

13. Ерофеев В.Т., Федорцов А.П., Богатов А.Д., Федорцов В.А. Биокоррозия цементных бетонов, особенности ее развития, оценки и прогнозирования // *Фундаментальные исследования*. – 2014. – С. 708-716.

14. Ерофеев В.Т., Богатов А.Д., Богатова С.Н., Казначеев С.В., Смирнов В.Ф. Влияние эксплуатационной среды на биостойкость строительных композитов // *Инженерно-строительный журнал*. – 2012. – № 7 (33). – С. 23-31.

УДК 639.56; 624.15

### **ТЕХНОЛОГИЯ УСТРОЙСТВА ЖЕЛЕЗОБЕТОННОЙ ФУНДАМЕНТНОЙ ПЛИТЫ РАМНОЙ КОНСТРУКЦИИ С ПРЕДВАРИТЕЛЬНЫМ НАПРЯЖЕНИЕМ АРМАТУРЫ В ПОСТРОЕЧНЫХ УСЛОВИЯХ**

**Сидорова А.И., Леонович С.Н.**

*Белорусский национальный технический университет*

*Представлена технология устройства железобетонной фундаментной плиты рамной конструкции с предварительным напряжением арматуры в построечных условиях, которая может быть использована при строительстве гражданских и промышленных зданий при устройстве фундаментов на естественном основании. Данное технологическое решение позволяет снизить расход бетона на 15-20%, повысить трещиностойкость конструкции, снизить нагрузки на основание.*

В настоящее время в строительстве получили широкое распространение фундаментные плиты из-за относительной простоты и технологичности их устройства. Основной проблемой во время применения такого типа фундаментов специалисты выделяют большой расход бетона, особенно в зонах у колонн. Для решения этой проблемы предлагается использовать технологию предварительного натяжения в построечных условиях и рамную конструкцию, что позволит уменьшить расход бетона на 15-20%, повысить трещиностойкость конструкции, снизить нагрузки на основание.

Для устройства фундаментной плиты рамной конструкции применяется система преднапряжения со сцеплением с бетоном, где арматурные пучки, расположенные в закрытых каналаобразователях, подвергаются механическому натяжению, затем анкеровке (рис. 1 и рис. 2). Сцепление с бетоном обеспечивается

последующим инъецированием каналов-образователей цементным раствором. Рамная конструкция фундаментной плиты позволяет сократить расход бетона и формообразующей арматуры. Для устройства внутренней опалубки рекомендуется использовать несъемную опалубку, чтобы сократить сроки опалубочных работ. Ячейки-полости могут быть заполнены насыпными теплоизоляционными материалами для снижения коэффициента теплопроводности данной конструкции.

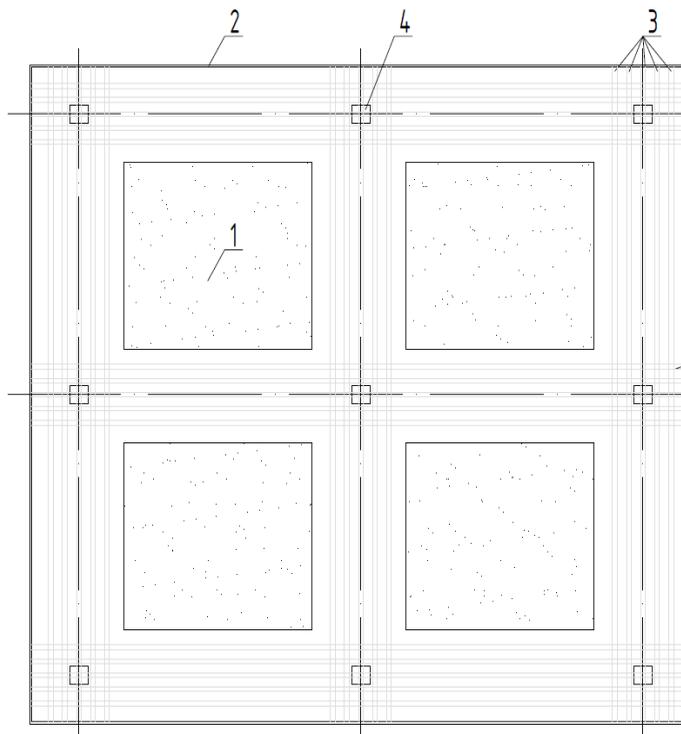


Рис. 1 – Схема устройства плитного фундамента рамной конструкции с предварительным напряжением арматуры в построечных условиях (1 – ячейки-полости, 2 – опалубка внешняя, 3 – каналообразователи с напрягаемой арматурой, 4 – места расположения колонн)



Рис. 2 – Схематичный разрез устройства плитного фундамента рамной конструкции с предварительным напряжением арматуры в построечных условиях  
 (1 – ячейки полости, 2 – крышка-опалубка,  
 3 – каналообразователи с напрягаемой арматурой)

Технологическая последовательность выполнения работ:

- выполнение работ по подготовке основания (выравнивание основания, отсыпка слоем гравия, а затем песка, устройство гидроизоляции)
- монтаж внешней ограждающей опалубки,
- укладка формообразующей арматуры,
- бетонирование нижней части фундаментной плиты,
- раскладка и закрепление в проектном положении каналообразователей,
- протягивание пучков канатной арматуры,
- монтаж внутренней несъемной опалубки ячеек-полостей с возможным заполнением их насыпным теплоизоляционным материалом,
- бетонирование средней части фундаментной плиты,
- укладка формообразующей арматуры,
- бетонирование верхней части фундаментной плиты,
- натяжение арматурных пучков механическим способом,
- заполнение каналов инъекционным раствором,
- монтаж защитных колпаков,
- снятие внешней опалубки.

Характеристика основных применяемых материалов, изделий и оборудования.

Внешняя опалубка принята щитовая стальная рамная, включающая в себя модульные элементы, обеспечивающие бетонирование фундаментной плиты разных размеров и конфигураций. Крепление фанеры с помощью саморезов к внешней стороне щитов обеспечивает гладкость поверхности конструкции.

Внутренняя несъемная опалубка может быть выполнена из цементно-поризованных листов, армированных стеклосеткой, собранных в форме полого параллелепипеда. Такой вариант обладает достаточной прочностью и экологичностью, в отличие

от использования пенополистирольных блоков или блоков из переработанного полиэтилена.

Каналообразователи служат для формирования в фундаментной плите продольных и поперечных каналов, в которые устанавливается высокопрочная арматура, подвергаемая натяжению. Процент заполнения каналов высокопрочными канатами составляет не менее 35% и не более 50%, по отношению площади поперечного сечения пучка арматурных канатов к площади внутреннего поперечного сечения каналаобразователя. Количество канатов, установленных в каналобразователь одного диаметра, отличается и регламентируется СП 35.13330.2011 в зависимости от диаметра применяемых высокопрочных канатов. Для стыковки каналобразователей используются термоусадочные муфты.

В качестве напрягаемых арматурных элементов в системе преднапряжения со сцеплением с бетоном применяются стальные 7-проволочные арматурные канаты диаметром 15,3 и 15,7 мм. (0,6"). Арматурные канаты устанавливаются по расчету для конкретного объекта и могут отличаться геометрическими и прочностными характеристиками.

Для закрепления натянутой арматуры применяются клиновые анкера (активные) и каркасные бетонные анкера (пассивные). Клиновые анкера (рис. 3) обеспечивают закрепление натянутых арматурных канатов с помощью трехлепестковых клиньев и передачи усилия натяжения на бетон, каркасные бетонные анкера (рис. 4) – закрепление натянутых арматурных канатов с помощью бетонных каркасных конструкций из проволок канатов и передачу усилия натяжения на бетон.

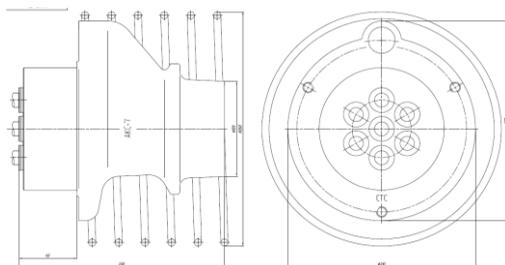


Рис. 3 – Анкер клиновый стаканый 7-прядевый (ООО «СТС», г. Москва)



Рис. 4 – Опорные стаканы и спирали косвенного армирования

Для местного армирования вокруг опорного стакана применяются спираль и сетки из периодической арматуры.

Для проталкивания стальных арматурных канатов используются проталкиватели канатов УПК по ГОСТ13840-68\* и EN 10138-98.

Для натяжения арматурных пучков применяются гидравлические домкраты типа ДН-7 (рис. 5), которые имеют устройства для захвата, натяжения и фиксации арматурного каната.

Для инъектирования каналов цементным раствором предназначена инъекционная установка. Процесс приготовления цементного раствора: наполнение смесительного бака нужным объемом воды, цементом с добавками, перемешивание раствора, наполнение накопительного бака готовым инъекционным раствором, инъектирование с помощью насоса.

При использовании способа преднапряжения со сцеплением с бетоном можно сократить количество канатов и анкеров до 30% в сравнении со способом без сцепления с бетоном. Но для этого способа дополнительно нужны каналообразователи, дополнительно появляются расходы на их монтаж и инъектирование каналов. Для прокладки коммуникаций также выгоден спо-

собрать со сцеплением с бетоном, т.к. появляется возможность делать отверстия в плите с натянутой арматурой без потери несущей способности.



Рис. 5 – Домкрат для натяжения арматурных пучков ДН-7

Применение технологии устройства железобетонной фундаментной плиты рамной конструкции с предварительным напряжением арматуры в построечных условиях имеет ряд преимуществ:

- снижение расхода бетона и формообразующей арматуры,
- обеспечение прочности и повышение трещиностойкости;
- сокращение сроков возведения фундаментной плиты;
- снижение трудоемкости фундаментных работ;
- повышение точности возводимой фундаментной конструкции;
- обеспечение монолитности укладки массива бетона в фундаментную плиту рамной конструкции.

#### **Библиографический список**

1. *Леонович, С. Н. Технология предварительного напряжения железобетонных конструкций в построечных условиях / С. Н. Леонович, И. И. Передков, А. И. Сидорова. – Минск : БНТУ, 2018. – 279 с.*

2. *Латыш, В. В. Технология предварительного напряжения монолитных железобетонных конструкций в построечных условиях : учебное пособие для специальности 1-70 02 01 "Промышленное и гражданское строительство" / В. В. Латыш и С. Н. Леонович ; Белорусский национальный технический университет, Кафедра "Технология строительного производства". - Минск : БНТУ, 2006. - 55 с. : ил.*

3. *Леонович, С. Н. Область эффективного применения технологии пост-напряжения при устройстве плитных фундаментов на просадочных грунтах для предотвращения температурных и усадочных трещин / С. Н. Леонович, А. И. Сидорова // Наука – образованию, производству, экономике : материалы 16-й Международной научно-технической конференции. - Минск : БНТУ, 2018. - Т. 2. – С. 439.*

4. *Леонович, С.Н. Технология устройства облегченных пустотообразователями железобетонных плит перекрытия с предварительным напряжением арматуры в построечных условиях = Technology for Installation of Reinforced Concrete Floor Slabs Lightened by Core Drivers with Preliminary Reinforcement Stress / С. Н. Леонович, И. И. Передков // Наука и техника. – 2015. – №6. – С. 54–62.*

5. *Следящие тест-системы [Электронный ресурс] / ООО «СТС». – 2019. – Режим доступа: <http://www.sts-hydro.ru/about/downloads/drawings-components/>*

6. *Пат. 2379424 Российская Федерация, Е 02 D 27/01. Способ возведения фундаментной плиты рамной конструкции / Цехановский А. Н.; заявитель и патентообладатель Цехановский А. Н.; заявл. 27.05.08, опубл. 20.01.10, – 3с.: ил.*

7. *Бортницкая, А. И. Физико-технические свойства листов цементно-поризованных, армированных стеклотекстурой, и область их применения в строительстве / А. И. Бортницкая // Актуальные проблемы технологии бетона и строительных материалов : материалы 68-й студенческой научно-технической конференции, 3 мая 2012 г. / Белорусский национальный технический университет ; ред. Э. И. Батяновский, М. Г. Бортницкая. – Минск : БНТУ, 2012. – С. 9–13.*

УДК 666.972

## **КОМПОЗИЦИОННОЕ ВЯЖУЩЕЕ НА ОСНОВЕ ГРАНИТНОГО ОТСЕВА**

**Яглов В.Н., Меженцев А.А., Гиринский В.В.,  
Кречко Н.А., Шагойко Ю.В.**

*Белорусский национальный технический университет*

*Изучена зависимость свойств от состава композиционного вяжущего в системе портландцемент-гранитные отсева. С учетом активности гранитных отсева (более 70 мг/г) установлено, что при содержании в*