рынке





представлены стекловолокна с характеристиками приближенными к базальтовым, но меньшими по цене, что позволило производить стеклопластиковую арматуру обладающую физико-механическими свойствами сопоставимыми с базальтопластиковой, а меньшая цена стеклянного ровинга позволила достичь экономического эффекта при производстве.

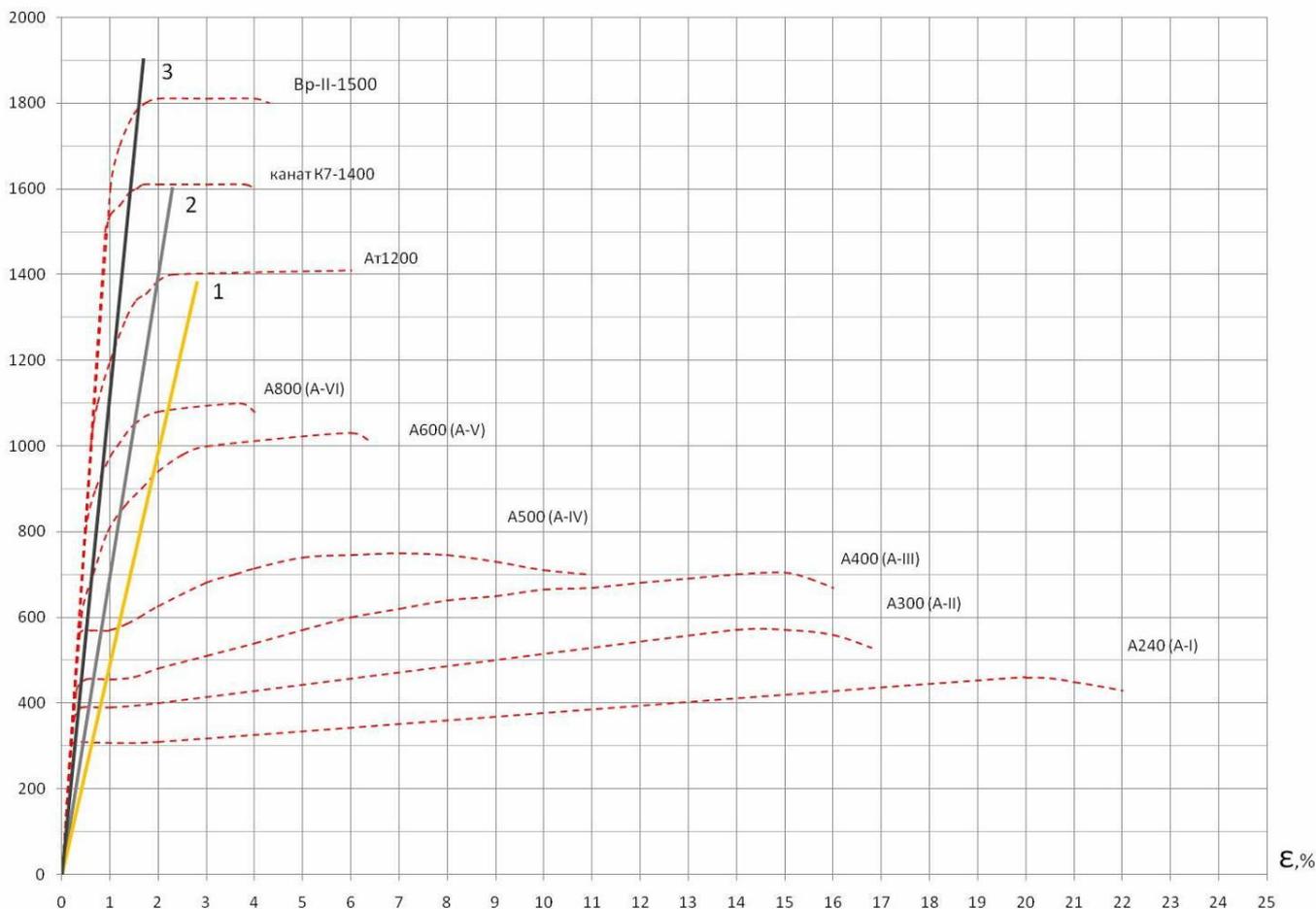
Углеродные волокна в армированных пластиках строительного назначения ввиду их высокой стоимости встречаются крайне редко и в основном для усиления конструкций, хотя по комплексу характеристик они превосходят стеклянные и базальтовые волокна.

Неметаллическую композитную арматуру «СТРОИТЕЛЬНЫЕ ИННОВАЦИИ» изготавливают методом фильерной (пултрузия) протяжки. Метод пултрузии заключается в вытягивании предварительно пропитанного связующим пучка из параллельно ориентированных волокон через фильеры заданного профиля и размера (обычно круглого) с последующим горячим отверждением в камере полимеризации. Хотя для пултрузионной технологии характерна сравнительно невысокая линейная скорость протяжки главным и наиболее важным достоинством этого метода являются высокие физико-технические характеристики выпускаемой продукции. Этого удается достичь благодаря лучшей пропитке волокон и удалению избытка смолы при прохождении через фильеры.

Особенностью АКП «СТРОИТЕЛЬНЫЕ ИННОВАЦИИ» является тот факт, что диаграмма «напряжение-деформация» практически прямолинейна вплоть до разрушения (см. рис. 1.), в отличие от стали, у которой имеется зона упругой работы, площадка текучести, зона самоупрочнения и разрыва. Что означает, что при работе под нагрузкой у конструкций, армированных АКП «СТРОИТЕЛЬНЫЕ ИННОВАЦИИ», значения прогибов будут расти равномерно, вплоть до разрушения пропорционально увеличению внешней нагрузки в отличие от конструкций, армированных стальной арматурой. Особенностью работы стальной арматуры является наличие этапа, когда прогибы растут без увеличения внешней нагрузки в момент достижения напряжений, соответствующего



ющих пределу текучести, что не наблюдается у АКП «СТРОИТЕЛЬНЫЕ ИННОВАЦИИ».



- 1- АКП со стеклянными волокнами
- 2- АКП с комбинированными волокнами
- 3- АКП с углеродными волокнами

Рисунок 1 - Диаграммы « $\sigma$ - $\epsilon$ » для различных марок стали и композитной арматуры

Значения предела прочности на растяжение (временного сопротивления) у АКП «СТРОИТЕЛЬНЫЕ ИННОВАЦИИ» находятся в интервале 800-1400 МПа, значительно превосходят данный показатель для стали 35ГС, равный по ГОСТ 5781-82 - 590МПа и соответствуют параметрам для высокопрочных сталей класса А-V и А-VI, имеющим значения временного сопротивления 1030 МПа и 1230 МПа соответственно. Значения предела прочности при сжатии и срезе у АКП «СТРОИТЕЛЬНЫЕ ИННОВАЦИИ» меньше по сравнению со стальной арматурой ( $R_{сж\text{ вр}} = 590$  МПа,  $R_{срез} = 0,58R_{вр} = 340$  МПа), однако это существенного влияния на эксплуатационные показатели бетонных конструкций, работа-



ющих на упругом основании не оказывает, так как в реальной работе таких конструкций срезающие напряжения практически отсутствуют, а сжимающие напряжения воспринимаются сжатой зоной бетона.

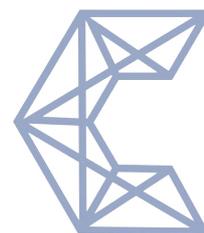
Коэффициент температурного расширения  $\alpha$  для АКП «СТРОИТЕЛЬНЫЕ ИННОВАЦИИ» находится в интервале  $9.5 \cdot 10^{-5} / ^\circ\text{C}$ , для тяжелого бетона на гранитном щебне данный показатель равен  $\sim 10^{-5} / ^\circ\text{C}$ , что также является одним из факторов свидетельствующих о возможности их совместной работы в бетонных изделиях.



## **2. ПРЕИМУЩЕСТВА НЕМЕТАЛЛИЧЕСКОЙ КОМПОЗИТНОЙ АРМАТУРЫ «СТРОИТЕЛЬНЫЕ ИННОВАЦИИ»**

Вся продукция марки «СТРОИТЕЛЬНЫЕ ИННОВАЦИИ» изготавливается на современных производственных линиях. Арматура имеет поверхность покрытую песком.

Стеклопластиковая арматура с песчаным покрытием - это арматура на основе стекловолокна, на которую в процессе производства наносится дополнительный слой песка или абразива. Данный вид арматуры имеет повышенную адгезию с бетоном, что даёт более высокие прочностные качества для бетонных конструкций. Сцепление с бетоном у данного вида арматуры осуществляется на микроуровне, по всей поверхности арматурного стержня, что обеспечивает увеличение предела прочности сцепления с бетоном на 20-30% по сравнению с арматурой с периодическим поперечным профилем.





### **3. ХИМИЧЕСКАЯ СТОЙКОСТЬ АКП «СТРОИТЕЛЬНЫЕ ИННОВАЦИИ»**

Стеклопластиковая арматура при использовании её в строительных конструкциях в процессе эксплуатации испытывает химическое воздействие со стороны агрессивных веществ, содержащихся в бетоне. Эта агрессивная среда является щелочной.

Полимерная матрица защищает стекловолокно от воздействия агрессивных сред. Поры и трещины в АКП - следствие применения эпоксифенольного связующего, содержащего в своём составе летучие вещества, которые испаряются при полимеризации стеклопластика и приводят к порообразованию. В качестве наиболее химически стойкого связующего на базе «СТРОИТЕЛЬНЫЕ ИННОВАЦИИ» используют «чистую» эпоксидную смолу с отвердителем не содержащими летучих веществ. Химическая стойкость арматуры на «чисто» эпоксидном связующем в несколько раз выше стойкости такой арматуры на эпоксифенольном и полиэфирном связующем.

При отсутствии пор на поверхности арматуры её прочность под воздействием различных агрессивных сред снижаться не будет.



#### **4. ОБЛАСТИ ПРИМЕНЕНИЯ АКП «СТРОИТЕЛЬНЫЕ ИННОВАЦИИ»**

В качестве перспективных областей практического использования в строительстве АКП выделяются следующие:

##### **I Возведение фундаментов различных типов:**

- 1 Плитный фундамент
- 2 Ленточный фундамент
- 3 Свайный фундамент
- 4 Плитно-свайный фундамент

##### **II Производство бетонных армированных изделий (аналогов железобетонных изделий):**

- 1 Дорожное строительство:
  - 1.1 Дорожные плиты
  - 1.2 Плиты для укрепления откосов
  - 1.3 Лотки, желоба
- 2 Продукция для нужд нефтедобывающей отрасли:
  - 2.1 Плиты под цепные приводы
  - 2.2 Плиты под станки-качалки
- 3 Стойки железобетонные для опор ЛЭП

##### **III Устройство дорожного полотна**

- 1 Армирование дорожного полотна
- 2 Армирование аэродромного покрытия

Кроме того на основе АКП «СТРОИТЕЛЬНЫЕ ИННОВАЦИИ» выпускаются изделия, применяемые для возведения зданий:

- 1 Гибкие связи различных типов;
- 2 Арматурная сетка;

При выборе вариантов применения АКП следует предусматривать максимальное использование прочностных и физико-механических свойств армирующего материала, выбираемого на основе сравнения технико-экономических показателей возможных вариантов.





Примечание - Возможность применения АКП в конкретных типах бетонных несущих конструкциях целесообразно определять по результатам опытно-конструкторских работ, соответствующих натурных испытаний и мониторинга в процессе эксплуатации.

Наиболее рациональной и целесообразной областью применения АКП являются бетонные строительные конструкции (далее также - бетонные конструкции), предназначенные для работы в агрессивных средах. АКП целесообразно применять в бетонных конструкциях с нейтральной и слабокислой средой, как наименее агрессивной по отношению к этой арматуре.

Примечание - АКП в составе бетонных конструкций может быть использована без мероприятий по антикоррозионной защите.

### **Сборные бетонные конструкции.**

При соответствующем расчетном и экспериментальном обосновании (с учетом обеспечения требуемого сцепления с бетоном) в типовых проектных решениях сборных бетонных конструкций массового применения допускается замена стальной арматуры на равнопрочную АКП меньшего диаметра. Монтажные петли сборных элементов следует выполнять из стальной арматуры.

Для сборных бетонных конструкций рекомендуется применение АКП взамен следующих видов стальной арматуры:

- рабочая (продольная) горячекатаная арматурная сталь периодического профиля класса АIII (А400) по ГОСТ 5781;
- поперечная конструктивная и монтажная арматурная сталь класса А-I (А240), класса А-II (А300) по ГОСТ 5781;
- проволока класса Вр-I по ГОСТ 6727 диаметром 4,5 мм.

АКП следует использовать для армирования сборных конструкций типа дорожных плит, которые работают на упругом основании (на выносливость), воспринимая многократно повторяемые нагрузки, вызывающие изгиб и растягивающие напряжения в арматуре.

Конструкции дорожных плит с применением АКП рассчитываются на максимальный срок службы при отсутствии текущего ремонта и эксплуатационных затрат, в том числе, в агрессивных грунтовых средах.

Проектирование сборных бетонных плит для покрытий городских дорог с применением АКП следует вести с учетом требований ГОСТ 21924.0.

Примечание - Пример конструктивного решения дорожной плиты приведен в разделе «Конструктивные решения».

АКП может применяться в слабоармированных (до 0,035 %) ограждающих конструкциях из крупнопористого бетона по ГОСТ-25192 (например, стеновые блоки) и легкого конструкционно-теплоизоляционного бетона по ГОСТ 25820 на пористых заполнителях (например, стеновые панели ленточной разрезки).

Целесообразно использование АКП в бетонных перемычках в кирпичных стенах жилых и общественных зданий, в частности в перемычках по ГОСТ 948.

**Монолитные конструкции. Бетон и смеси бетонные. Требования к бетонным смесям и конструкционному бетону. Требования к производству арматурных и бетонных работ.**

При применении для армирования бетонных конструкций АКП специальных требований к составляющим компонентам бетонной смеси (цементу, заполнителям, добавкам) не требуется. Армирование АКП допускается применять в бетонах на портландцементе по ГОСТ 10178 и его разновидностях (сульфатостойком, гидрофобном и т.д.), а также на шлакопортландцементе по ГОСТ 10178, сульфатостойком шлакопортландцементе по ГОСТ 10178 и т.п.

Качество бетонных смесей и технология их приготовления должны обеспечивать получение бетонов конструкций, удовлетворяющих требованиям по нормируемым показателям качества в соответствии с ГОСТ 25192, ГОСТ 25820, ГОСТ 26633. Состав бетона подбирают по ГОСТ 27006.

Требуемые значения водоцементного отношения, объема вовлеченного воздуха и минимального расхода цемента в бетонных смесях для конструкций с армированием АКП устанавливают для отдельных видов бетона в зависимости от условий работы конструкций в соответствии с ГОСТ 26633.

Примечание Допускается изготовление бетонов, армированных АКП, с расходом цемента менее значений, указанных в ГОСТ-26633 91 (таблица 3), но не ниже минимального расхода для конструкций, эксплуатирующихся в агрессивных средах, по СП 28.13330.

Для повышения качества и экономичности бетонов в бетонную смесь следует вводить добавки, приведенные в ГОСТ 26633-91 (приложение 4),



удовлетворяющие требованиям ГОСТ 24211.

Примечание В бетонах с применением АКП выбор добавок, улучшающих и регулирующих их свойства (пластифицирующие, воздухововлекающие, ускоряющие схватывание и твердение бетона, противоморозные и т.д.), не ограничивается. В то же время можно не применять добавки, повышающие защитные свойства бетона к арматуре (нитрит натрия, ингибитор - тетраборат натрия, катапин - ингибитор и т.д.).

Приготовление и транспортирование бетонных смесей производят в соответствии с требованиями ГОСТ 7473.

Бетоны для конструкций, сооружаемых с применением АКП, следует изготавливать в соответствии с проектной и технологической документацией.

Примечание Показатели бетона в проектном возрасте характеризуют классами прочности на сжатие, осевое растяжение, растяжение при изгибе, марками по морозостойкости и водонепроницаемости, установленными ГОСТ 26633.

Бетонные работы при использовании для армирования конструкций АКП следует производить в соответствии с СП 70.13330 и учетом требованиями разделов 4-6.

Бетонные смеси при бетонировании конструкции следует укладывать горизонтальными слоями одинаковой толщины без разрывов с последовательным направлением укладки в одну сторону во всех слоях.

При уплотнении бетонной смеси не допускается опирание вибраторов на АКП и закладные детали.

Высота свободного сбрасывания бетонной смеси в опалубку конструкций с применением АКП должна быть не более 0,5 м.

При производстве арматурных работ следует руководствоваться СП 70.13330.

В бетонных конструкциях, армированных АКП, изготовление плоских и пространственных арматурных изделий осуществляется, в основном, безсварочными соединениями с перевязкой мест пересечения стержней синтетической нитью с последующей пропиткой эпоксидной смолой и отверждением эпоксидной смолы. Допускается также крепление стержней в крестообразных узлах отожженной стальной низкоуглеродной проволокой по ГОСТ 3282 с использованием крючков или механизированным способом с помощью специальных автоматических пистолетов.



При изготовлении арматурных изделия (каркасов и сеток) из АКП и их приемке, фактические отклонения их линейных размеров не должны превышать допускаемых отклонений, указанных в проектной документации.

При отсутствии указаний в проектной документации для изделий из АКП предельные значения отклонений их геометрических параметров должны соответствовать требованиям ГОСТ 10922 и СП 70.13330 для стальной арматуры.

Толщину защитного слоя следует назначать с учетом:

- обеспечения условий совместной работы и анкеровки АКП в бетоне в соответствии с требованиями СП 63.13330;
- возможности устройства стыков стержней из АКП;
- соблюдения требований огнестойкости и пожарной безопасности для конкретного типа конструкций по СП 118.13330 и СП 112.13330.

Толщина защитного слоя бетона должна быть равной или больше величины диаметра стержня из АКП, но не менее 10 мм.

Толщина защитного слоя бетона при температуре нагрева от + 100 °С до + 200 °С должна быть увеличена на 5 мм и приниматься не менее 1,5 величины диаметра стержня из АКП.

Примечание - При определении толщины бетонного слоя до АКП влияние коррозии не учитывается.

При бетонировании конструкций с применением АНК проектная толщина защитного слоя бетона обеспечивается расположением опалубки или установкой фиксаторов из цементно-песчаного раствора, теплостойких и щелочестойких полимерных материалов, например, из полиэтиленовых труб по ГОСТ 18599.



## 5. КОНСТРУКТИВНЫЕ РЕШЕНИЯ

### I Возведение фундаментов различных типов:

#### 1 Плитный фундамент

Плитный фундамент — разновидность монолитного фундамента, в котором монолитное основание может выступать в роли пола. Следует отметить что это довольно затратный тип фундамента, применяемый преимущественно для небольших домов. Плитный фундамент обладает всеми положительными свойствами монолитного фундамента.

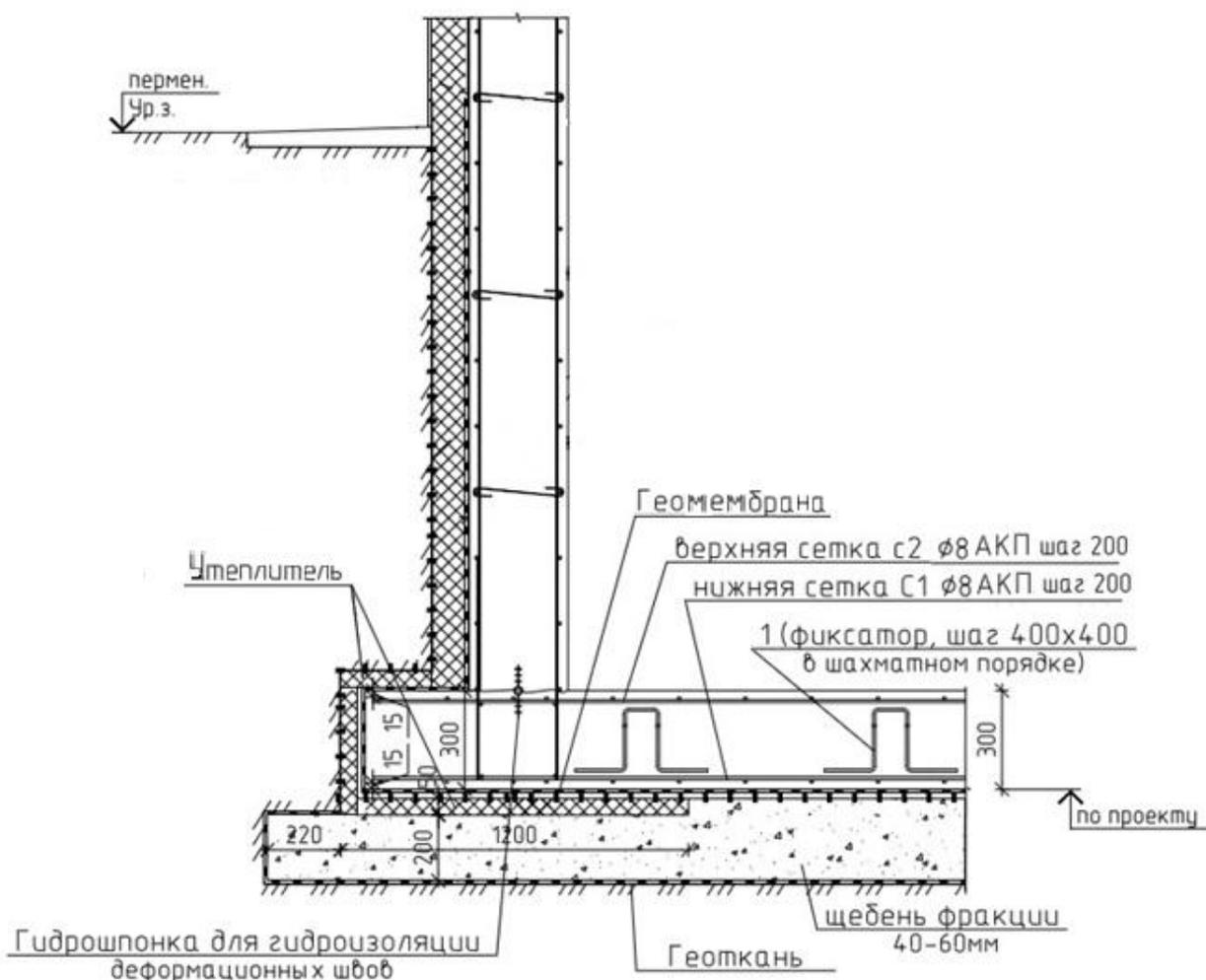


Рисунок 2 – Схема устройства сопряжения монолитной плиты с стеной



Рисунок 3 – Армирование плитного фундамента

### **Сравнительная оценка применения стальной арматуры класса АШ и АКП «СТРОИТЕЛЬНЫЕ ИННОВАЦИИ» в плитных фундаментах.**

#### Исходные данные:

- Район строительства: г. Москва
- Принимаем расчетное сопротивление грунта  $R=1,5 \text{ кг/см}^2$ ;
- Размеры здания в плане 10x10 м с шагом поперечных стен не более 5м;
- Здание 2х этажное;
- Перекрытие – монолитная железобетонная плита перекрытия толщиной 180мм;
  - Кровля – скатная, выполненная из деревянных стропил с шагом 1м сечением 150x100мм;
  - Наружные стены – кирпичные из облегченной кладки (плотность 1600кг/м<sup>3</sup>, толщиной 250мм) и утепленные минеральным утеплителем (плотность 200кг/м<sup>3</sup>, толщиной 100мм) со штукатуркой толщиной 5мм;
  - Внутренние стены - кирпичные из облегченной кладки (плотность 1600кг/м<sup>3</sup>, толщиной 250мм);
  - Наружная отделка – штукатурка по сетке, толщиной 2-5мм;
  - Высота этажа – 3м;
  - Фундамент – мелкозаложенного, плитный.
- Расчет вести в упрощенном виде (только для сравнительной оценки).





Задачи:

- Рассчитать фундаментную плиту с использованием стальной арматуры класса АIII;
- Рассчитать фундаментную плиту с использованием АКП «СТРОИТЕЛЬНЫЕ ИННОВАЦИИ»;
- Расчет фундаментной плиты произвести только на прочность (по 1ой группе предельных состояний);
- Сравнительные выводы расхода и затрат в рублях, для обоих видов арматуры.

Расчет:

Сбор нагрузок.

Все нагрузки и воздействия на каркас приняты в соответствии со СНИП 2.01.07-85\*;

Таблица 1 – Сбор нагрузок

N	Наименование нагрузки	Ед. изм.	Нормативная нагрузка	$\gamma_f$	Расчетная нагрузка
<b>1</b>	<b><i>1-ый этаж</i></b>				
	<b><i>Постоянные нагрузки</i></b>				
	<i>Собственный вес монолитной фундаментной плиты q=0.30м, <math>\rho=2400</math> кг/м<sup>3</sup></i>	кг/м <sup>2</sup>	720	1,1	792
	<i>Собственный вес монолитной плиты перекрытия q=0.18м, <math>\rho=2400</math> кг/м<sup>3</sup></i>	кг/м <sup>2</sup>	432	1,1	475
	<i>Ц.п. стяжка 30 мм с керамической плиткой <math>\rho=1800</math> кг/м<sup>3</sup></i>	кг/м <sup>2</sup>	54	1,1	60
	<i>Вес перегородок</i>	кг/м <sup>2</sup>	50	1,2	60
	<b><i>Временная нагрузка</i></b>				
	<i>Полная нагрузка в жилых помещениях</i>	кг/м <sup>2</sup>	150	1,2	180
<b>2</b>	<b><i>2-й этаж</i></b>				
	<i>Собственный вес монолитной плиты перекрытия q=0.18м, <math>\rho=2400</math> кг/м<sup>3</sup></i>	кг/м <sup>2</sup>	432	1,1	475
	<i>Ц.п. стяжка 30 мм с керамической плиткой <math>\rho=1800</math> кг/м<sup>3</sup></i>	кг/м <sup>2</sup>	54	1,1	60
	<i>Вес перегородок</i>	кг/м <sup>2</sup>	50	1,2	60
	<b><i>Временная нагрузка</i></b>				
	<i>Полная нагрузка в жилых помещениях</i>	кг/м <sup>2</sup>	150	1,2	180
<b>3</b>	<b><i>Кровля</i></b>				
	<i>Конструкция кровли</i>	кг/м <sup>2</sup>	50	1,2	60
	<b><i>Временная нагрузка</i></b>				
	<i>Снеговая нагрузка</i>	кг/м <sup>2</sup>	125	1,47	180
	<b><i>ИТОГО</i></b>	кг/м <sup>2</sup>	<b>2267</b>		<b>2582</b>

Нагрузка от стен:

- кладка кирпичная толщиной 250мм и высотой 6,0м (плотностью  $\rho=1600$ кг/м<sup>3</sup>) нагрузка на верх плиты:

$$q_{pc} = 0,25 \cdot 1600 \cdot 6 \cdot 1,1 = 2640 \text{ (кг/м)};$$

- утеплитель 100мм и высотой 6,0м (плотностью  $\rho=200$ кг/м<sup>3</sup>):



$$q_{py} = 0,10 \cdot 200 \cdot 6 \cdot 1,1 = 132 \text{ (кг/м)};$$

-штукатурка по сетке 5мм и высотой 6,0м (плотностью  $\rho = 1800 \text{ кг/м}^3$ ):

$$q_{пи} = 0,005 \cdot 1800 \cdot 6 \cdot 1,2 = 65 \text{ (кг/м)};$$

Итого вес от наружных стен:  $Q = 2640 + 132 + 65 = 2837 \text{ (кг/м)}$ ;

Вес здания при общей площади  $S = 10 \text{ м} \cdot 10 \text{ м} = 100 \text{ м}^2$ , где 10м - длина стены по наружному обмеру;

при общей длине:

- внутренних несущих стен:

$$l = 4 \cdot (5 - 0,25 - 0,125) = 18,5 \text{ (м)};$$

- наружных несущих стен:

$$l = 4 \cdot (10,0 - 0,25) = 39 \text{ (м)};$$

$$P = 100 \cdot 2582 + 39 \cdot 2837 + 18,5 \cdot 2640 = 417683 \text{ (кг)};$$

Размер фундаментной плиты на 300мм больше длины наружных стен с каждой стороны, следовательно ее размеры составляют 10,6м x 10,6м.

$$P_0 = 417683 / (10,6 \cdot 10,6) = 3717,4 \text{ (кг/м}^2\text{)} = 0,37 \text{ (кг/см}^2\text{)};$$

-при внесении изменений в предложенные конструкции здания и габариты, сбор нагрузок - расчет плиты необходимо выполнить заново;

-при изменении длины пролетов между несущими стенами, их количества - расчет плиты необходимо выполнить заново;

-при изменении конструктивной схемы (стен на колонны) – расчет плиты необходимо выполнить заново.





## РАСЧЕТ ФУНДАМЕНТНОЙ ПЛИТЫ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ АРМАТУРЫ КЛАССА АIII ПРИ ТОЛЩИНЕ ФУНДАМЕНТНОЙ ПЛИТЫ 300(ММ)

- Толщину фундаментной плиты назначаем – 300 мм исходя из условия обеспечения толщины защитного слоя (а- расстояние от поверхности арматуры до соответствующей грани конструкций) стальной арматуры не менее 40 мм при наличии бетонной подготовки, и 70мм – без подготовки; (а принимаем  $a=50+20/2=60$  мм). Рабочая высота сечения:

$$h_0 = h - a = 300 - 60 = 240 \text{ (мм);}$$

- Расчетное сопротивление растяжению арматуры класса АIII:

$$R_s = 3750 \text{ (кг/см}^2\text{)}$$

- Расчет плиты производим как многопролетной балки без защемления концов с учетом давления под фундаментной плитой 3.72 тн/м, которое и будет нагрузкой на плиту, а стены – опорами.

- Максимальный пролетный момент между стенами:  $M_{np}^{max} = 6,5 \text{ тн} \cdot \text{м}$

- Максимальный опорный момент над средней стеной  $M_{on}^{max} = -11,6 \text{ тн} \cdot \text{м}$

*Подбор сечения арматуры в верхней зоне под стенами (перпендикулярно стенам).*

Определяем коэффициент  $\alpha_m$  при  $b=1$ (м):

$$\alpha_m = \frac{M_1 \cdot \gamma_n}{\gamma_{b2} \cdot R_b \cdot b \cdot h_0^2} = \frac{1160000 \cdot 0,95}{100 \cdot 24^2 \cdot 148 \cdot 1} = 0,12 \Rightarrow \xi = 0,935$$

Площадь сечения арматуры класса АIII:

$$A_s = \frac{M_{on}^{max} \cdot \gamma_n}{\xi \cdot R_s \cdot h_0} = \frac{1160000 \cdot 0,95}{0,935 \cdot 3750 \cdot 24} = 13,1 \text{ (см}^2\text{)}$$

Принимаем основную сетку в верхней зоне армирования из стержней арматуры Ø12 А-III с шагом 200 ( $A_s=6.79\text{см}^2$ );

Дополнительно вводим арматуру Ø12 А-III с шагом 200 перпендикулярно несущим стенам. Итого расчетная площадь арматуры:

$13.58 \text{ (см}^2\text{)} > 13.1 \text{ (см}^2\text{)}$ , следовательно условие выполнено.



Подбор сечения арматуры в нижней зоне в пролетах (между стенами):

Определяем коэффициент  $\alpha_m$  при  $b=1(\text{м})$ :

$$\alpha_m = \frac{M_1 \cdot \gamma_n}{\gamma_{b2} \cdot R_b \cdot b \cdot h_0^2} = \frac{650000 \cdot 0,95}{100 \cdot 24^2 \cdot 148 \cdot 1} = 0,07 \Rightarrow \xi = 0,963.$$

Площадь сечения арматуры класса АIII:

$$A_s = \frac{M_{on}^{max} \cdot \gamma_n}{\xi \cdot R_s \cdot h_0} = \frac{650000 \cdot 0,9}{0,963 \cdot 3750 \cdot 24} = 6,74 \text{ (см}^2\text{)}.$$

Принимаем основную сетку в верхней зоне армирования из стержней арматуры Ø12 А-III с шагом 200 ( $A_s=6.79 \text{ см}^2$ );

Итого расчетная площадь арматуры:

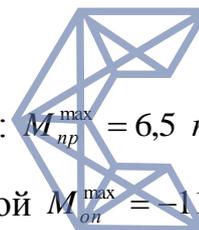
$6.79 \text{ (см}^2\text{)} > 6,74 \text{ (см}^2\text{)}$ , следовательно условие выполнено.

РАСЧЕТ ФУНДАМЕНТНОЙ ПЛИТЫ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ АКП «СТРОИТЕЛЬНЫЕ ИННОВАЦИИ» ПРИ ТОЛЩИНЕ ФУНДАМЕНТНОЙ ПЛИТЫ 300(ММ)

- Толщину фундаментной плиты назначаем аналогичную  $h=300 \text{ мм}$ ;
- Расчетное сопротивление растяжению стеклопластиковой арматуры  $R_s$  (АКП «СТРОИТЕЛЬНЫЕ ИННОВАЦИИ»)  $= 13000/1.2 = 10833 \text{ (кг/см}^2\text{)}$ ;
- Рабочая высота сечения  $h_0 = h - a = 300 - 27 = 273 \text{ (мм)}$ , где  
 $a$  – расстояние от равнодействующей усилий в арматуре до наружной грани сечения, т.к. защитный слой с использованием АКП может быть уменьшен:

$$a = 20 + 14/2 = 27 \text{ (мм)}.$$

- Нагрузки принимаем те же –  $3.72 \text{ (т/м}^2\text{)}$ ;
- Максимальный пролетный момент между стенами:  $M_{пр}^{max} = 6,5 \text{ тн} \cdot \text{м}$
- Максимальный опорный момент над средней стеной  $M_{оп}^{max} = -11,6 \text{ тн} \cdot \text{м}$





*Подбор сечения арматуры в верхней зоне под стенами (перпендикулярно стенам).*

Определяем коэффициент  $\alpha_m$  при  $b=1$ (м):

$$\alpha_m = \frac{M_1 \cdot \gamma_n}{\gamma_{b2} \cdot R_b \cdot b \cdot h_0^2} = \frac{650000 \cdot 0,95}{100 \cdot 27,3^2 \cdot 148 \cdot 1} = 0,056 \Rightarrow \xi = 0,97$$

Площадь сечения арматуры класса АIII:

$$A_s = \frac{M_{on}^{max} \cdot \gamma_n}{\xi \cdot R_s \cdot h_0} = \frac{650000 \cdot 0,9}{0,97 \cdot 10833 \cdot 27,3} = 2,0 \text{ (см}^2\text{)}$$

Принимаем основную сетку в верхней зоне армирования из Ø8 АКП «СТРОИТЕЛЬНЫЕ ИННОВАЦИИ» с шагом 200 ( $A_s=3,01 \text{ см}^2$ );

$3,01 \text{ (см}^2\text{)} > 2,0 \text{ (см}^2\text{)}$ , следовательно условие выполнено.

*Подбор сечения арматуры в нижней зоне в пролетах (между стенами):*

Определяем коэффициент  $\alpha_m$  при  $b=1$ (м):

$$\alpha_m = \frac{M_1 \cdot \gamma_n}{\gamma_{b2} \cdot R_b \cdot b \cdot h_0^2} = \frac{1160000 \cdot 0,95}{100 \cdot (27,3)^2 \cdot 148 \cdot 1} = 0,1 \Rightarrow \xi = 0,945$$

Площадь сечения арматуры:

$$A_s = \frac{M_{on}^{max} \cdot \gamma_n}{\xi \cdot R_s \cdot h_0} = \frac{1160000 \cdot 0,95}{0,945 \cdot 10833 \cdot 27,3} = 3,94 \text{ (см}^2\text{)}$$

Принимаем основную сетку в верхней зоне армирования из Ø8 АКП «СТРОИТЕЛЬНЫЕ ИННОВАЦИИ» с шагом 200 ( $A_s=3,01 \text{ см}^2$ );

Дополнительно вводим арматуру Ø10 АКП «СТРОИТЕЛЬНЫЕ ИННОВАЦИИ» с шагом 200 перпендикулярно несущим стенам. Итого расчетная площадь арматуры:

$6,02 \text{ (см}^2\text{)} > 3,94 \text{ (см}^2\text{)}$ , следовательно условие выполнено.



Выводы:

- Для выбранного 2-х этажного здания, в фундаментной плите толщиной 300 (мм) принята арматура Ø12 А-III с шагом 200 в обоих направлениях в верхней и нижней зонах с местным усилением под стенами в верхней зоне.

- При той же толщине плиты возможно применение стеклопластиковой арматуры «СТРОИТЕЛЬНЫЕ ИННОВАЦИИ» Ø8.

- Цена металлической арматуры за 1т принята 44000 р/т (m=0,888кг в 1м Ø10).

Таблица 2 – Сравнение стоимости арматуры

№	Тип арматуры	Диаметр	Кол-во п.м.	Стоимость за 1 п.м. арм. руб.	Стоимость за все, руб.
1	А-III	12	3664	39,2	143430,6
2	АКП «АНП»	8	3664	16,0	58624

- Затраты на стеклопластиковую арматуру при одинаковой толщине фундаментной плиты более чем в 2,4 раза меньше, чем на стальную.

- В связи с тем, что коррозионная стойкость стеклопластиковой арматуры несравнимо выше стальной, может быть уменьшена величина защитного слоя бетона и, соответственно, толщина плиты.

- При внесении изменений в предложенные конструкции здания и габариты, сбор нагрузок необходимо выполнить заново вместе с расчетом фундаментной плиты.

- При изменении пролетов между несущими стенами расчет плиты также выполняется заново;

- При выборе в качестве несущих конструкций – колонн (вместо стен), фундаментную плиту необходимо дополнительно проверить на продавливание в местах их опирания и выполнить более точные расчеты;

- Обращаем внимание, что все расчеты должны проводить сертифицированные специалисты компании «СТРОИТЕЛЬНЫЕ ИННОВАЦИИ».



## 2 Ленточный фундамент

Очень часто используемый вид фундамента для частного строительства. Ленточный фундамент представляет собой железобетонную полосу фиксированной высоты и ширины, расположенную по периметру всего здания. Такой фундамент хорошо подойдет для домов с тяжелыми стенами (бетон, кирпич) и перекрытиями. Если в доме будет гараж или подвал, то данный тип фундамента прекрасно для этого подойдет.



Рисунок 5 – Опалубка и армирование ленточного фундамента АКП «СТРОИТЕЛЬНЫЕ ИННОВАЦИИ»

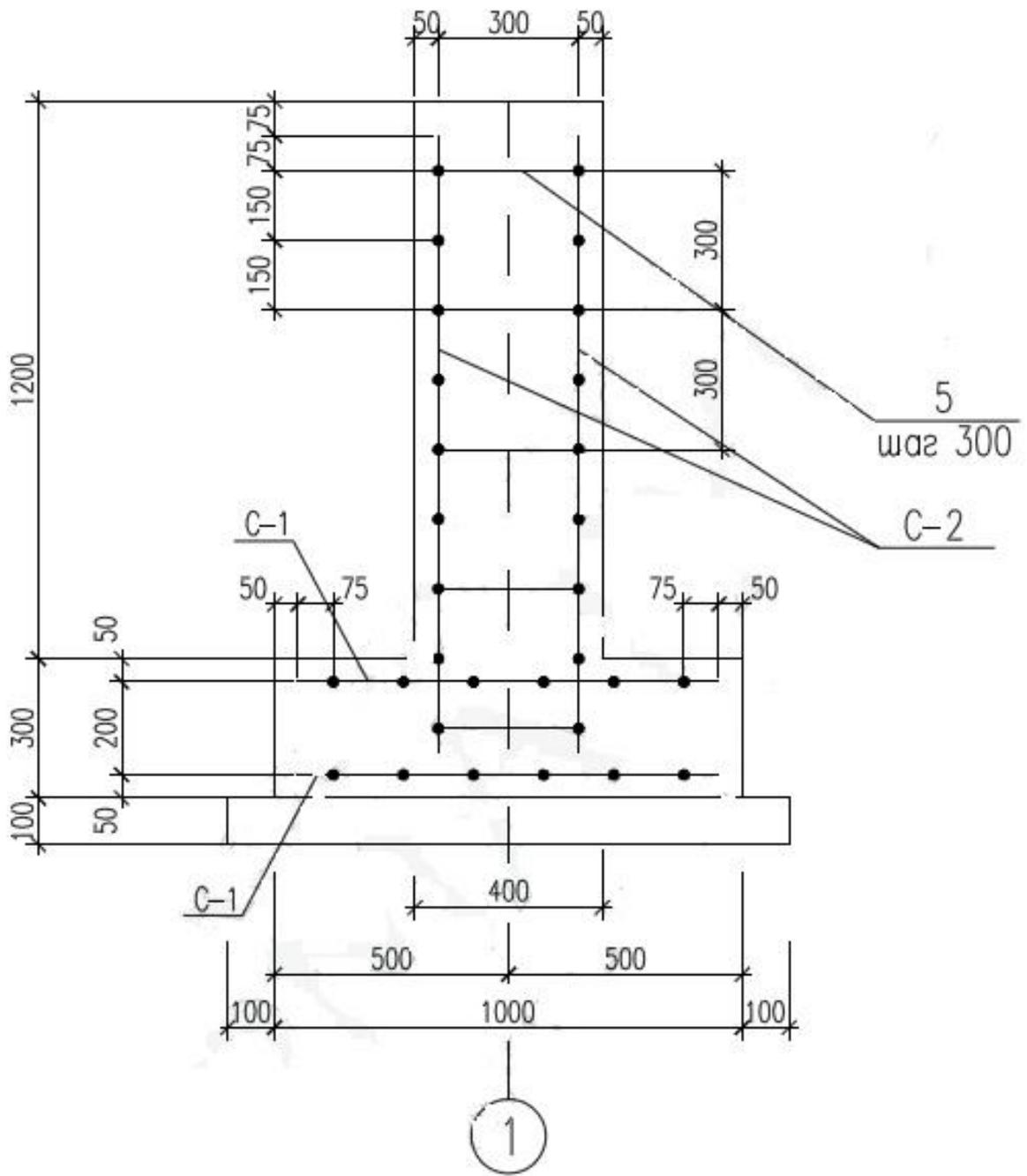
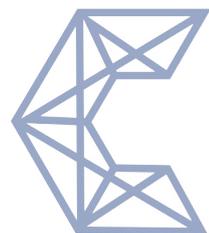


Рисунок 6 – Схема армирования ленточного фундамента





## Рекомендации по проектированию ленточных фундаментов, армированных АКП «СТРОИТЕЛЬНЫЕ ИННОВАЦИИ».

При разработке рабочих чертежей на конструкции фундаментов, предварительный расчет замены стальной арматуры на полимеркомпозитную рекомендуется выполнять в соответствии с методикой, представленной в [1, 5], где расчетное сопротивление АКП определяется по формуле:

$$R_{af} = R_a^H \cdot m_{ai} / K_a, \text{ где}$$

$K_a$  – коэффициент безопасности по арматуре;

$R_a^H$  - нормативное сопротивление арматуры, принимаемое как наименьшее контролируемое значение временного сопротивления разрыву по результатам испытаний;

$m_{ai}$  - коэффициенты условий работы, принимаемый в соответствии с табл. 3 [5].

Выполненный подбор армирования АКП для конструкции фундаментов (с сохранением первоначального их количества и расположения) привел к снижению диаметра рабочих стержней в следующем порядке:

Таблица 3 – Равнопрочная замена стержней

№ п/п	Диаметр стального стержня, мм	Диаметр стержня АКП, мм
1	Ø 8, А - 400	Ø 6 АКС
2	Ø 10, А - 400	Ø 8 АКС
3	Ø 12, А - 400	Ø 10 АКС
4	Ø 14, А - 400	Ø 12 АКС
5	Ø 16, А - 400	Ø 14 АКС

Данная методика подтверждена испытаниями для расчета равнопрочной замены стальной арматуры на АКП.

При возведении ленточных фундаментов, учитывая повышенную гибкость арматурных каркасов из АКП, рекомендованы модифицированные составы бетонных смесей, обладающие повышенной подвижностью и удобоукладываемостью при сохранении проектной марки по прочности. Это необходимо, чтобы в результате бетонирования не произошло смещений, повреждений и прочих не-проектных деформаций арматурных каркасов.



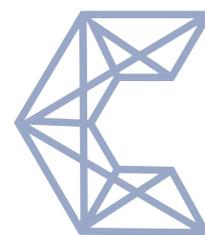
При разработке рабочих чертежей на конструкции фундаментов, необходимо учесть то, что соединение стержней в сетки выполняется вязкой, проволокой  $\varnothing$  1.2 - 1.6 мм. Закладные детали, закрепляемые в соответствии с первоначальным проектом на сварке, также закрепляются к арматурным каркасам вязальной проволокой. Для фиксации сеток в опалубочной форме необходимо предусмотреть дополнительные каркасы, устанавливаемые горизонтально на расстоянии 1.5-2.0м и выполняемые из стальной арматуры диаметром 4 - 6 мм.

### 3 Свайный фундамент

Свайный фундамент предназначен для строительства на неустойчивых грунтах. Прекрасно подходит как для крупногабаритного так и для частного строительства. Свайный фундамент состоит из свай — столбов (железобетонных, деревянных и других) с заостренным концом. Каждая из свай может нести на себе нагрузку свыше 3 тонн. Верхние части свай соединяются ростверками, образуя опорное основание сооружения.

По способу заглубления в грунт различают следующие виды свай:

- забивные;
- сваи-оболочки;
- набивные;
- буровые;
- винтовые.



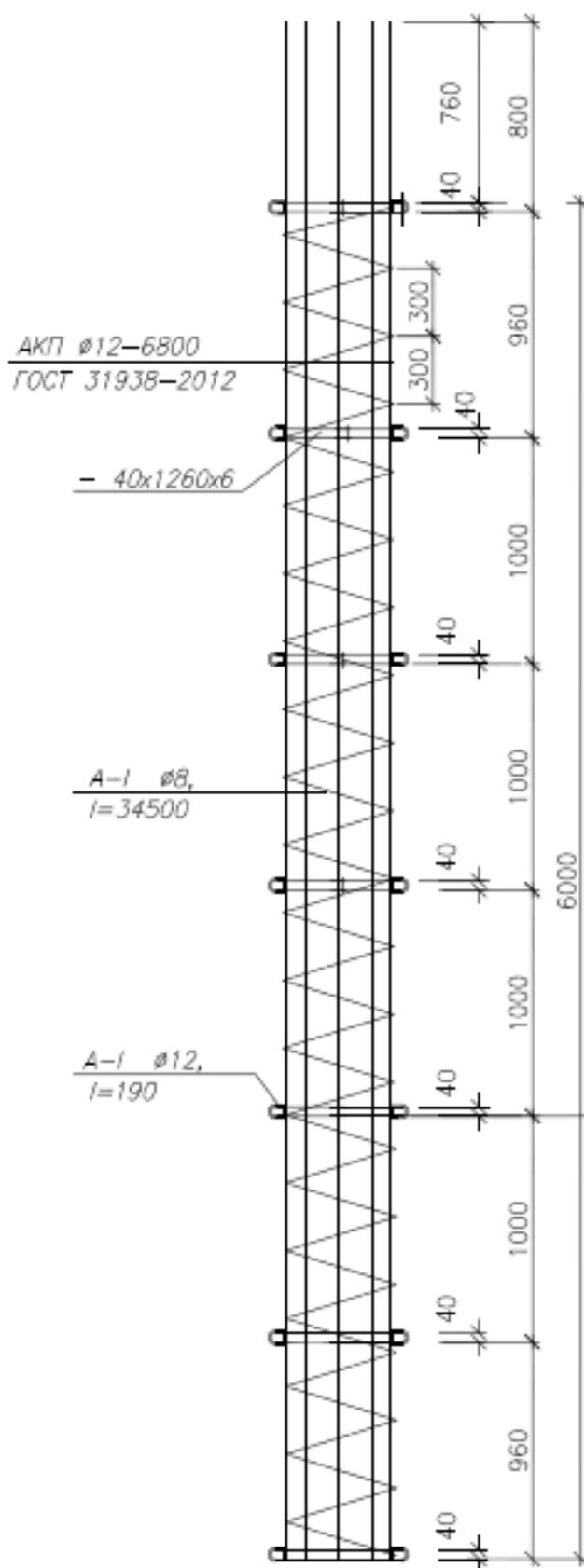


Рисунок 7 – Схема армирования буронабивной сваи



## Рекомендации по проектированию свайных фундаментов, армированных АКП «СТРОИТЕЛЬНЫЕ ИННОВАЦИИ».

При разработке рабочих чертежей на конструкции фундаментов, предварительный расчет замены стальной арматуры на полимеркомпозитную рекомендуется выполнять в соответствии с методикой, представленной в [1, 5], где расчетное сопротивление АКП определяется по формуле:

$$R_{af} = R_a^H \cdot m_{ai} / K_a, \text{ где}$$

$K_a$  – коэффициент безопасности по арматуре;

$R_a^H$  - нормативное сопротивление арматуры, принимаемое как наименьшее контролируемое значение временного сопротивления разрыву по результатам испытаний;

$m_{ai}$  - коэффициенты условий работы, принимаемый в соответствии с табл. 3 [5].

Выполненный подбор армирования АКП для конструкции фундаментов (с сохранением первоначального их количества и расположения) привел к снижению диаметра рабочих стержней в следующем порядке:

Таблица 4 – Равнопрочная замена стержней

№ п/п	Диаметр стального стержня, мм	Диаметр стержня АКП, мм
1	Ø 8, А - 400	Ø 6 АКС
2	Ø 10, А - 400	Ø 8 АКС
3	Ø 12, А - 400	Ø 10 АКС
4	Ø 14, А - 400	Ø 12 АКС
5	Ø 16, А - 400	Ø 14 АКС

Данная методика подтверждена испытаниями для расчета равнопрочной замены стальной арматуры на АКП.

При возведении свайных фундаментов, учитывая повышенную гибкость арматурных каркасов из АКП, рекомендованы модифицированные составы бетонных смесей, обладающие повышенной подвижностью и удобоукладываемостью при сохранении проектной марки по прочности. Это необходимо, чтобы в результате бетонирования не произошло смещений, повреждений и прочих не-проектных деформаций арматурных каркасов.

При разработке рабочих чертежей на конструкции фундаментов, необходимо учесть то, что соединение стержней в сетке выполняется вязкой, проволокой  $\varnothing 1.2 - 1.6$  мм. Закладные детали, закрепляемые в соответствии с первоначальным проектом на сварке, также закрепляются к арматурным каркасам вязальной проволокой.

#### 4 Плитно-свайный фундамент (комбинированный)

Фундамент, включающий сваи, железобетонную плиту или ростверк и демпфирующие прокладки над оголовками свай, в котором в работу под нагрузками от зданий и сооружений вовлекается сначала железобетонная плита или ростверк, а после сжатия демпфирующих прокладок – сваи.

Демпфирующие прокладки выполнены из однородного по сжимаемости материала - экструдированного пенополистирола.



Рисунок 8 – Армирование и бетонирование комбинированного фундамента



## Рекомендации по проектированию комбинированных фундаментов, армированных АКП «СТРОИТЕЛЬНЫЕ ИННОВАЦИИ».

При разработке рабочих чертежей на конструкции фундаментов, предварительный расчет замены стальной арматуры на полимеркомпозитную рекомендуется выполнять в соответствии с методикой, представленной в [1, 5], где расчетное сопротивление АКП определяется по формуле:

$$R_{af} = R_a^H \cdot m_{ai} / K_a, \text{ где}$$

$K_a$  – коэффициент безопасности по арматуре;

$R_a^H$  – нормативное сопротивление арматуры, принимаемое как наименьшее контролируемое значение временного сопротивления разрыву по результатам испытаний;

$m_{ai}$  – коэффициенты условий работы, принимаемый в соответствии с табл. 3 [5].

Выполненный подбор армирования АКП для конструкции фундаментов (с сохранением первоначального их количества и расположения) привел к снижению диаметра рабочих стержней в следующем порядке:

Таблица 5 – Равнопрочная замена стержней

№ п/п	Диаметр стального стержня, мм	Диаметр стержня АКП, мм
1	Ø 8, А - 400	Ø 6 АКС
2	Ø 10, А - 400	Ø 8 АКС
3	Ø 12, А - 400	Ø 10 АКС
4	Ø 14, А - 400	Ø 12 АКС
5	Ø 16, А - 400	Ø 14 АКС

Данная методика подтверждена испытаниями для расчета равнопрочной замены стальной арматуры на АКП.

При возведении комбинированных фундаментов, учитывая повышенную гибкость арматурных каркасов из АКП, рекомендованы модифицированные составы бетонных смесей, обладающие повышенной подвижностью и удобоукладываемостью при сохранении проектной марки по прочности. Это необходимо, чтобы в результате бетонирования не произошло смещений, повреждений и прочих непроектных деформаций арматурных каркасов.





При разработке рабочих чертежей на конструкции фундаментов, необходимо учесть то, что соединение стержней в сетке выполняется вязкой, проволокой Ø 1.2 - 1.6 мм. Закладные детали, закрепляемые в соответствии с первоначальным проектом на сварке, также закрепляются к арматурным каркасам вязальной проволокой.

## **II Производство бетонных армированных изделий (аналогов железобетонных изделий).**

### 1 Дорожное строительство.

#### 1.1 Дорожные плиты:

Плиты применяют для дорог в районах с расчетной температурой наружного воздуха (средней наиболее холодной пятидневки района строительства по СНиП 2.01.01) до минус 40 °С включ.

При применении плит в климатическом подрайоне IVA должны учитываться дополнительные требования СНиП 2.03.01 к конструкциям, предназначенным для эксплуатации в этом районе.

Допускается применение данных плит для дорог в районах с расчетной температурой наружного воздуха ниже минус 40 °С при соблюдении требований, предъявляемых СНиП 2.03.01 к конструкциям, предназначенным для эксплуатации в этих условиях.

Плиты с ненапрягаемой арматурой, изготавливаемые из тяжелого бетона и предназначенные для устройства сборочных покрытий постоянных и временных городских дорог под автомобильную нагрузку Н-30 и Н-10.

Плита дорожная 1П 30.18-30 - выдерживает постоянную нагрузку 30 тн, изготовлена из бетона марки М 400, имеет повышенную износостойчивость.

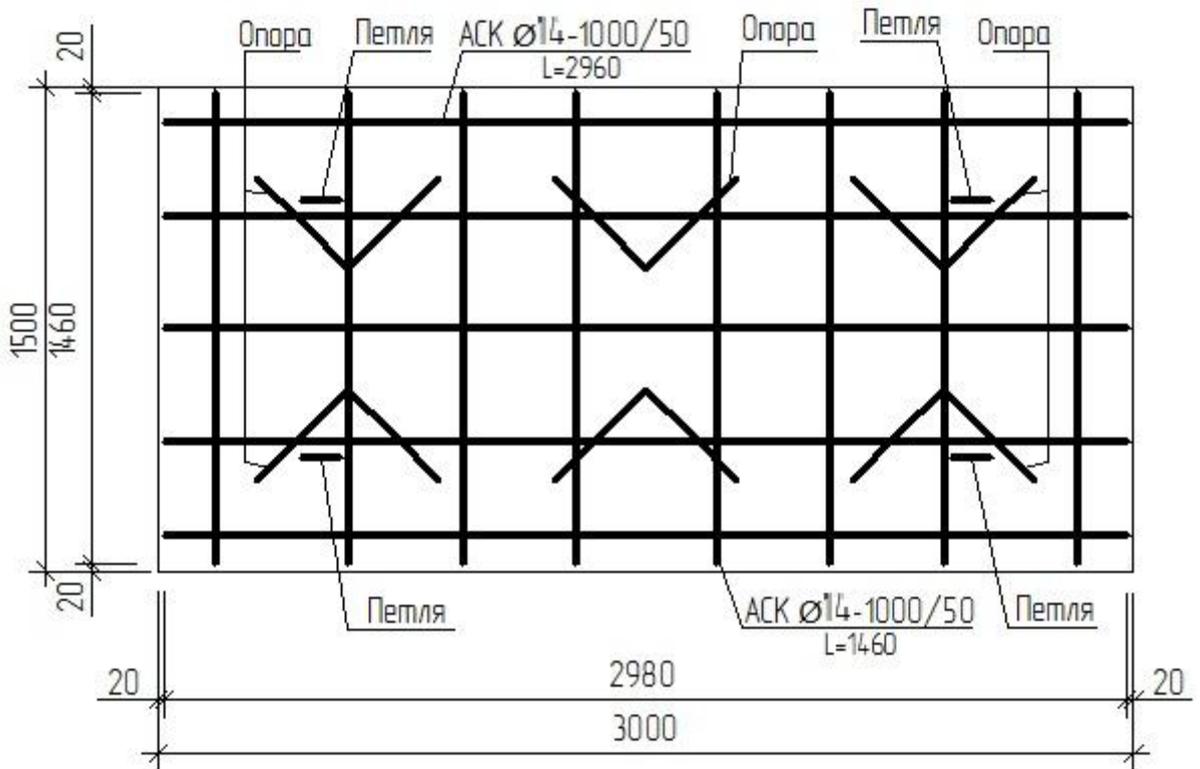


Рисунок 9 – Армирование дорожной плиты 1П30-18-30 ГОСТ 21924.0-84;

Плита дорожная 2П 30.18-30 - выдерживает временную нагрузку 30 тн, изготавливается из бетона марки М 300, менее износостойчивая.

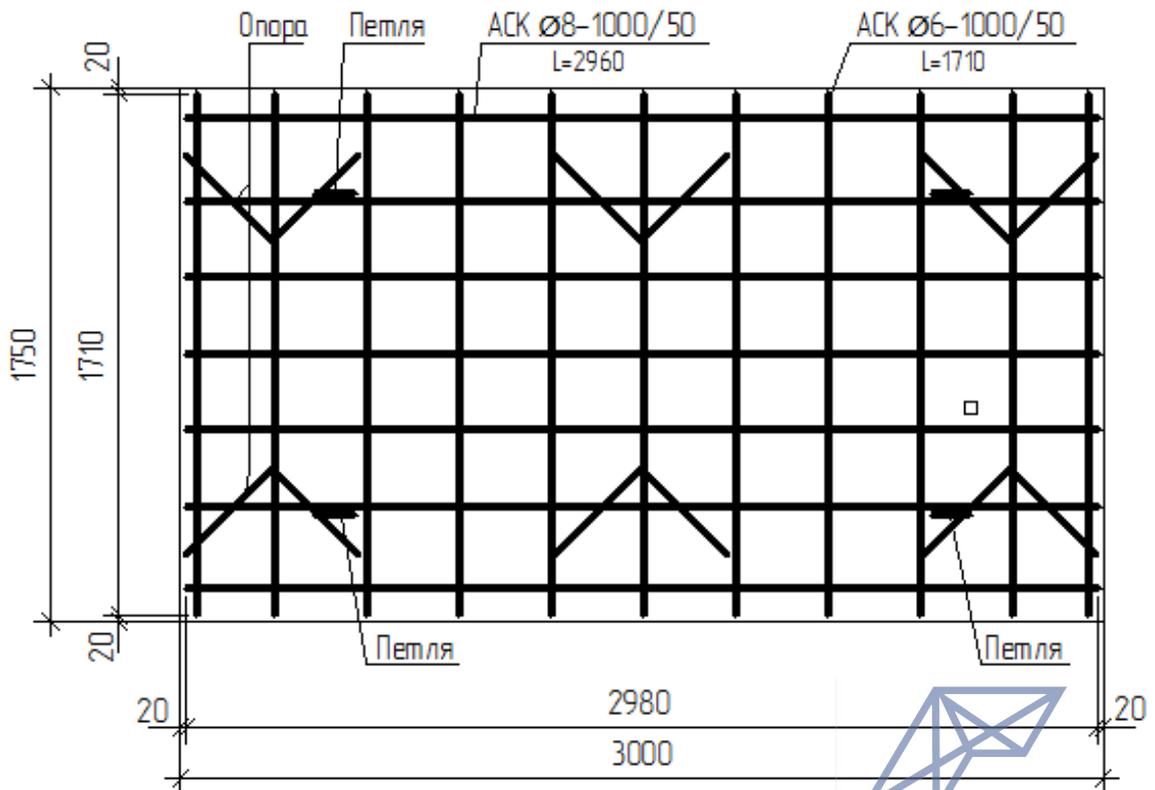


Рисунок 10 – Армирование дорожной плиты 2П30-18-30 ГОСТ 21924.0-84;





Плита дорожная ПД 30-15-18.

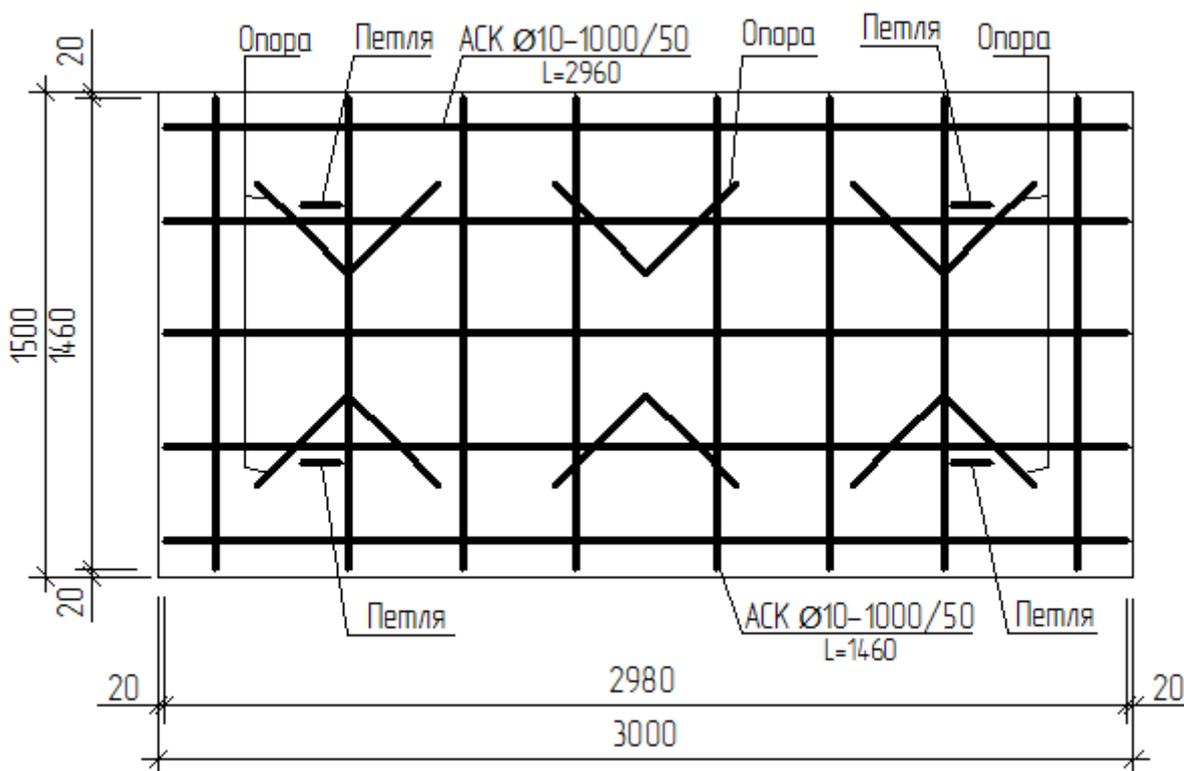


Рисунок 11 – Армирование дорожной плиты ПД 30-15-18;

Для дорожных плит прошедших испытания на нагружением, замену рабочей стальной арматуры на ПКА допускается выполнять по принципу равнопрочности при растяжении без изменения существующей схемы армирования и геометрических параметрах изделий. При этом, учитывая высокую коррозионную стойкость арматуры, рекомендуется уменьшить величину защитного слоя бетона для всех изделий до минимума – 20 мм, что позволит увеличить несущую способность изделий. Кроме того, для лучшей фиксации сеток в опалубочной форме рекомендуется увеличить длину продольных и поперечных стержней до величины  $(l-5)$  мм. Где  $l$ - размер опалубочной формы.

При разработке рабочих чертежей на изделия, необходимо учесть то, что соединение стержней в сетки выполняется вязкой проволокой  $\text{Ø} 1.2 - 1.6$  мм. Закладные детали, закрепляемые в соответствии с первоначальным проектом на сварке, также закрепляются к арматурным каркасам вязальной проволокой. Для фиксации верхней сетки в опалубочной форме необходимо предусмотреть дополнительные каркасы, устанавливаемые вертикально на



расстоянии 1.5-2.0м и выполняемые из стальной арматуры диаметром 4 - 6 мм.

### Рекомендации по проектированию дорожных плит, армированных АКП «СТРОИТЕЛЬНЫЕ ИННОВАЦИИ».

При разработке рабочих чертежей на дорожные плиты, предварительный расчет замены стальной арматуры на полимеркомпозитную рекомендуется выполнять в соответствии с методикой, представленной в [1, 5], где расчетное сопротивление АКП определяется по формуле:

$$R_{af} = R_a^H \cdot m_{ai} / K_a, \text{ где}$$

$K_a$  – коэффициент безопасности по арматуре;

$R_a^H$  - нормативное сопротивление арматуры, принимаемое как наименьшее контролируемое значение временного сопротивления разрыву по результатам испытаний;

$m_{ai}$  - коэффициенты условий работы, принимаемый в соответствии с табл. 3 [5].

Выполненный подбор армирования АКП для дорожных плит (с сохранением первоначального их количества и расположения) привел к снижению диаметра рабочих стержней в следующем порядке:

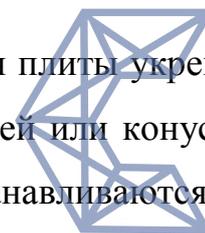
Таблица 6 – Равнопрочная замена стержней

№ п/п	Диаметр стального стержня, мм	Диаметр стержня АКП, мм
1	Ø 8, А - 400	Ø 6 АКС
2	Ø 10, А - 400	Ø 8 АКС
3	Ø 12, А - 400	Ø 10 АКС
4	Ø 14, А - 400	Ø 12 АКС
5	Ø 16, А - 400	Ø 14 АКС

Данная методика подтверждена испытаниями для расчета равнопрочной замены стальной арматуры на АКП.

#### 1.2 Плиты для укрепления откосов:

В дорожном строительстве широко применяются плиты укрепления откосов (П-1, ПЖБ-20). Ими фиксируются скаты насыпей или конусы мостов. Плиты укрепления откосов при расчете паводка устанавливаются выше отметки подтопления. Также плиты устанавливаются на входных руслах и от-





косах насыпи железобетонных водопропускных труб. Дренажные трубы получили широкое в сфере строительства магистральных трубопроводов, автомобильных развязок, мостов и набережных.

Плиты укрепления откосов укладываются на бетонный раствор, толщиной, примерно, 2-3 см.

Конструкция плит укрепления откосов предусматривает арматурный каркас, который используется при монтаже для связки плит карты между собой.

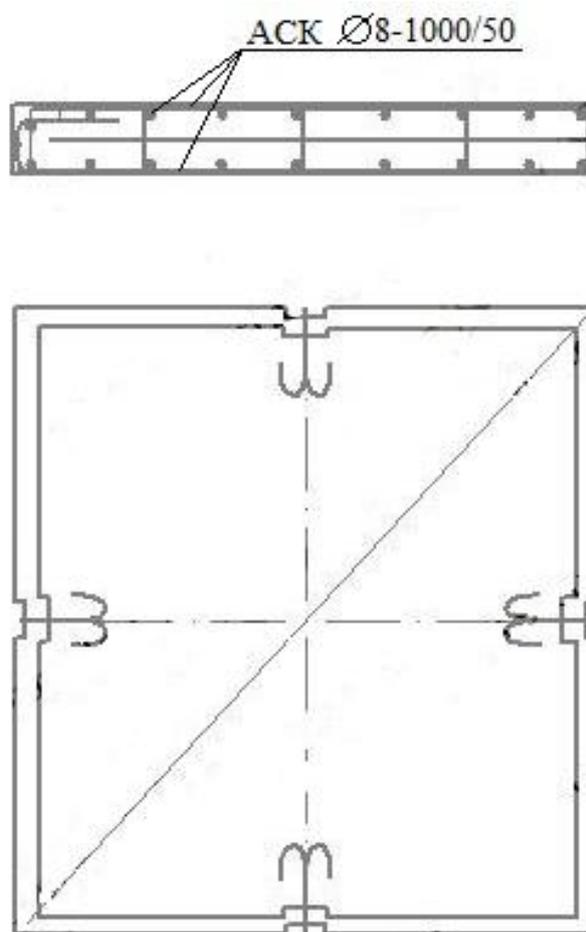


Рисунок 12 – Плита для укрепления откосов ПЖБ 3-20;

На базе предприятия ЗАО «КУЛОНСТРОЙ» г.Казань были проведены испытания прототипных образцов, протокол испытаний см. Приложение А.

**Рекомендации по проектированию плит, армированных АКП «СТРОИТЕЛЬНЫЕ ИННОВАЦИИ».**



При разработке рабочих чертежей на плиты, предварительный расчет замены стальной арматуры на полимеркомпозитную рекомендуется выполнять в соответствии с методикой, представленной в [1, 5], где расчетное сопротивление АКП определяется по формуле:

$$R_{af} = R_a^H \cdot m_{ai} / K_a, \text{ где}$$

$K_a$  – коэффициент безопасности по арматуре;

$R_a^H$  - нормативное сопротивление арматуры, принимаемое как наименьшее контролируемое значение временного сопротивления разрыву по результатам испытаний;

$m_{ai}$  - коэффициенты условий работы, принимаемый в соответствии с табл. 3 [5].

Выполненный подбор армирования АКП для плит (с сохранением первоначального их количества и расположения) привел к снижению диаметра рабочих стержней в следующем порядке:

Таблица 7 – Равнопрочная замена стержней

№ п/п	Диаметр стального стержня, мм	Диаметр стержня АКП, мм
1	Ø 8, А - 400	Ø 6 АКС
2	Ø 10, А - 400	Ø 8 АКС
3	Ø 12, А - 400	Ø 10 АКС
4	Ø 14, А - 400	Ø 12 АКС
5	Ø 16, А - 400	Ø 14 АКС

Данная методика подтверждена испытаниями для расчета равнопрочной замены стальной арматуры на АКП.

### 1.3 Лотки, желоба

Железобетонные лотки применяются для дорожного водоотвода, теплотрассы, дренажной системы и создание тоннелей и каналов.

Кроме того железобетонные лотки используют для строительства многоэтажных и частных домов, автомобильных парковок. Лотки бетонные небольших размеров служат преимущественно для устройства сточных канав и отвода воды от тротуаров и городских улиц. Намного облегчилась прокладка подземного кабеля и герметичного «теплого» канала для трубопровода с появлением лотков из железобетона.





Лоток является бетонной армированной скобой, изготавливаемой методом вибропрессования или вибролитья из тяжелых марок бетона, обеспечивающих максимальный период службы изделий. Армирование бетонных лотков может производиться как арматурной сталью классов А-I, А-III так и стержнями АКП, вязка осуществляется проволокой Вр-1.

отки для линейного водоотвода - применяются для устройства водоотводного канала;

Основные виды железобетонных лотков:

- Прикромочные водосборные железобетонные лотки - нужны для отвода поверхностных стоков проезжей части;
- Телескопические лотки - предназначены для водоотведения в дорожно-мостовых строениях и при благоустройстве придорожных территорий, а так же для отвода ливневых вод в дорожном и гражданском строительстве;
- Дренажные лотки - из армированного бетона используются для отвода сточных вод;
- Лотки теплотрасс - основа защитных каналов для теплотрасс;
- Лотки межпутные - специально разработанные ЖБИ для дренажа железных дорог;
- Кабельные лотки - узкие лотки применяемые для прокладки кабелей и т.п.

**Рекомендации по проектированию лотков и желобов, армированных АКП «СТРОИТЕЛЬНЫЕ ИННОВАЦИИ».**

При разработке рабочих чертежей лотков и желобов, предварительный расчет замены стальной арматуры на полимеркомпозитную рекомендуется выполнять в соответствии с методикой, представленной в [1, 5], где расчетное сопротивление АКП определяется по формуле:

$$R_{af} = R_a^H \cdot m_{ai} / K_a, \text{ где}$$

$K_a$  – коэффициент безопасности по арматуре;



$R_a^n$  - нормативное сопротивление арматуры, принимаемое как наименьшее контролируемое значение временного сопротивления разрыву по результатам испытаний;

$m_{ai}$  - коэффициенты условий работы, принимаемый в соответствии с табл. 3 [5].

Выполненный подбор армирования АКП для лотков и желобов (с сохранением первоначального их количества и расположения) привел к снижению диаметра рабочих стержней в следующем порядке:

Таблица 8 – Равнопрочная замена стержней

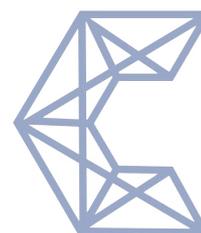
№ п/п	Диаметр стального стержня, мм	Диаметр стержня АКП, мм
1	Ø 8, А - 400	Ø 6 АКС
2	Ø 10, А - 400	Ø 8 АКС
3	Ø 12, А - 400	Ø 10 АКС
4	Ø 14, А - 400	Ø 12 АКС
5	Ø 16, А - 400	Ø 14 АКС

Данная методика подтверждена испытаниями для расчета равнопрочной замены стальной арматуры на АКП.

2 Продукция для нужд нефтедобывающей отрасли.

2.1 Плиты под цепные приводы

Характер работы всех изделий одинаков – восприятие равномерно распределенных по длине (или ширине) плит нагрузок при работе на упругом основании – уплотненном грунте.



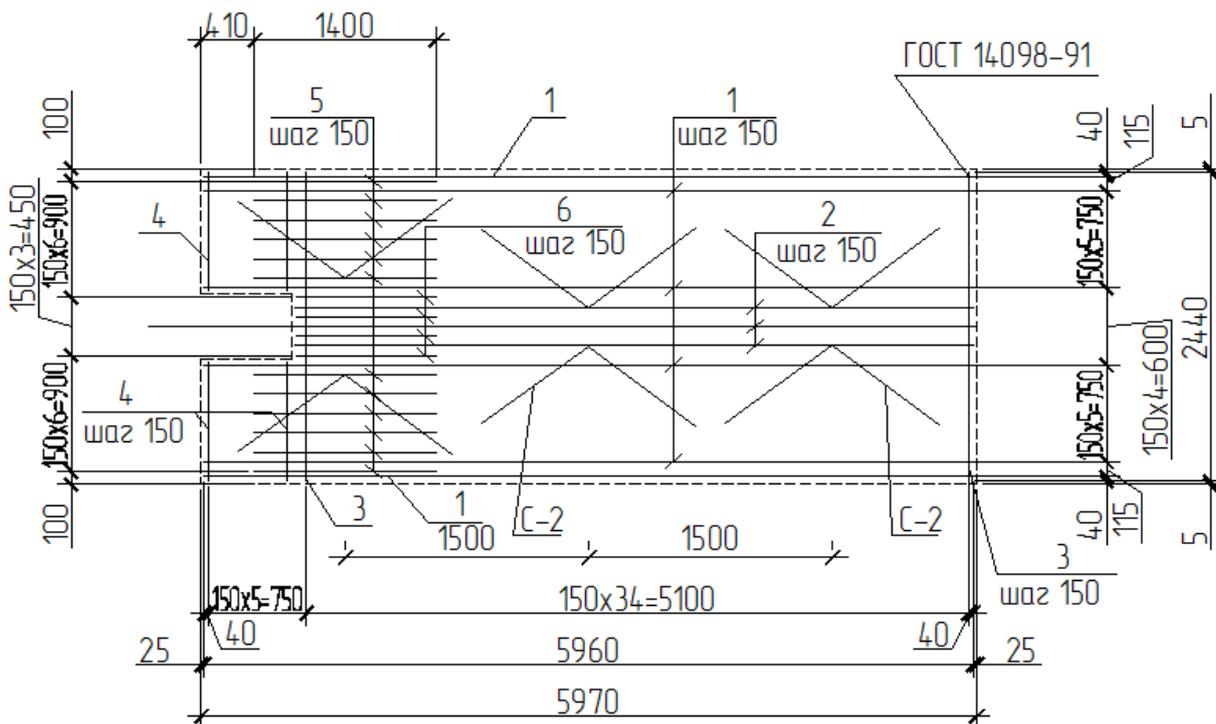


Рисунок 13 – Армирование плиты под цепной привод ПЦ - 80;

Таблица 10 – Групповая спецификация плиты под цепной привод ПЦ-80

Марка	Поз. дет.	Наименование	Кол.	Масса, 1 дет. кг.	Масса изделия, кг.
С-1	1	АСК Ø20-1000/50, L=5920мм	14	13,26	34,1
	2	АСК Ø20-1000/50, L=5220 мм	3	2,51	
	3	АСК Ø20-1000/50, L=2400 мм	35	13,44	
	4	АСК Ø20-1000/50, L=925 мм	10	1,48	
	5	АСК Ø20-1000/50, L=1400 мм	12	2,69	
	6	АСК Ø20-1000/50, L=1080 мм	4	0,69	
С-2	7	Ø6А-240, L=250 мм	36	0,1	14
	8	Ø6А-240, L=1560 мм	12	0,4	
П-1		Ø18А-I, L=970 мм	1	1,94	1,94
П-2		Ø24А-I, L=930 мм	1	3,3	3,3

**Рекомендации по проектированию плит под цепные приводы, армированных АКП «СТРОИТЕЛЬНЫЕ ИННОВАЦИИ».**

При разработке рабочих чертежей на плиты, предварительный расчет замены стальной арматуры на полимеркомпозитную рекомендуется выполнять в соответствии с методикой, представленной в [1, 5], где расчетное сопротивление АКП определяется по формуле:



$$R_{af} = R_a^H \cdot m_{ai} / K_a, \text{ где}$$

$K_a$  – коэффициент безопасности по арматуре;

$R_a^H$  - нормативное сопротивление арматуры, принимаемое как наименьшее контролируемое значение временного сопротивления разрыву по результатам испытаний;

$m_{ai}$  - коэффициенты условий работы, принимаемый в соответствии с табл. 3 [5].

Выполненный подбор армирования АКП для плит под цепные приводы (с сохранением первоначального их количества и расположения) привел к снижению диаметра рабочих стержней в следующем порядке:

Таблица 11 – Равнопрочная замена стержней

№ п/п	Диаметр стального стержня, мм	Диаметр стержня АКП, мм
1	Ø 8, А - 400	Ø 6 АКС
2	Ø 10, А - 400	Ø 8 АКС
3	Ø 12, А - 400	Ø 10 АКС
4	Ø 14, А - 400	Ø 12 АКС
5	Ø 16, А - 400	Ø 14 АКС

Данная методика подтверждена испытаниями для расчета равнопрочной замены стальной арматуры на АКП.



## 2.2 Плиты под станки-качалки (комплект ПСК-БСК)

Элементы БСК работают как балки - стенки, передающие вертикальную сжимающую нагрузку от станков-качалок на фундаментную плиту, при этом растягивающие усилия в элементах практически отсутствуют.

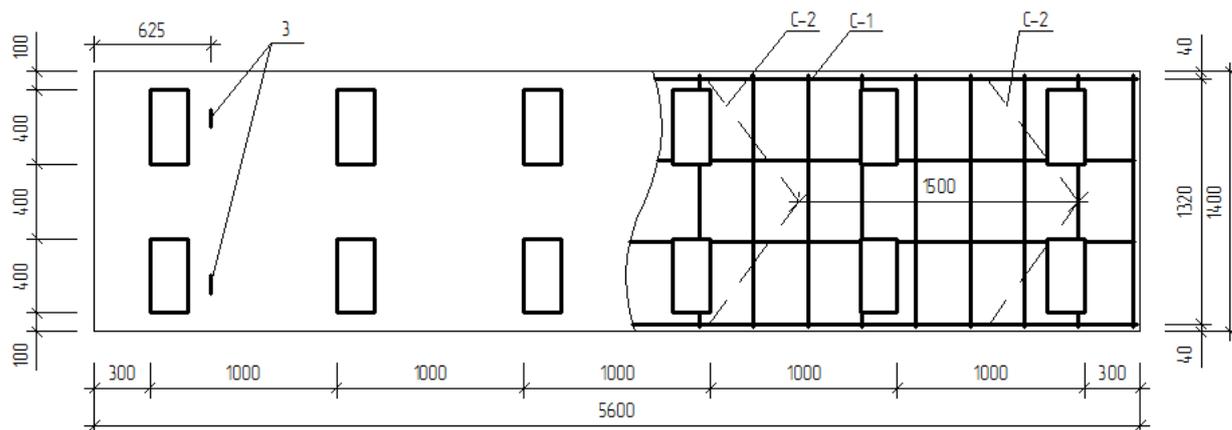


Рисунок 14 – Армирование плиты под станок-качалку ПСК-1;

Таблица 12 – Спецификация плиты под станок-качалку ПСК-1

Поз	Наименование	Обозначение	Кол.	Масса ед.,кг	Прим.
		<u>Сборочные единицы</u>			
		Сетка арматурная С-1	2		
1	ГОСТ 31938-2012	АСК $\varnothing 14-1000/50$ L=5550	4		44,4 п.м
2	ГОСТ 31938-2012	АСК $\varnothing 6-1000/50$ L=1380	22		60,7 п.м
		Сетка арматурная С-2	4		
6	ГОСТ 5781-82*	$\varnothing 6$ А-240 L=200мм	6		12 п.м.
7	ГОСТ 5781-82*	$\varnothing 6$ А-240 L=1560мм	2		3,1 п.м.

**Рекомендации по проектированию плит под станки-качалки, армированных АКП «СТРОИТЕЛЬНЫЕ ИННОВАЦИИ».**

При разработке рабочих чертежей на плиты, предварительный расчет замены стальной арматуры на полимеркомпозитную рекомендуется выполнять в соответствии с методикой, представленной в [1, 5], где расчетное сопротивление АКП определяется по формуле:



$$R_{af} = R_a^H \cdot m_{ai} / K_a, \text{ где}$$

$K_a$  – коэффициент безопасности по арматуре;

$R_a^H$  - нормативное сопротивление арматуры, принимаемое как наименьшее контролируемое значение временного сопротивления разрыву по результатам испытаний;

$m_{ai}$  - коэффициенты условий работы, принимаемый в соответствии с табл. 3 [5].

Выполненный подбор армирования АКП для плит под станки-качалки (с сохранением первоначального их количества и расположения) привел к снижению диаметра рабочих стержней в следующем порядке:

Таблица 13 – Равнопрочная замена стержней

№ п/п	Диаметр стального стержня, мм	Диаметр стержня АКП, мм
1	Ø 8, А - 400	Ø 6 АКС
2	Ø 10, А - 400	Ø 8 АКС
3	Ø 12, А - 400	Ø 10 АКС
4	Ø 14, А - 400	Ø 12 АКС
5	Ø 16, А - 400	Ø 14 АКС

Данная методика подтверждена испытаниями для расчета равнопрочной замены стальной арматуры на АКП.

### 3 Стойки железобетонные для опор ЛЭП.

Стойки изготавливаются из тяжелого бетона и предназначены для опор воздушных линий электропередачи напряжением 0,38-10 кВ.

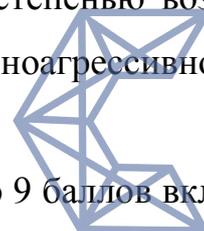
Стойки предназначены для применения:

- при расчетной температуре наружного воздуха до минус 55°С включительно;

- в условиях газовой среды с неагрессивной степенью воздействия, в грунтах и грунтовых водах со слабо-, средне- и сильноагрессивной степенью воздействия;

- при сейсмичности площадки строительства до 9 баллов включительно.

Применение полимеркомпозитной арматуры позволит расширить зону



применения стоек в связи с стойкостью АКП к агрессивным средам, диэлектричностью и радиопрозрачностью.

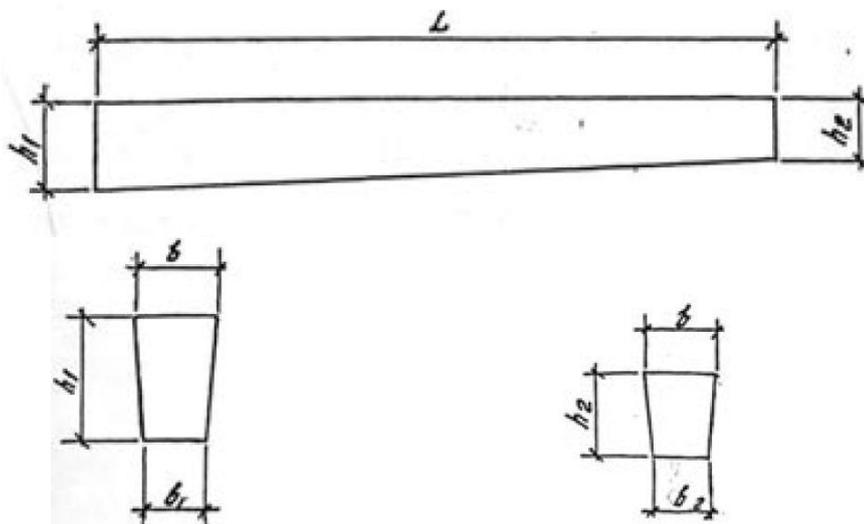


Рисунок 15 – Геометрические размеры стоек [10]

**Рекомендации по армированию стоек железобетонных для опор ЛЭП, полимеркомпозитной арматурой «СТРОИТЕЛЬНЫЕ ИННОВАЦИИ».**

При разработке рабочих чертежей на конструкции стоек железобетонных для опор ЛЭП, предварительный расчет замены стальной арматуры на полимеркомпозитную рекомендуется выполнять в соответствии с методикой, представленной в [1, 5], где расчетное сопротивление АКП определяется по формуле:

$$R_{af} = R_a^n \cdot m_{ai} / K_a, \text{ где}$$

$K_a$  – коэффициент безопасности по арматуре;

$R_a^n$  – нормативное сопротивление арматуры, принимаемое как наименьшее контролируемое значение временного сопротивления разрыву по результатам испытаний;

$m_{ai}$  – коэффициенты условий работы, принимаемый в соответствии с табл. 3 [5].



Выполненный подбор армирования АКП для конструкции стоек железобетонных для опор ЛЭП (с сохранением первоначального их количества и расположения) привел к снижению диаметра рабочих стержней в следующем порядке:

Таблица 14 – Равнопрочная замена стержней

№ п/п	Диаметр стального стержня, мм	Диаметр стержня АКП, мм
1	Ø 8, А - 400	Ø 6 АКС
2	Ø 10, А - 400	Ø 8 АКС
3	Ø 12, А - 400	Ø 10 АКС
4	Ø 14, А - 400	Ø 12 АКС
5	Ø 16, А - 400	Ø 14 АКС

Данная методика подтверждена испытаниями для расчета равнопрочной замены стальной арматуры на АКП.

При формировании стоек железобетонных для опор ЛЭП, учитывая повышенную гибкость арматурных каркасов из АКП, рекомендованы модифицированные составы бетонных смесей, обладающие повышенной подвижностью и удобоукладываемостью при сохранении проектной марки по прочности. Это необходимо, чтобы в результате бетонирования не произошло смещений, повреждений и прочих непроектных деформаций арматурных каркасов.

При разработке рабочих чертежей на конструкции стоек железобетонных для опор ЛЭП, необходимо учесть то, что соединение стержней в сетки выполняется вязкой, проволокой Ø 1.2 - 1.6 мм. Закладные детали, закрепляемые в соответствии с первоначальным проектом на сварке, также закрепляются к арматурным каркасам вязальной проволокой.

### **III Устройство дорожного и аэродромного покрытия**

Аэродромные покрытия (АП) - конструкции, непосредственно воспринимающие нагрузки от колес воздушных судов, воздействия природных факторов (переменного температурно-влажностного режима, многократного замораживания и оттаивания, влияния солнечной радиации, ветровой эрозии), тепловые и механические воздействия газоздушных струй авиационных двигателей и





механизмов, предназначенных для эксплуатации аэродрома, а также воздействие антигололедных химических средств.

В виду повышенной гибкости ПКА и не зависимо от расчетного диаметра необходимо использовать арматуру в соответствии с ГОСТ 31938-2012 на ПКА диаметром не менее 10мм.

Арматурные сетки и каркасы из ПКА изготавливаются вязкой арматурной стальной проволокой.

В качестве вспомогательного материала для изготовления пространственного каркаса необходимо применять опорные стульчики из арматурной сталь класса А-400 (А-III) марки 35ГС диаметром 10, 12 мм. (рис. 15)



Рисунок 16 - Вид стульчиков для создания пространственного каркаса

Арматурные работы по сборке пространственных каркасов выполняются в следующей последовательности:

- вязка сеток вязальной проволокой;
- установка нижних сеток на фиксаторы, обеспечивающие защитный слой бетона по проекту;
- установка опорных стульчиков из металлической арматуры на нижнюю сетку. Опорные стульчики устанавливаются с шагом не более 4-х кратного шага арматуры в сетке в продольном и поперечном направлении для создания жесткости и устойчивости каркасов. Установка ведется под углом в  $45^\circ$  к направлению бетонирования в узлах сетки;
- крепление ног опорных стульчиков к подстилающему бетонному слою. Крепление производится с помощью анкеров или пристрелкой дюбелями опор-



ных ног каждого второго опорного стульчика. Жесткое крепление к основанию необходимо для сохранения проектного положения арматуры при вибрировании бетонной смеси, при котором возможно, выталкивание каркаса к поверхностному слою из-за малого объемного веса.

**Рекомендации по проектированию дорожного или аэродромного полотна, армированных АКП «СТРОИТЕЛЬНЫЕ ИННОВАЦИИ».**

При разработке рабочих чертежей на дорожное или аэродромное покрытие предварительный расчет замены стальной арматуры на полимеркомпозитную рекомендуется выполнять в соответствии с методикой, представленной в [1, 5], где расчетное сопротивление АКП определяется по формуле:

$$R_{af} = R_a^H \cdot m_{ai} / K_a, \text{ где}$$

$K_a$  – коэффициент безопасности по арматуре;

$R_a^H$  - нормативное сопротивление арматуры, принимаемое как наименьшее контролируемое значение временного сопротивления разрыву по результатам испытаний;

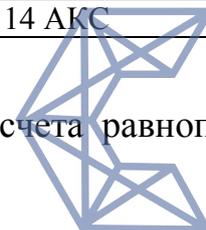
$m_{ai}$  - коэффициенты условий работы, принимаемый в соответствии с табл. 3 [5].

Выполненный подбор армирования АКП (с сохранением первоначального их количества и расположения) привел к снижению диаметра рабочих стержней в следующем порядке:

Таблица 15 – Равнопрочная замена стержней

№ п/п	Диаметр стального стержня, мм	Диаметр стержня АКП, мм
1	Ø 8, А - 400	Ø 6 АКС
2	Ø 10, А - 400	Ø 8 АКС
3	Ø 12, А - 400	Ø 10 АКС
4	Ø 14, А - 400	Ø 12 АКС
5	Ø 16, А - 400	Ø 14 АКС

Данная методика подтверждена испытаниями для расчета равнопрочной замены стальной арматуры на АКП.





Для дорожных и аэродромных покрытий прошедших испытания нагружением, замену рабочей стальной арматуры на ПКА допускается выполнять по принципу равнопрочности при растяжении без изменения существующей схемы армирования и геометрических параметрах изделий. При этом, учитывая высокую коррозионную стойкость арматуры, рекомендуется уменьшить величину защитного слоя бетона для всех изделий до минимума – 20 мм, что позволит увеличить несущую способность изделий. Кроме того, для лучшей фиксации сеток в опалубочной форме рекомендуется увеличить длину продольных и поперечных стержней до величины  $(l-5)$  мм. Где  $l$  - размер опалубочной формы.

При разработке рабочих чертежей на изделия, необходимо учесть то, что соединение стержней в сетки выполняется вязкой проволокой  $\varnothing 1.2 - 1.6$  мм. Закладные детали, закрепляемые в соответствии с первоначальным проектом на сварке, также закрепляются к арматурным каркасам вязальной проволокой. Для фиксации верхней сетки в опалубочной форме необходимо предусмотреть дополнительные каркасы, устанавливаемые вертикально на расстоянии 1.5-2.0м и выполняемые из стальной арматуры диаметром 4 - 6 мм.



## **7. ИЗДЕЛИЯ ВЫПУСКАЕМЫЕ НА ОСНОВЕ АКП «СТРОИТЕЛЬНЫЕ ИННОВАЦИИ»**

**Применение неметаллической композитной арматуры «СТРОИТЕЛЬНЫЕ ИННОВАЦИИ» в ограждающих конструкциях в качестве гибких связей.**

Стержни мерной длины из АКП целесообразно применять для устройства гибких связей (соединительных элементов) в составе многослойных ограждающих конструкций зданий и сооружений различного назначения. Гибкая связь из АКП должна обеспечить соединение несущей стены с наружным облицовочным и внутренним теплоизоляционным слоями ограждающей конструкции.

**Примечание** - Применение гибких связей из АКП, вследствие низкого коэффициента теплопроводности стеклопластика и базальтопластика (как правило, в 100 раз меньше, чем у металла), исключает образование «мостиков холода», снижает теплопотери и повышает энергоэффективность здания.

Гибкие связи из АНК рекомендуется применять в следующих строительных конструкциях:

- трехслойные кирпичные, каменные и другие комбинированные стены из штучных изделий;
- монолитные бетонные стены с кирпичной, каменной или другой мелкоштучной облицовкой;
- трехслойные сборные железобетонные стеновые панели для крупнопанельного домостроения;
- трехслойные теплоэффективные блоки для малоэтажного строительства.

Для гибких связей следует, как правило, использовать АСК, обладающую высокой прочностью и устойчивостью к воздействию щелочной среды цементных растворов и бетонов.

**Примечание** - В насыщенном влагой бетоне толщина нарушенного щелочью поверхностного слоя стержня из АСК после 50 лет эксплуатации составляет менее 11 мкм, что практически не влияет на прочность и жесткость связи.

Допускается использование стержней из базальтопластика.





Гибкая связь из АКП должна обеспечить:

- надежное закрепление в швах кирпичной кладки, бетоне стены;
- прочность на растяжение и изгиб;
- устойчивость к щелочной среде цементных растворов и бетонов;
- однородность теплового сопротивления стены.

Для кирпичных стен минимальная глубина заделки «гибких связей» из АКП в растворный шов внутренней стены должна составлять 50 мм, максимальная - 90 мм, глубина заделки в растворный шов наружной стены - 90 мм.

Для монолитной стены с кирпичной облицовкой заделка в несущий слой соответствует длине распорного дюбеля, а в облицовочный слой составляет 90 мм.

Количество гибких связей на 1 м<sup>2</sup> глухой стены должно быть не менее шести.

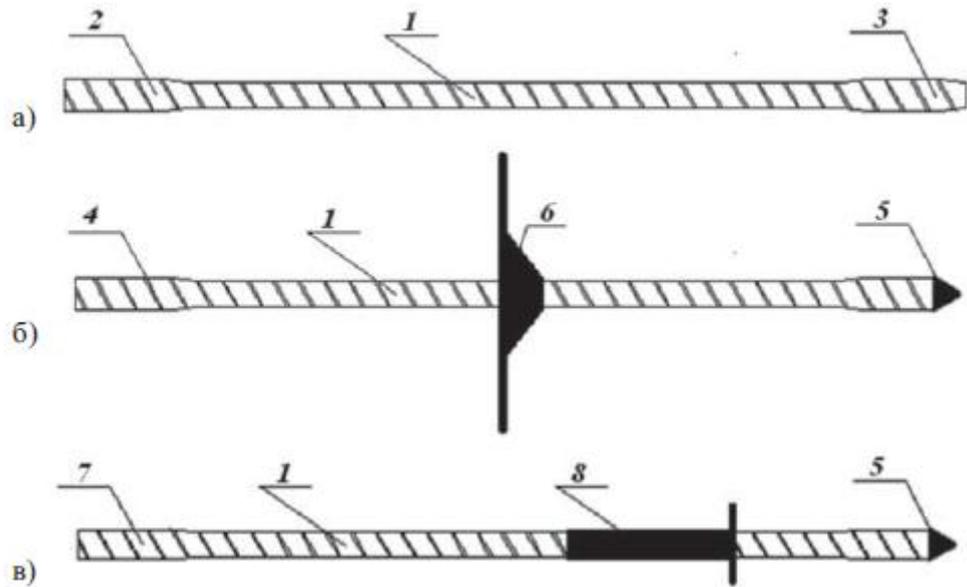
При утеплении кирпичных или бетонных стен минераловатными плитами по ГОСТ 22950 шаг установки гибких связей из АКП по вертикали должен быть равен высоте плиты (от 500 до 600 мм), а по горизонтали - 500 мм. Вентилируемый зазор между минераловатной плитой и облицовочным слоем создается закреплением на стержне АКП распорного фиксатора из ударопрочного и морозостойкого пластика.

При утеплении кирпичных стен плитами из пенополистирола по ГОСТ 15588 или пенополиуретана по ТУ 5768-001-86901126-2011 шаг гибких связей из АКП по вертикали должен быть равен высоте плиты, но не более 1000 мм, шаг гибких связей по горизонтали - 250 мм. Параметры установки гибких связей уточняются из условия их размещения по плоскости стены.

Примечание - Как правило, применяют шесть гибких связей на 1 м<sup>2</sup> стены.

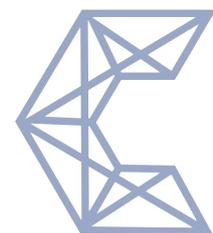
При утеплении монолитных железобетонных стен и изготовлении железобетонных изделий шаг установки гибких связей из АКП по вертикали и по горизонтали применяют 500 мм.

Гибкие связи из АНК следует устанавливать с шагом 300 мм по периметру проемов, у деформационных швов, у парапета, а также в углах здания.



- 1 - стержень из АСК; 2 – анкерное уширение диаметром 5,6мм;  
3 – уширение с заточкой; 4 – анкерное уширение диаметром 7,7мм;  
5 – пластмассовый наконечник; 6 – распорная шайба;  
7 – анкерное уширение диаметром 10,5мм; 8 – технологический ограничитель

Рисунок 17 – Конструкции гибких связей с утолщениями





## 1 Применение в 3-х слойных стеновых конструкциях с внутренним утеплителем.

Гибкие связи типа «СТРОИТЕЛЬНЫЕ ИННОВАЦИИ» из стеклопластика для трехслойной кирпичной кладки должны соответствовать ГОСТ 54923-2012.

Гибкие связи диаметром 6 мм применяются в трехслойных кирпичных стенах с внутренним утеплителем и соединяют между собой несущий и облицовочный слой.

Технические характеристики и подбор марки гибких связей приведены в таблицах 16 и 17:

Таблица 16 - Технические характеристики гибких связей

Показатели	Норма
Диаметр, мм	6
Минимальная глубина анкеровки, мм	90
Модуль упругости при растяжении, МПа	51000
Разрушающее напряжение при растяжении, МПа, не менее	1000
Разрушающее напряжение при изгибе, МПа, не менее	1000
Усилие вырыва из раствора М100, Н	4000
Относительная деформация при разрыве, %, не менее	3
Коэффициент теплопроводности, Вт/(м·К)	0,46

Таблица 17 - Подбор марки гибкой связи

Глубина заделки в несущую стену, мм (рекомендуемая)	Толщина утеплителя, мм	Глубина заделки в облицовочную стену, мм (рекомендуемая)	Глубина вентилируемого зазора*, мм	Расчет длины гибкой связи, L, мм	Маркировка: АСК - стеклопластиковая арматура, L - длина гибкой связи, 6 - диаметр, 2П - 2 песчаных анкера
90	T	90	40	$L=90+T+90+40$	АСК-4П-300

\*При утеплении минеральной ватой



Пример - Длина гибкой сети  $L$ , мм, при глубине заделки в несущую и облицовочную стены 90мм, толщине утеплителя 80 мм и глубине вентилируемого зазора 40 мм должна быть  $L=90+80+90+40=300$ мм и следует применять для этих условий стеклопластиковую арматуру марки АСК-4П-300.

Схема установки гибких связей представлена на рисунке 18.

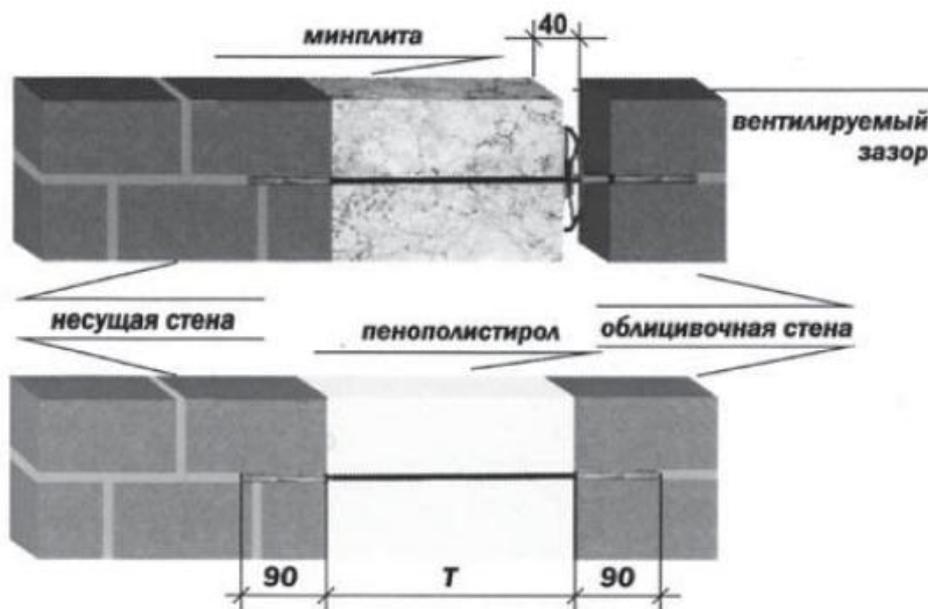


Рисунок 18 - Схема установки гибких связей





## 2 Применение в малоэтажном строительстве.

Гибкие связи типа «СТРОИТЕЛЬНЫЕ ИННОВАЦИИ» из стеклопластика диаметром 4 мм для производства теплоэффективных блоков должны соответствовать ГОСТ 54923-2012.

Гибкие связи диаметром 4 мм применяются в малоэтажном строительстве.

Технические характеристики и подбор марки гибких связей диаметром 4 мм приведены в таблицах 18 и 19.

Таблица 18 - Технические характеристики гибких связей

Показатели	Норма
Диаметр, мм	4
Минимальная глубина анкеровки, мм	65
Модуль упругости при растяжении, МПа	51000
Разрушающее напряжение при растяжении, МПа, не менее	1000
Разрушающее напряжение при изгибе, МПа, не менее	1200
Усилие вырыва из раствора М100, Н	2000
Относительная деформация при разрыве, %, не менее	3
Коэффициент теплопроводности, Вт/(м·К)	0,46

Таблица 19 - Подбор марки гибкой связи

Глубина заделки в несущую стену, мм (рекомендуемая)	Толщина утеплителя, мм	Глубина заделки в облицовочную стену, мм (рекомендуемая)	Расчет длины гибкой связи, L, мм	Маркировка: АСК - стеклопластиковая арматура, L - длина гибкой связи, 4 - диаметр, 2П - 2 песчаных анкера
65	T	65	$L=65+T+65$	АСК-4П-250

Пример - Длина гибкой связи  $L$ , мм, при глубине заделки в несущую и облицовочную стены 65 мм. толщине утеплителя 120 мм должна быть  $L=65+120+65=250$  мм и следует применять для этих условий стеклопластиковую арматуру марки АСК-4П-250.

Схема установки гибких связей представлена на рисунке 20.

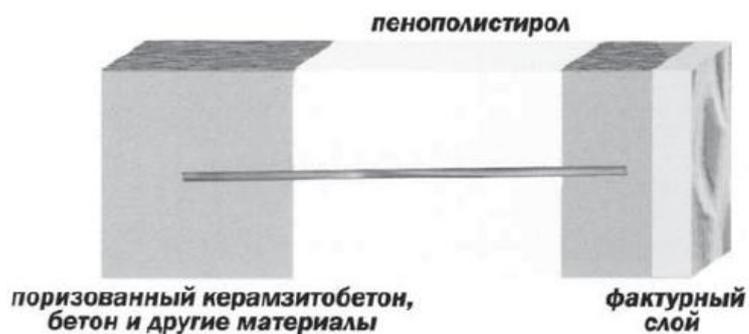
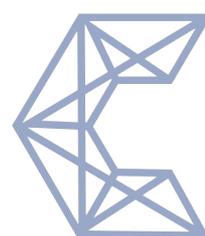


Рисунок 20 - Схема установки гибких связей для производства теплоэффективных блоков



Рисунок 21 - Гибкие связи «СТРОИТЕЛЬНЫЕ ИННОВАЦИИ» постоянного сечения





### 3 Применение в 3-х слойных стеновых конструкциях с внутренним утеплителем и использованием анкерной гильзы.

Гибкие связи типа «СТРОИТЕЛЬНЫЕ ИННОВАЦИИ» из стеклопластика для утепления и облицовки монолитной стены кирпичом с использованием анкерной гильзы должны соответствовать ГОСТ 54923-2012.

Гибкие связи диаметром 6 мм соединяют несущую монолитную стену с облицовочным слоем через утеплитель.

Технические характеристики и подбор марки гибких связей приведены в таблицах 20 и 21.

Таблица 20 - Технические характеристики гибких связей

Показатели	Норма
Диаметр, мм	6
Минимальная глубина анкеровки, мм	90
Модуль упругости при растяжении, МПа	51000
Разрушающее напряжение при растяжении, МПа, не менее	1000
Разрушающее напряжение при изгибе, МПа, не менее	1000
Усилие вырыва из бетона (В25) гильзы, Н, не менее	12010
Усилие вырыва из раствора М100, Н	700
Относительная деформация при разрыве, %, не менее	3
Коэффициент теплопроводности, Вт/(м·К)	0,46

Таблица 21 - Подбор марки гибкой связи

Глубина заделки в несущую стену, мм (рекомендуемая)	Толщина утеплителя, мм	Глубина заделки в облицовочную стену, мм (рекомендуемая)	Глубина вентилируемого зазора*, мм	Расчет длины гибкой связи, L, мм	Маркировка: АСК - стеклопластиковая арматура, L - длина гибкой связи, б - диаметр, 2П - 2 песчаных анкера
60	T	90	40	L=60+T+90+40	АСК-6П-300 АСК-5П-300

\*При утеплении минеральной ватой

Пример - Длина гибкой сети L, мм, при глубине заделки в несущую стену 60мм, а в облицовочную стену 90мм. толщине утеплителя 110 мм и глубине вентилируемого зазора



40 мм должна быть  $L=60+110+90+40=300$  мм и следует применять для этих условий стеклопластиковую арматуру марки АСК-4П-300.



Рисунок 22 - Схема установки гибких связей для утепления и облицовки монолитной стены

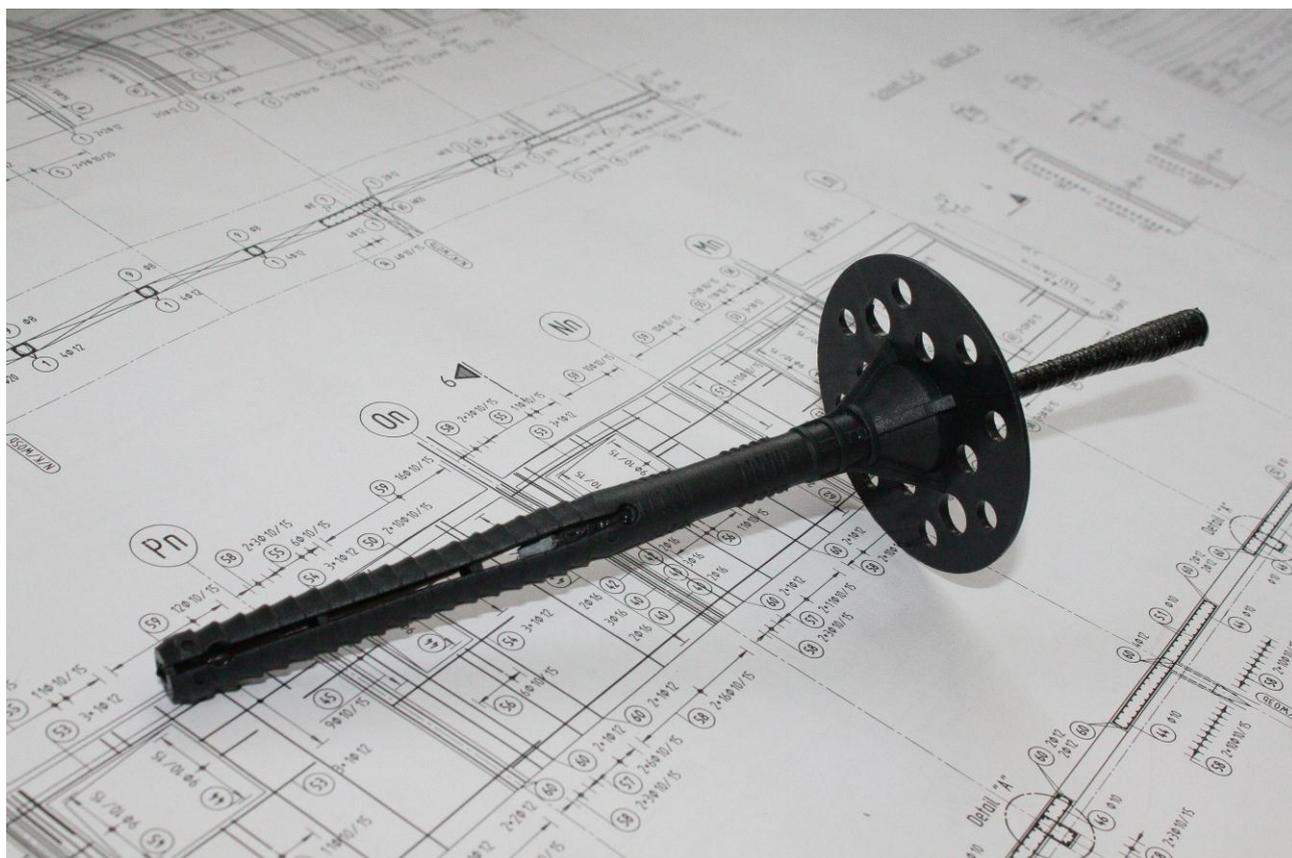


Рисунок 23 - Гибкие связи «СТРОИТЕЛЬНЫЕ ИННОВАЦИИ» постоянного сечения с анкерной гильзой





#### 4 Применение в 3-х слойных стеновых конструкциях с внутренним утеплителем.

Гибкие связи типа «СТРОИТЕЛЬНЫЕ ИННОВАЦИИ» из стеклопластика для утепления и облицовки монолитной стены кирпичом с использованием анкерной гильзы должны соответствовать ГОСТ 54923-2012.

Гибкие связи предназначены для крепления облицовочного слоя из кирпича к несущей стене из газобетона.

Технические характеристики и подбор марки гибких связей приведены в таблицах 22 и 23.

Таблица 22 - Технические характеристики гибких связей

Марка газобетона (плотность)	Значение усилия на вырыв, Н, не	Разрушающее напряжение на изгиб, МПа, не менее	Разрушающее напряжение на растяжение, МПа, не менее
Д400	2500	1000	1000
Д500	3000	1000	1000
Д600	4000	1000	1000

Таблица 23 - Подбор марки гибкой связи

Глубина заделки в несущую стену, мм (рекомендуемая)	Толщина утеплителя, мм	Глубина заделки в облицовочную стену, мм (рекомендуемая)	Глубина вентилируемого зазора*, мм	Расчет длины гибкой связи, L, мм	Маркировка: АСК - стеклопластиковая арматура, L - длина гибкой связи, б - диаметр, 2П - 2 песчаных анкера
90	T	90	40	$L=90+T+90+40$	АСК-6П-300 Газобетон

\*При утеплении минеральной ватой

Пример - Длина гибкой связи  $L$ , мм, при глубине заделки в несущую и облицовочную стены 90мм, толщине утеплителя 80 мм и глубине вентилируемого зазора 40 мм должна быть  $L=90+80+90+40=300$ мм и следует применять для этих условий стеклопластиковую арматуру марки АСК-6П-300-Газобетон.

Схема установки гибкой связи для газобетона представлена на рисунке 24.

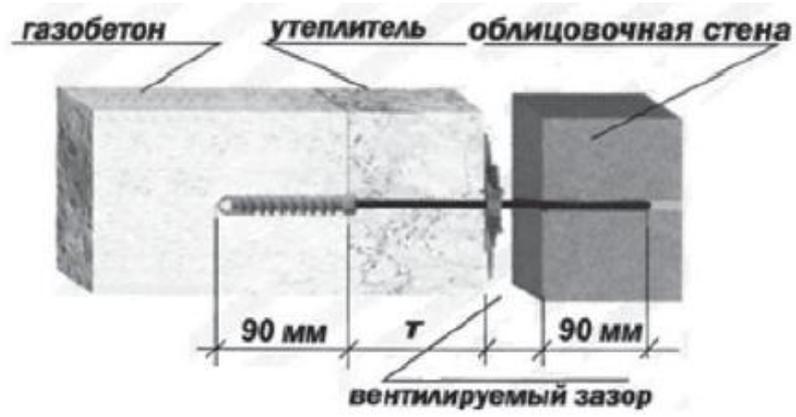
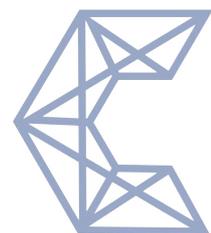


Рисунок 24 - Схема установки гибких связей для газобетона





### 5 Применение в 3-х слойных стеновых панелях типа «сэндвич».

Гибкие связи типа «СТРОИТЕЛЬНЫЕ ИННОВАЦИИ» из стеклопластика для трехслойных панелей типа «сэндвич» должны соответствовать ГОСТ 54923-2012.

Гибкие связи применяются при изготовлении железобетонных трехслойных панелей типа «сэндвич» для крупнопанельного домостроения.

Технические характеристики и подбор марки гибких связей приведены в таблицах 24 и 25.

Таблица 24 - Технические характеристики гибких связей

Показатели	Норма
Диаметр, мм	6
Минимальная глубина анкеровки, мм	70
Модуль упругости при растяжении, МПа	51000
Разрушающее напряжение при растяжении, МПа, не менее	1000
Разрушающее напряжение при изгибе, МПа, не менее	900
Усилие вырыва из бетона, Н	6000
Относительная деформация при разрыве, %, не менее	3
Коэффициент теплопроводности, Вт/(м·К)	0,46

Таблица 25 - Подбор марки гибкой связи

Название связи	Глубина анкеровки в наружный слой панели, мм	Толщина утеплителя, мм	Глубина анкеровки и во внутренний слой панели, мм	Расчет длины гибкой связи, L, мм	Маркировка: АСК - стеклопластиковая арматура, L - длина гибкой связи, 6 - диаметр, 2П - 2 песчаных анкера
Связь-распорка	70	T	70	$L=70+T+70$	АСК-L-6-70-90-П
Связь-подкос	90	T	90	$L=90+T+90$	АСК-L-6-90-45-П



Схема установки гибкой связи для газобетона представлена на рисунке 26.



Рисунок 26 - Схема установки гибких связей для трехслойных панелей типа «сэндвич»

## **8 ПРАВИЛА ТРАНСПОРТИРОВКИ И ХРАНЕНИЯ АКП «СТРОИТЕЛЬНЫЕ ИННОВАЦИИ»**

Арматура диаметром Ø4- Ø8мм поставляется в бухтах и хлыстах. Размер бухты (в диаметре) 1,2м, длина арматуры в бухте 100м (длина может быть увеличена до 150м). Арматура диаметром Ø10мм, также поставляется в бухтах либо хлыстах, диаметр которой составляет 1,7м. Длина арматуры в бухте 50м. Арматура диаметром Ø12 и выше производится любой строительной длины (стандартная 12м, т.к. это длина кузова грузового автомобиля). Стеклопластиковая арматура «СТРОИТЕЛЬНЫЕ ИННОВАЦИИ» (ГОСТ 31938-2012) идеально-упругий материал, это означает что мы можем сворачивать ее в бухты и после того как убрали стяжки, арматура выпрямится и будет пригодна для работы;

Упакованную арматуру транспортируют в горизонтальном положении в соответствии с действующими правилами перевозки грузов на соответствующих видах транспорта. Гарантийный срок сохранения свойств арматуры ГОСТ 31938-2012 - 24 месяца с момента изготовления при соблюдении правил хранения и транспортирования.





## 9 ТЕРМИНЫ, ОПРЕДЕЛЕНИЯ И ОБОЗНАЧЕНИЯ

3.1 В настоящем альбоме применены термины в соответствии с Градостроительным кодексом, ГОСТ 31938-2012, а также следующие термины с соответствующими определениями:

**полимеркомпозитная арматура (АКП): Сформированный из композиционного материала структурированный силовой стержень.**

Примечание - АКП изготавливается из армирующих продольных однонаправленных волокон, связанных затвердевшим полимерным материалом.

3.1.1 **арматура стеклопластиковая, АСК:** АКП из стеклянного волокна.

3.1.2 **арматура базальтопластиковая, АБК:** АКП из базальтового волокна.

3.1.3 **полимеркомпозитная арматура с песчаным покрытием:** АКП с равномерно нанесенным и втопленным в связующее слоем кварцевого песка.

Примечание – Посыпка кварцевым песком АКП служит для улучшения ее сцепления с бетоном (раствором, грунтом).

3.1.4 **армогрунт:** Насыпь, создаваемая отсыпкой послойно уплотняемых слоев грунта с укладкой между ними арматуры, сеток, геотекстильных полотен, воспринимающих растягивающие напряжения от давления вышележащих слоев грунта и внешних нагрузок.

**габион:** Заполняемая каменным или другим дренирующим материалом объемная конструкция из арматурной сетки, стержневой арматуры.

Примечание - Габион используется для укрепления склонов и откосов, а также в качестве подпорной стены.

3.1.5 **геотекстиль:** Нетканое или тканое полотно из синтетических материалов, используемое в геотехнических конструкциях.

3.1.6 **геотехническая конструкция:** Строительная конструкция, возводимая с использованием грунта или обеспечивающая совместную работу с грунтовым основанием.

Примечания:

1 Геотехнические конструкции с использованием грунта - плотины, дамбы, насыпи и т.п.

2 Геотехнические конструкции, обеспечивающие совместную работу с грунтовым основанием, - фундаменты, свайные основания, тоннели, подпорные стены, анкеры, подземные сооружения и т.п.



**3.1.7 георешетка:** Объемная конструкция из полимерных либо синтетических лент или пластин с креплением из АКП.

Примечание - В рабочем состоянии георешетка заполняется гравием (щебнем), щебеночно-песчаной смесью, бетонной смесью, песком, растительным грунтом (при использовании на откосах). Применяется для укрепления слабых оснований, крутых склонов, а также в качестве защиты от эрозии и вымывания грунта.

**3.1.8 геосетка:** Сетчатая структура из полимерных либо синтетических нитей и/или АКП.

Примечание - Геосетка используется в геотехнических конструкциях для армирования грунта, укрепления и стабилизации откосов, а также в дорожном строительстве для усиления асфальтобетонного покрытия.

**3.1.9 геотуба:** Заполняемая сыпучим грунтом или другим материалом закрытая цилиндрическая или многогранная конструкция из геотекстиля и геосеток.

Примечание - Геотуба используется при строительстве гидротехнических сооружений и для защиты берегов. Заполнение производится обычно местным грунтом путем гидравлического нагнетания или механическим способом.

**3.1.10 земляное полотно железнодорожного пути и автомобильной дороги:** Геотехническая конструкция, служащая основанием верхнего строения железнодорожного пути или конструкции дорожной одежды и выполняемая в виде насыпей, выемок, водоотводов, сооружений инженерной защиты от опасных геологических процессов (по СП 34.13330 и СП 119.13330).

**3.1.11 класс прочности стальной арматуры:** Установленное гарантированное значение физического или условного предела текучести стали.

**3.1.12 коэффициент теплопроводности:** Физический параметр, характеризующий способность материала проводить теплоту и численно равный количеству теплоты, проходящему в единицу времени через единицу изотермической поверхности.

Примечание - За единицу измерения коэффициента теплопроводности в соответствии с ГОСТ 8.417 принимается Вт/(м·К).

**3.1.13 нагельное крепление:** Геотехническая конструкция, предназначенная для обеспечения устойчивости грунтовых откосов и вертикальных стен выемок, а также естественных склонов системой нагелей, армирующих прилега-





ющий масс.

3.1.14 **номинальный диаметр АКП  $d$ , мм:** Диаметр равновеликого по объему круглого гладкого стержня с учетом допускаемых отклонений, указываемый в обозначении АКП, используемый в расчетах физико-механических характеристик и расчетах конструкций.

3.1.15 **модуль упругости при растяжении  $E$ , МПа:** Отношение приращения напряжения к соответствующему приращению упругой деформации на начальном этапе нагружения стержня.

Примечание - Модуль упругости при растяжении  $E$ , МПа, указывается в обозначении арматурного стержня и используется в расчетах конструкций.

3.1.16 **основные материалы:** Материалы, из которых сформирован стержень и поверхностный рельефообразующий слой АКП.

3.1.17 **площадь поперечного сечения АКП  $L$ , мм<sup>2</sup>:** Площадь поперечного сечения АКП, эквивалентная площади поперечного сечения круглого гладкого стержня того же номинального диаметра.

3.1.18 **погружной нагель:** Армирующий элемент из арматурных стержней, устанавливаемый непосредственно в целик грунта путем забивки, задавливания, завинчивания.

3.1.19 **предельная температура эксплуатации  $T$ , °С:** Температура, при превышении которой возможно снижение механических характеристик АКП.

3.1.20 **предельное напряжение сцепления стержня с бетоном  $\tau$ , МПа:** Максимальное сдвиговое напряжение, которое допускается прикладывать к поверхностному слою стержня, длительно контактирующему с бетоном или строительным раствором.

3.1.21 **предел прочности при растяжении  $a$ , МПа:** Значение напряжения в стержне, соответствующее наибольшей нагрузке перед разрывом.

Примечание - Предел прочности при растяжении  $a$ , МПа, указывается в обозначении арматурного стержня и используется в расчетах конструкций.

3.1.22 **ровинг:** Жгут из нитей непрерывного стеклянного, базальтового или другого волокна.



Примечание - Ровинг поставляется в бобинах, различается плотностью (количество нитей волокна в жгуте), имеет обозначение «tex»: вес 1 км ровинга в граммах.

3.1.23 **стена в грунте:** Подземная стена, сооружаемая разработкой глубоких узких траншей под тиксотропным глинистым (или иным) раствором, с последующим заполнением монолитным армированным бетоном или сборными элементами.

3.1.24 **фундамент:** Геотехническая строительная конструкция, воспринимающая нагрузки от здания или сооружения и передающая их на естественное или искусственное основание.

3.1.25 **дюбель:** Состоит из распорного элемента – полимеркомпозитного стержня, фиксатора – ударопрочного и морозостойкого полипропилена и анкерного элемента – гильзы из полиамида

Примечание – Дюбель строительный забивной используется при креплении наружной теплоизоляции в фасадных системах различной конструкции, при ремонте или реконструкции зданий и сооружений.

3.1.26 **гибкая связь:** Представляет собой стержень круглого сечения с песчаным покрытием благодаря которому обеспечивается адгезия строительного раствора и дополнительная защита от коррозии в щелочной среде бетона. Для создания вентилируемого зазора предусмотрен фиксатор с защелкой из ударопрочного и морозостойкого полипропилена.

Примечание – диаметр стержня 6 мм, применяется в трехслойных стеновых конструкциях с внутренним утеплением и соединяет между собой несущий и облицовочный слои. Производятся стержни с утолщением на концах.



**Приложение А**  
**ПРОТОКОЛ ИСПЫТАНИЙ № 1**  
**от 22 октября 2014 года**

**Основание для проведения испытаний**

**Наименование продукции:**

Дорожная плита зав. № \_\_\_\_\_, марка ПЖБ 3-20, выполненная по аналогу ПЖБ 3-20 по серии 3.503.9-78 "Конструкции укрепления откосов земляного полотна автомобильных дорог общего пользования".

**Производитель продукции** – бетон ЗАО «КУЛОНСТРОЙ» г.Казань, стержни композитной арматуры Ø8, Композитная арматура «Строительные инновации» г.Казань. Формование плиты выполнено на территории ЗАО «КУЛОНСТРОЙ» г.Казань.

**Дата получения образцов** – 22.10.2014 г.

**Дата изготовления образцов** – 22. 09. 2014 г.

**Сведения об испытываемых образцах:**

Дорожная плита, заводской № \_\_\_\_\_ марки ПЖБ 3-20, выполненная по аналогу ПЖБ 3-20 по серии 3.503.9-78 "Конструкции укрепления откосов земляного полотна автомобильных дорог общего пользования" с заменой стальной арматуры на композитную полимерную. В плите ПЖБ 3-20 стальные стержни Ø12 мм верхней и нижней сеток заменены на композитные Ø8 мм АКС, произведенной Композитная арматура «СТРОИТЕЛЬНЫЕ ИННОВАЦИИ» (г.Казань) по ГОСТ 31938-2012 «Арматура композитная полимерная для армирования бетонных конструкций».

Шаг и расположение стержней в опалубочной форме выполнено без изменений согласно чертежей серии 3.503.9-78. Бетон класса В30, F50, W4,  $\rho=2.4\text{кг/см}^3$ .

### **Методика испытаний:**

Испытания проводились в соответствии с ГОСТ 21924.0-84, ГОСТ 21924.3-84, ГОСТ 8829-77.

Контроль расстояний между опорами и центровка образцов выполнялась с использованием рулетки 2-го класса точности со шкалой номинальной длины 7.5 м по ГОСТ 7502-89. Контроль состояния плит производился визуально, фотофиксация процесса испытания плит выполнялась с использованием фотоаппарата «Canon». Измерение ширины раскрытия трещин выполнялось с использованием микроскопа МПБ-2.

Дата испытания образцов: 22.10.2014 г.

**Результаты испытаний:** приведены в таблице № 3 приложения 2 протокола испытаний № 1 от 22 октября 2014 года.

Директор ООО «Строительные инновации»

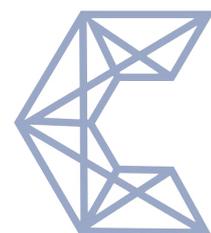
М.А. Габайдуллин

Аспирант каф. ТСМИК КГАСУ

А.Р. Гиздатуллин

Аспирант каф. ТСМИК КГАСУ

Р.Р. Хусаинов





**Приложение 1 протокола испытаний № 1  
от 22 октября 2014 года**

**Характеристики испытываемой дорожной плиты ПЖБ 3-20,  
с армированием композитной полимерной арматурой АКС  
ООО «Строительные инновации» (г.Казань)**

Таблица № 1

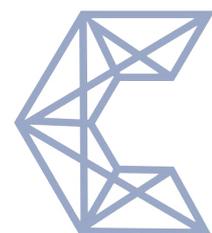
<b>Параметры материалов конструкции плиты</b>	
Арматура стеклопластиковая	АКС
Диаметр стержня номинальный, мм	8
Диаметр стержня фактический, мм	8
Количество стержней в продольном направлении,	14
Количество стержней в поперечном направлении,	16
НТД на произведенную арматуру	ГОСТ 31938-2012 «Арматура композитная полимерная для армирования бетонных конструкций».
Расчетные сопротивления арматуры согласно ГОСТ (МПа) -при растяжении вдоль волокон - при сжатии вдоль волокон	800 300
Модуль упругости при растяжении МПа	50 000
Плотность, кг/м <sup>3</sup>	1900
Бетон	В30



## Предъявляемые требования к плитам согласно ГОСТ 21924.2-84.

Таблица № 2

	ПЖБ 3-20
Контрольная разрушающая нагрузка (1 группа пред. состояний), т	не испыт.
Контрольная нагрузка для проверки раскрытия трещин (2 группа пред. состояний), т	8
Максимальная ширина раскрытия трещин при контрольной нагрузке по пред состояния 2 группы, мм	0,2



**Результаты испытания дорожной плиты, выполненной по аналогу ПЖБ 3-20  
по серии 3.503.9-78 "Конструкции укрепления откосов земляного полотна автомобильных дорог общего пользования"**

Таблица № 3

Маркировка		Размеры плиты, (длина, ширина, толщина), см	Пролет L, см	Нагрузка N, кг	Прогиб f, мм	Ширина раскрытия трещин $a_{срс}$ , мм	Прим.
ПЖБ 3-20 АКС	300x250x20	300	0	0,1	0,0		
			441	0	0,0		
			441	0	0,0		
			442	0	0,0		
			451	0	0,0		
			448	0	0,0		
			430	0	0,0		
			449	0	0,0		
			450	0	0,0		
			450	0	0,0		
			<b>4002</b>	<b>0,1</b>	<b>0,0</b>	выдерживание под нагрузкой 15мин	
			443	0	0,0		
			446	0	0,0		
			447	0	0,0		
			456	0	0,0		
			431	0	0,0		
			446	0	0,0		
			453	0	0,0		
			443	0	0,0		
			441	0	0,0		
<b>8008</b>	<b>0,1</b>	<b>0,0</b>	соответствие требованиям по 2-й группе пред. состояний				

1. Ширина раскрытия трещин при контрольном значении нагрузки N=8т составляет 0.0 мм, что не превышает максимально допустимое значение 0.2 мм в соответствии с требованиями ГОСТ 21924.2-84.
2. Испытаний на соответствие требованиям ГОСТ 21924.2-84 по 1-й группе пред. состояний не производилось.
3. Требования, предъявляемые к плитам типа ПЖБ 3-20 по ГОСТ 21924.2-84 выполнены по 2 контрольной нагрузке.

## СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Фролов Н.П.. Стеклопластиковая арматура и стеклопластбетонные конструкции // Стройиздат. М. 1980. – С.102.
  2. ГОСТ 5781-82. Сталь горячекатаная для армирования железобетонных конструкций. Технические условия. М., 1994. 14 с.
  3. ГОСТ 31938-2012. Арматура композитная полимерная для армирования бетонных конструкций. – М., 2013. 14 с.
  4. Екимов В.К. и др. Перильные ограждения из полимерных композиционных материалов в архитектуре мостов Москвы // Строительные материалы, оборудование, технологии XXI века, № 7, 2004 . – С.14-15.
  5. Рекомендации по расчету конструкций со стеклопластиковой арматурой. Р-16-78. М.НИИЖБ Госстроя СССР, 1978, 21с.
  6. Перепелкин К.Е. Полимерные волокнистые композиты, их основные виды, принципы получения и свойства // Химические волокна, 2005, № 4, с. 7 - 22.; № 5 - С. 55-69
  7. Проект СП «Конструкции из бетона с композитной неметаллической арматурой. Правила проектирования». М., 2013. 94 с.
  8. ГОСТ 31384-2008 «Защита бетонных и железобетонных конструкций от коррозии»
  9. СНиП 52-01-2003. Бетонные и железобетонные конструкции без предварительного напряжения арматуры. - М., 2004, - 53 с.
  10. ГОСТ 21924.0-84 Плиты железобетонные для покрытий городских дорог. Технические условия.-М.,1985. 20 с.
  11. Рабочие чертежи «Приустьевая площадка», лист П – АС-41, П – АС-43, «Куст 1727а. Фундамент под станок качалку ПЦ-60» лист 10978-2-АС, лист ФП-ПЦ 6005 выполненные институт ТатНИПИнефть.
  12. Рабочие чертежи № ПГ 88-15 для изготовления балок и плит БСК-СКД, ПСК-СКД, выполненные ООО «АРСУ».
  13. ГОСТ 21924.2-84\*. Плиты железобетонные с ненапрягаемой арматурой для покрытий городских дорог. Конструкция и размеры.-М., 1985. 13 с.
- ГОСТ 8829-85. Конструкции и изделия бетонные и железобетонные сборные. Методы испытаний нагружением и оценка прочности, жесткости и трещиностойкости.-М., 1986. 26 с.

