

С. Н. Леонович
И. И. Передков
А. И. Сидорова

ТЕХНОЛОГИЯ ПРЕДВАРИТЕЛЬНОГО НАПРЯЖЕНИЯ
ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ КОНСТРУКЦИЙ
В ПОСТРОЕЧНЫХ УСЛОВИЯХ

Минск
БНТУ
2018

УДК 69.002.5: 692.522.2:693.5: 693.564.25

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. – ISBN 978-985-583-339-1.

В монографии рассмотрена технология предварительного напряжения железобетонных конструкций в построечных условиях. Описана сфера применения данной технологии, проведен сравнительный анализ современных систем пост-напряжения. Приведены требования к материалам и изделиям, а также к используемому оборудованию.

Издание предназначено для специалистов научно-исследовательских, строительных и проектных организаций, студентов, магистрантов, аспирантов и преподавателей высших учебных заведений.

Введение – Леонович С. Н., глава 1 – Леонович С. Н., Передков И. И., Сидорова А. И., глава 2, 3, 5 – Леонович С. Н., Передков И. И., глава 4 – Леонович С. Н., Сидорова А. И., приложения – Леонович С. Н., Передков И. И.
Табл. 18. Ил. 122. Библиогр. 85 назв.

Рекомендовано к изданию научно-техническим советом
Белорусского национального технического университета
(протокол № 8 от 26.10.2018 г.)

Р е ц е н з е н т ы:

профессор кафедры «Технология бетона и строительные материалы»
Белорусского национального технического университета,
доктор технических наук, профессор *В. В. Бабицкий*;
ведущий научный сотрудник НИИЛ бетонов и строительных материалов
Белорусского национального технического университета,
кандидат технических наук, доцент *О. Г. Галузо*;
профессор кафедры «Технология стекла и керамики»
Белорусского государственного технологического университета,
доктор технических наук, профессор *И. В. Пицц*

ISBN 978-985-583-339-1

© Леонович С. Н., Передков И. И.,
Сидорова А. И., 2018

© Белорусский национальный
технический университет, 2018

ОГЛАВЛЕНИЕ

| | |
|--|----|
| ВВЕДЕНИЕ..... | 6 |
| ГЛАВА 1. ОБЛАСТЬ ЭФФЕКТИВНОГО ПРИМЕНЕНИЯ ТЕХНОЛОГИИ ПОСТ-НАПРЯЖЕНИЯ | 10 |
| 1.1. Классификация и сравнительный анализ систем предварительного напряжения в построечных условиях | 10 |
| 1.2. Область применения технологии пост-напряжения железобетонных конструкций в построечных условиях | 19 |
| 1.3. Сравнение вариантов конструктивного решения плиты покрытия автосалона | 42 |
| 1.4. Область эффективного применения технологии пост-напряжения. Здание паркинга..... | 48 |
| 1.5. Выводы по главе 1..... | 51 |
| ГЛАВА 2. ХАРАКТЕРИСТИКИ ОСНОВНЫХ ПРИМЕНЯЕМЫХ МАТЕРИАЛОВ И ИЗДЕЛИЙ СИСТЕМ ПОСТ-НАПРЯЖЕНИЯ.. | 54 |
| 2.1. Анкерная система..... | 54 |
| 2.2. Оболочки-каналообразователи | 60 |
| 2.3. Прядь в индивидуальной оболочке со смазкой..... | 62 |
| 2.4. Смесь для инъектирования | 63 |
| 2.5. Муфта герметичности | 65 |
| ГЛАВА 3. КОМПЛЕКТ ОБОРУДОВАНИЯ ДЛЯ УСТРОЙСТВА ПРЕДВАРИТЕЛЬНОГО НАПРЯЖЕНИЯ В ПОСТРОЕЧНЫХ УСЛОВИЯХ..... | 67 |
| 3.1. Домкарты гидравлические..... | 67 |
| 3.2. Насосные станции гидравлические | 69 |
| 3.3. Оборудование для инъектирования каналов..... | 70 |
| 3.4. Прочие специальные механизмы и приспособления | 72 |
| ГЛАВА 4. ТЕХНОЛОГИЯ ПРОИЗВОДСТВА РАБОТ ПО ПРЕДВАРИТЕЛЬНОМУ НАПРЯЖЕНИЮ ВНУТРЕННЕЙ ЗАЩИТНОЙ ОБОЛОЧКИ | 75 |
| 4.1. Общие сведения | 75 |

| | |
|---|------------|
| 4.2. Ведомость потребности основных строительных машин, механизмов, приспособлений, инструмента и оборудования | 79 |
| 4.3. Технология выполнения работ. Монтаж горизонтальных арматурных пучков | 84 |
| 4.4. Технология выполнения работ. Монтаж вертикальных арматурных пучков | 97 |
| 4.5. Технология выполнения работ. Инъектирование арматурных пучков | 111 |
| 4.6. Технология выполнения работ. Натяжение арматурных пучков | 132 |
| 4.7. Технология выполнения работ. Монтаж защитных колапков | 154 |
| 4.8. Контроль качества строительно-монтажных работ | 156 |
| ГЛАВА 5. ТЕХНОЛОГИЯ УСТРОЙСТВА ОБЛЕГЧЕННЫХ ПУСТОТООБРАЗОВАТЕЛЯМИ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ ПЛИТ ПЕРЕКРЫТИЯ С ПРЕДВАРИТЕЛЬНЫМ НАПРЯЖЕНИЕМ АРМАТУРЫ В ПОСТРОЕЧНЫХ УСЛОВИЯХ..... | 167 |
| 5.1. Область применения | 167 |
| 5.2. Системы пост-напряжения монолитных железобетонных перекрытий..... | 169 |
| 5.3. Используемые материалы и изделия | 170 |
| ЗАКЛЮЧЕНИЕ | 183 |
| ПРИЛОЖЕНИЯ | 185 |
| ПРИЛОЖЕНИЕ 1. ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ КАРТА НА УСТРОЙСТВО ПРЕДВАРИТЕЛЬНОГО НАПРЯЖЕНИЯ В ПОСТРОЕЧНЫХ УСЛОВИЯХ. СИСТЕМА UNBOUNDED MULTISTRAND | 185 |
| П1.1. Установка закладных деталей и каналовобразователей для внутреннего предварительного напряжения..... | 185 |
| П1.2. Протягивание канатов | 190 |
| П1.3. Инъектирование каналов цементным раствором | 193 |
| П1.4. Индивидуальное натяжение арматурных канатов в оболочке со смазкой..... | 198 |

| | |
|--|------------|
| П1.6. Техника безопасности, охрана труда и окружающей среды | 212 |
| ПРИЛОЖЕНИЕ 2. ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ КАРТА НА УСТРОЙСТВО ПРЕДВАРИТЕЛЬНОГО НАПРЯЖЕНИЯ В ПОСТРОЕЧНЫХ УСЛОВИЯХ. СИСТЕМА UNBOUNDED MONOSTRAND..... | 215 |
| П2.1. Общие сведения. Отличия от технологии устройства систем unbounded multistrand | 215 |
| П2.2. Раскладка канатов в индивидуальных оболочках | 215 |
| П2.3. Индивидуальное натяжение прядей..... | 217 |
| П2.4. Заделка анкерных зон..... | 218 |
| П2.5. Прочие указания..... | 219 |
| ПРИЛОЖЕНИЕ 3. ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ КАРТА НА ПРЕДВАРИТЕЛЬНОЕ НАПРЯЖЕНИЕ МОНОЛИТНЫХ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ ПЛИТ ПЕРЕКРЫТИЯ И ПОКРЫТИЯ В ПОСТРОЕЧНЫХ УСЛОВИЯХ. СИСТЕМА ПРЕДВАРИТЕЛЬНОГО НАПРЯЖЕНИЯ СО СЦЕПЛЕНИЕМ НАПРЯГАЕМОЙ АРМАТУРЫ С БЕТОНОМ | 220 |
| П3.1. Область применения..... | 220 |
| П3.2. Нормативные ссылки | 223 |
| П3.3. Характеристики основных применяемых материалов и изделий | 225 |
| П3.4. Организация и технология производства работ | 233 |
| П3.5. Контроль качества и приемка работ | 258 |
| П3.6. Техника безопасности, охрана труда, охрана окружающей среды, противопожарные мероприятия | 260 |
| СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ | 273 |

ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время следует отметить возрастающий интерес к технологии предварительного напряжения железобетонных конструкций в построечных условиях (пост-напряжения) железобетонных элементов, что отмечено рядом публикаций отечественных специалистов. Именно данная технология позволяет реализовать предварительное напряжение элементов монолитного каркаса здания, по ряду причин этот вид строительства видится авторам наиболее гибким, современным и перспективным. В мировой строительной практике данная технология разработана достаточно полно и апробирована на ряде объектов различного назначения. В настоящий момент интерес к данной технологии отмечен рядом публикаций как отечественных, так и зарубежных авторов. В Северной Америке действует ряд институтов (PCI, CPCI), имеющих свои периодические издания, посвященные данной проблематике, публикующие результаты новейших исследований.

Основным недостатком традиционных железобетонных конструкций является их склонность к образованию трещин даже при небольших напряжениях в арматуре и, как следствие, снижение жесткости элемента. В связи с этим, для возведения сильно нагруженных либо большепролетных конструкций с ненапрягаемой арматурой зачастую требуется применять элементы больших сечений, что влечет за собой ряд негативных последствий, а именно увеличение расхода арматуры и бетона, увеличение собственного веса сооружения и усложнение конструкций фундаментов, общее удорожание и увеличение сроков строительства.

Основными путями снижения расхода стали являются: повышение прочностных характеристик арматурной стали, применение высокопрочных и легких бетонов, предварительное напряжение железобетонных конструкций.

Особо эффективным следует признать способ натяжения арматуры на бетон *в построечных условиях*, известный как *пост-напряжение* (post-tension).

Пост-напряжение – это способ предварительного напряжения с натяжением на бетон в построечных условиях, который заключается в том, что напрягаемая арматура натягивается механическим способом после бетонирования и набора бетоном достаточной

прочности. Преднапряженные стальные канаты внутри пластиковых труб (каналов) размещаются в опалубке до укладки бетона. После этого, как только бетон наберет прочность, но до приложения постоянных нагрузок, стальные канаты натягиваются и закрепляются на внешних краях бетона.

Суть метода заключается в натяжении одиночного каната или пучка канатов на бетон конструкции после набора им достаточной для восприятия обжимающего усилия прочности. Натяжение производится при помощи гидравлических домкратов двойного действия, а закрепление канатов – при помощи клиновых анкерных приспособлений.

В соответствии с постановлением Совета Министров Республики Беларусь № 1589 от 28.10.2010, основной целью развития строительного комплекса является создание современных энергоэффективных и ресурсоэкономичных, экологически безопасных зданий и сооружений, новых конкурентоспособных на внутреннем и внешних рынках строительных материалов, не уступающих по своему качеству европейским. Для достижения поставленной цели предусматривается решение следующих задач:

- внедрение инновационных технологий, обеспечивающих производство строительной продукции ресурсосберегающего типа;
- достижение европейского качества выпускаемой строительной продукции (работ, услуг) за счет обновления основных производственных средств и внедрения инновационных технологий;
- развитие строительства доступного, комфортного и энергоэффективного жилья;
- поддержка индивидуального строительства, развитие строительства в сельской местности и малых городах, в том числе децентрализация застройки г. Минска и развитие городов-спутников;
- предоставление земельных участков и инфраструктуры для массовой и индивидуальной застройки;
- создание необходимых объектов социальной инфраструктуры.

В целях уменьшения зависимости строительного комплекса Республики от импорта, снижения удельного веса импортной составляющей в создаваемой строительной продукции Министерством архитектуры и строительства и другими республиканскими органами государственного управления будет продолжена работа по реализации стратегических направлений импортозамещения путем:

- организации собственных производств используемых в строительстве материалов и комплектующих изделий взамен импортной продукции;

- создания импортозамещающих производств строительной техники, обеспечивающих значительное сокращение ее закупок за рубежом;

- освоения энерго- и ресурсосберегающих технологий в промышленности при производстве цемента и извести сухим способом, в монолитном и сборно-монолитном домостроении с использованием новых опалубочных систем и технологий скоростного строительства фундаментов, каркасов и ограждающих конструкций зданий, а также нового поколения добавок – гиперпластификаторов, позволяющих получать литые самоуплотняющиеся бетоны.

Реализация названных мероприятий позволит снизить себестоимость строительной продукции и повысить ее конкурентоспособность, защитить внутренний рынок и отечественных товаропроизводителей, высвободить валютные средства за счет сокращения закупок импортных товаров, улучшить сальдо внешнеторгового баланса строительного комплекса.

Следует отметить нарастающие объемы строительства жилых и общественных зданий с рамно-связевым каркасом из монолитного железобетона. Такие здания обладают высокими потребительскими качествами, позволяют реализовать свободную планировку помещений. Основное достоинство данной конструктивной схемы – гибкость и широчайшая область применения для зданий различного назначения с высокой архитектурной выразительностью.

Опыт возведения железобетонных каркасов с предварительным напряжением в построечных условиях зарубежными специалистами показывает, что применение данной технологии позволяет:

- сократить сроки возведения каркаса здания;

- уменьшить толщину (сечение) конструкций перекрытия и покрытия;

- снизить собственный вес каркаса здания, что особенно важно при работе в условиях действия динамических нагрузок;

- упростить конструкции фундаментов, сократить сроки производства работ нулевого цикла;

- возводить здания с большими пролетами, что позволяет эффективнее использовать внутренний объем;

- повысить стойкость конструкции по отношению к действию агрессивных сред за счет сниженного трещинообразования;

- специфика технологии пост-напряжения позволяет производить мониторинг состояния конструкции, корректировать усилия в арматурных канатах, значительно повышает ремонтпригодность конструкций.

Таким образом, данная технология полностью отвечает положениям Концепции развития строительной отрасли Республики Беларусь на 2011-2020 годы, т.к. ее реализация направлена на повышение потребительских качеств строительной продукции до уровня европейских аналогов, на импортозамещение, экономию материально-технических ресурсов и сокращение сроков строительства.

ГЛАВА 1. ОБЛАСТЬ ЭФФЕКТИВНОГО ПРИМЕНЕНИЯ ТЕХНОЛОГИИ ПОСТ-НАПРЯЖЕНИЯ

1.1. Классификация и сравнительный анализ систем предварительного напряжения в построечных условиях

В зависимости от наличия сцепления между арматурной прядью и бетоном конструкций различают системы со сцеплением (bounded [10]) и без сцепления (unbounded [10]) арматуры с бетоном. Для данных систем различается не только технологическая последовательность, номенклатурный ряд материалов и изделий, комплект оборудования, но и методы расчета.

При отсутствии сцепления между прядью и бетоном передача усилия предварительного обжатия осуществляется посредством анкерных устройств, потому особенно пристальное внимание должно быть уделено как качеству данных компонентов системы, так и защите анкерных зон от коррозии, обеспечению достаточной прочности бетона в местах передачи нагрузки. Требования к предварительно напряженным конструкциям без сцепления арматуры с бетоном изложены в СНБ 5.03.01-02 «Конструкции бетонные и железобетонные» п. 9.9 [11].

В случае, когда прядь имеет сцепление с окружающим бетоном, передача обжимающего усилия осуществляется по всей длине пряди. Работа таких конструкций соответствует положениям, изложенным в п.9 [11].

В зарубежной строительной практике также нашли применение системы с расположением арматуры вне бетонного сечения. Данные решения используются для устройства конструкций усиления, при армировании мостов и путепроводов. Известны также случаи использования данного метода для усиления балочных перекрытий гаражей-стоянок [10]. Однако данные системы имеют ряд недостатков. В первую очередь, необходима тщательная защита канатов от коррозии, особенно в условиях действия агрессивных сред. Во-вторых, возникает вопрос обеспечения достаточного предела огнестойкости таких конструкций в соответствии с действующими в Республике Беларусь ТНПА.

В зависимости от типа армируемой конструкции и количества требуемой арматуры различают системы с одиночными прядями, расположенными с определенным шагом (monostrand [10], рис. 1.1) и пучком прядей (multistrand [10], рис. 1.2). При армировании балочного перекрытия Центрального автовокзала в г. Минске производилось армирование балок пучками канатов без сцепления с бетоном (unbounded multistrand system) типа Freyssinet System C. Однопрядные системы целесообразно применять для устройства плоских плит перекрытия и покрытия.

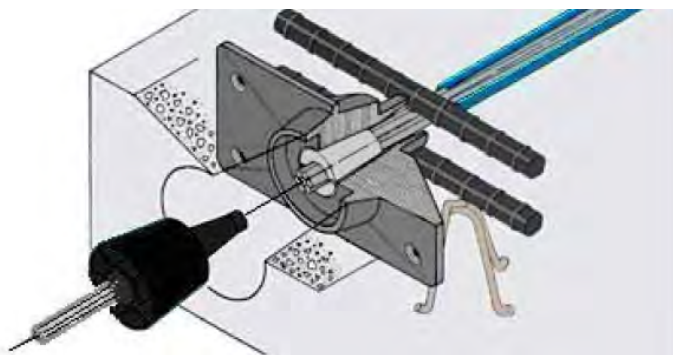


Рис. 1.1. Принципиальная схема системы предварительного напряжения с одиночной прядью без сцепления с бетоном (unbounded monostrand PT system)

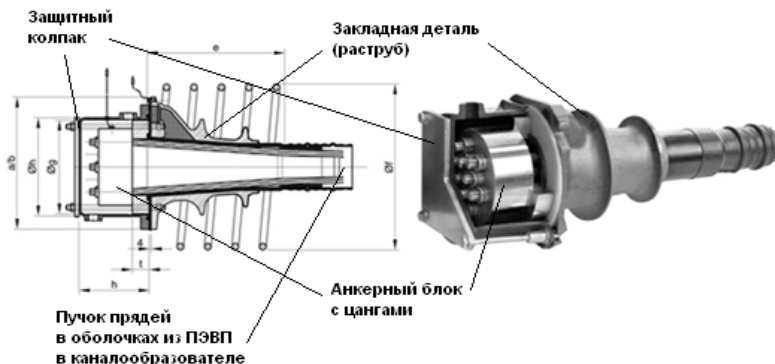


Рис. 1.2. Принципиальная схема системы предварительного напряжения с пучком прядей без сцепления с бетоном (unbounded multistrand PT system)

Различие между системами заключается не только в типах комплектов, но и в видах выполняемых технологических операций. Отметим, что устройство конструкций, армированных пучком напрягаемых прядей, технологически сложнее и требует использования дополнительного комплекта оборудования для инъектирования каналов. Далее в м приведены технологические карты на производство работ для каждой из систем, где данные различия показаны подробно.

Сравнивая системы предварительного напряжения со сцеплением и без сцепления арматуры с бетоном, следует выделить ряд различий, определяющих выбор решения. Эволюционно, *unbounded systems* были разработаны вследствие выявленных серьезных недостатков *bounded systems*, и в зарубежной строительной практике последние применяются теперь значительно реже.

В случае использования напрягаемой арматуры особенное значение приобретает защита ее от коррозии. Как было отмечено ранее, арматурные канаты претерпели значительные изменения с течением времени, и изменения эти были обусловлены в первую очередь обеспечением их долговечности и коррозионной стойкости. В настоящее время наиболее широко применяются оболочки из экструдированного полиэтилена высокой прочности (ПЭВП, HDPE). Они бесшовны, герметичны, не допускают потери смазки. Данные оболочки достаточно плотно облегают прядь и не допускают попадания влаги, но в то же время обеспечивают скольжение пряди внутри, исключая сцепление ее с окружающим бетоном и предоставляя возможность ее замены. Таким образом, *наиболее совершенной на данном этапе развития является система предварительного напряжения без сцепления арматуры с бетоном, использующая пряди в оболочке из ПЭВП со смазкой*. В зависимости от принятого конструктивного решения применяются одиночные пряди, устанавливаемые с требуемым по расчету шагом (*monostrand*), либо пучки прядей, размещаемые в гофрированных оболочках, инъектируемых цементным раствором (*multistrand*, см. таблицу 1.1). При устройстве усиления конструкций возможно применение систем с канатами, расположенными вне бетонного сечения (рис. 1.3), при условии обеспечения достаточной степени огнестойкости конструкции и защите арматуры от коррозии.

Таблица 1.1

Сравнение систем пост-напряжения с арматурой, расположенной в пределах бетонного сечения

| Критерий | Без сцепления (unbounded) | | Со сцеплением (bounded) | |
|---|---------------------------|---|--|--|
| | monostrand | multistrand | monostrand | multistrand |
| Передача обжимающего усилия осуществляется: | через анкерное устройство | через анкерное устройство | по длине пряди и через анкерное устройство | по длине пряди и через анкерное устройство |
| Защита арматуры от коррозии обеспечивается: | оболочкой каната из ПЭВП | оболочками канатов из ПЭВП и раствором инъектиров. канала | раствором инъектиров. канала | раствором инъектиров. канала |
| Необходимость установки каналов и их инъектирования | нет | да | да | да |
| Возможность извлечения пряди для осмотра и замены | да | да | нет | нет |
| Возможность дотяжки пряди | да | да | нет | нет |



Рис. 1.3. Пример усиления конструкций перекрытия паркинга предварительно напрягаемыми канатами, расположенными вне бетонного сечения.
Retail Store Parking Garage, Springfield [10]

В результате сравнительного анализа существующих систем предварительного напряжения была составлена их сравнительная классификация (табл. 1.2), которая позволяет выделить характерные особенности той или иной системы.

Для каждой из систем были определены применяемые материалы и изделия, которые соответствуют особенностям решения (натяжение пучка или одиночной пряди, наличие сцепления между канатом и бетоном конструкции или его отсутствие) [каталоги производителей]. В общем случае, в роли напрягающего элемента выступает высокопрочный арматурный канат (в оболочке из полиэтилена высокой плотности со смазкой или без оболочки по СТБ EN 10138-3. Передача усилия натяжения на бетон конструкции происходит через анкерные устройства путем закрепления на них каната при помощи цанг. Для систем со сцеплением напрягаемой арматуры с бетоном передача усилия происходит также и за счет сил сцепления, действующих по всей длине каната.

Помимо рассмотренных в таблице 1.2 имеются также системы с размещением напрягаемой арматуры вне бетонного сечения. Такие решения применяются зачастую для устройства усилений, в конструкциях мостов и требуют дополнительных мер по защите арматуры от коррозии и по обеспечению требуемого предела огнестойкости.

Для прокладки в теле конструкции пучков прядей применяют оболочки-каналобразователи в виде плоских или круглых гофрированных труб, которые могут быть изготовлены из пластика или металла. Соединение оболочек выполняется при помощи специальных муфт, а все соединения герметизируются клейкой лентой.

Соответствие применяемых материалов и изделий системам предварительного напряжения показано в таблице 1.3.

Таблица 1.2

Сравнительная классификация систем предварительного
напряжения в построечных условиях

| Критерий | Тип системы пост-напряжения | | |
|---|--|---|--|
| | со сцеплением (bounded) | без сцепления (unbounded) | |
| | с пучками прядей (multistrand) | с одиночными пряжками (monostrand) | с пучками прядей (multistrand) |
| Передача обжимающего усилия | по длине пряди за счет сцепления и через анкерное устройство | только через анкерное устройство | только через анкерное устройство |
| Защита арматуры от коррозии обеспечивается | раствором инъецирования каналов с пучками | индивидуальными оболочками прядей из ПЭВП | индивидуальными оболочками прядей из ПЭВП, раствором инъецирования |
| Необходимость установки каналобразователей и выполнения работ по их инъецированию | да | нет | да |
| Возможность извлечения пряди для замены | нет | да | да |
| Возможность дотяжки пряди | нет | да | да |

Таблица 1.3

Материалы и изделия систем предварительного напряжения

| Материал или изделие | Тип системы пост-напряжения | | |
|--|---|---|---|
| | со сцеплением (bounded) | без сцепления (unbounded) | |
| | с пучками прядей (multistrand) | с одиночными прядями (monostrand) | с пучками прядей (multistrand) |
| Арматурный канат | канат без оболочки по СТБ EN 10138-3 | канат по СТБ EN 10138-3 в оболочке из ПЭВП со смазкой | канат по СТБ EN 10138-3 в оболочке из ПЭВП со смазкой |
| Анкерные устройства | Закладная и анкерный блок с цангами, с пассивной стороны может применяться бетонизируемый анкер | Закладная деталь совмещена с анкерным блоком, цанга | Закладная и анкерный блок с цангами |
| Каналообразователь, штуцеры инъектирования | применяется | не требуется | применяется, для инъектирования используется муфта многоразового применения |
| Инъекционная смесь | применяется | не требуется | применяется |

Для выполнения работ по пост-напряжению составлен перечень применяемого оборудования. В общем случае, для натяжения канатов применяют однопрядные и многопрядные домкраты, которые позволяют выполнить одновременное натяжение, соответственно,

одиноканата или целого пучка (актуальны при строительстве мостов и других конструкций с высокой плотностью напрягаемого армирования, позволяют сократить потери от последовательного натяжения канатов в группе и ускорить производство работ). Для питания домкратов применяют насосные станции, оснащенные манометрами для измерения давления в гидравлической системе. Для приготовления инъекционного раствора и нагнетания его в канал применяют смесительные установки и растворонасосы (зачастую функции приготовления смеси и ее подачи совмещены в одном агрегате). К вспомогательным приспособлениям следует отнести траверсы, шаблоны для определения проходимости каналов, разматывающие и проталкивающие приспособления для канатов, домкрат для устройства бетонируемых анкеров и прочие. Соответствие применяемых устройств системам предварительного напряжения приведено в таблице 1.4.

Таблица 1.4

Оборудование для выполнения работ по пост-напряжению

| Материал или изделие | Тип системы пост-напряжения | | |
|---|---|--|---|
| | со сцеплением (bounded) | без сцепления (unbounded) | |
| | с пучками прядей (multistrand) | с одиночными прядями (monostrand) | с пучками прядей (multistrand) |
| Домкрат гидравлический, насосная станция с манометром | Монопрядный или многопрядный домкрат, усилие натяжения до 23-25 т/прядь | Монопрядный домкрат, усилие натяжения до 23-25 т/прядь | Монопрядный или многопрядный домкрат, усилие натяжения до 23-25 т/прядь |

| Материал или изделие | Тип системы пост-напряжения | | |
|---------------------------------------|--|--|--|
| | со сцеплением (bounded) | без сцепления (unbounded) | |
| | с пучками прядей (multistrand) | с одиночными прядями (monostrand) | с пучками прядей (multistrand) |
| Смесительная установка, растворонасос | Смесительная установка со смесительным и накопительным баками, оснащенная растворонасосом | Не требуется | Смесительная установка со смесительным и накопительным баками, оснащенная растворонасосом |
| Вспомогательные приспособления | Съемные колпаки для устройства анкерных ниш, разматывающее приспособление для бухт с канатами, траверса, съемный наконечник для проталкивания пряди, проталкивающее приспособление, домкрат для формирования бетонизируемых анкеров, проч. | траверса для подъема прядей, разматывающее приспособление (при нарезке канатов на строительной площадке) | Разматывающее приспособление для бухт с канатами, траверса, съемный наконечник для проталкивания пряди, проталкивающее приспособление, шаблон для проверки проходимости канала, муфта инъектирования (для некоторых систем), проч. |

1.2. Область применения технологии пост-напряжения железобетонных конструкций в построечных условиях

Ввиду специфики технологии, наиболее эффективно ее применение в случае возведения [13]:

- перекрытий паркингов, промышленных, торговых и офисных зданий;
- перекрытий жилых зданий с площадью помещений более 100 м²;
- ригелей перекрытия;
- железобетонного несущего ядра многоэтажных зданий;
- несущих колонн с повышенной гибкостью;
- каркасов зданий в сейсмически опасных районах, либо подверженных влиянию динамических воздействий;
- оболочек перекрытий спортивных и развлекательных комплексов;
- защитных оболочек ядерных реакторов, градирен, резервуаров, прочих специальных сооружений промышленного назначения;
- фундаментов;
- аэродромных покрытий.

Из перечисленного, пожалуй, лишь возведение устойчивых к сейсмическим воздействиям зданий сложно назвать актуальным для строительной отрасли Республики Беларусь, однако, с рядом оговорок.

В условиях расширяющегося применения каркасов жилых и общественных зданий из монолитного железобетона и развития высотного строительства особенно остро стоит проблема как обеспечения надежности и долговечности конструкций, так и улучшения их потребительских качеств, надежности, удешевления строительства.

Под потребительскими качествами, достигаемыми с применением предварительно напряженных конструкций, следует понимать в первую очередь возможность возведения зданий с шагом несущих колонн 15-21 метр и более, что обеспечивает более эффективное использование пространства. В ряде случаев целесообразно применение плоских предварительно напряженных монолитных перекрытий, не использующих ригели. Опыт применения таких конструкций за

рубежом показал возможность уменьшения толщины плит перекрытия без ущерба эксплуатационным свойствам с 1/30 до 1/40 - 1/45 пролета, при этом расход арматуры находится в пределах 40 кг/м² [15]. Помимо непосредственной экономии материалов, очевидно снижение общего веса здания, что ведет к упрощению и удешевлению конструкций фундаментов и сокращению сроков строительства. Данные по эффекту от применения предварительного напряжения в построечных условиях, приводимые специалистами ООО «Следящие Тест-Системы» (РФ), показаны на рисунке 1.4.

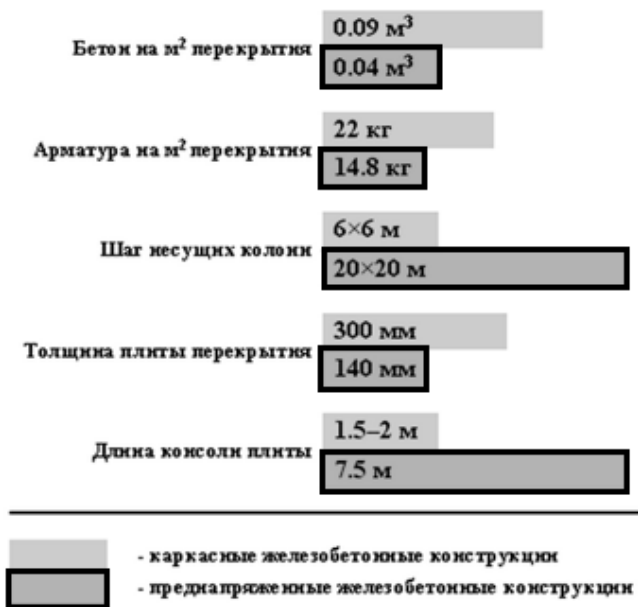


Рис. 1.4. Эффект от применения технологии пост-напряжения арматуры по данным ООО «Следящие Тест-Системы»

Налицо некоторая разница в оценках эффективности, приводимых в [14], [9], [16], рисунке 1.4 и в прочих источниках, однако даже при достижении даже более низких показателей экономической эффект ощутим. В любом случае, решение о применении предварительно напряженных конструкций для рассматриваемого объекта должно быть принято на основе экономического обоснования и

сравнения различных конструктивных решений. Далее рассмотрим случаи применения пост-напряжения при строительстве объектов различного назначения.

Предварительно напряженные конструкции паркингов

В связи с уплотнением существующей застройки в городской черте, для Республики Беларусь актуальна проблема рационального использования территорий. Многоуровневые гаражи-стоянки, возводимые как отдельно стоящие здания либо в качестве части жилых или административных зданий, решают проблему размещения автомобильного транспорта населения. Основной качественной характеристикой здания паркинга является предлагаемое количество машиномест. Максимально рациональное использование объема может быть достигнуто за счет разрежения сетки колонн.

Авторы [10] отмечают следующие преимущества, обеспечиваемые пост-напряжением плит перекрытия и покрытия паркингов:

изначальная экономическая целесообразность применения пост-напряжения – достигается за счет снижения расхода стали и бетона и высокой долговечности конструкций;

снижение затрат на возведение – за счет более эффективного использования свойств материала и использования высокопрочных стали и бетона происходит уменьшение сечений элементов, снижение собственного веса конструкций, упрощение конструкций фундамента и сокращение сроков строительства;

контроль трещинообразования и повышение водонепроницаемости – достигается за счет повышения жесткостей элементов, особенно актуально в условиях действия агрессивных сред;

гладкие полы – авторы [10] упоминают более гладкую поверхность предварительно напряженных монолитных перекрытий по сравнению со сборными, имеющими большое количество закладных деталей; в условиях устройства наливных полов по разуклонке данное достоинство не столь очевидно;

лучшее освещение и обзорность – разреженная сетка колонн упрощает устройство систем видеонаблюдения за счет лучшей обзорности, улучшает освещенность пространства;

функциональная гибкость – предполагается возможность свободного использования пространства с разреженной сеткой колонн, возможно возведение плит перекрытия сложной в плане конфигу-

рации, прямолинейных либо криволинейных рампы, облегчается маневрирование автотранспорта;

архитектурная выразительность – возможность возведения зданий различной в плане конфигурации с максимально рациональным использованием пространства и выразительным архитектурным образом;

контроль деформаций, ремонтпригодность – использование систем предварительного напряжения без сцепления с бетоном позволяет производить контроль натяжения арматурных канатов, их подтяжку и замену в случае повреждения;

удешевление за счет сокращения числа диафрагм жесткости – достигается за счет устройства рамных узлов сопряжения плит перекрытия и колонн, обеспечивая таким образом пространственную жесткость каркаса при действии горизонтальных нагрузок, необходимость установки диафрагм жесткости отпадает;

Пост-напряженными могут возводиться как каркасы отдельностоящих строений паркингов, так и входящих в состав административных или жилых комплексов, как было указано выше. Специалисты РТИ выделяют две принципиальные конструктивные схемы:

- каркасы паркингов с большими пролетами (Long-Span Parking Structures, рис. 1.5);
- каркасы паркингов с малыми пролетами (Short-Span Parking Structures, рис. 1.6).

Отличительная особенность каркасов первого типа – пролет между колоннами, значительно превышающий их шаг. Проезды и ряды машиномест организуются поперек пролетов, достигающих 18-21 м. Ширина проездов составляет около 7,5 м. Балки перекрытий сечением ориентировочно 300х900h мм устраиваются только в направлении пролетов. Для каркасов с данной конструктивной схемой использование предварительного напряжения балок позволяет уменьшить их сечение и увеличить таким образом высоту потолков, увеличить пролеты и организовать дополнительные машиноместа, облегчить маневрирование транспорта, улучшить обзорность и освещенность пространства.

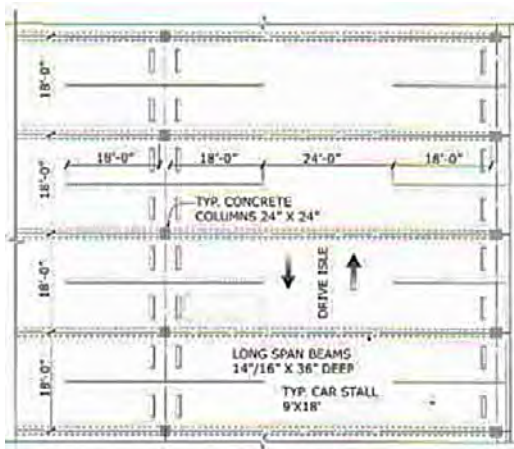


Рис. 1.5. План паркинга с большими пролетами (Long-Span Parking Structures) [10]

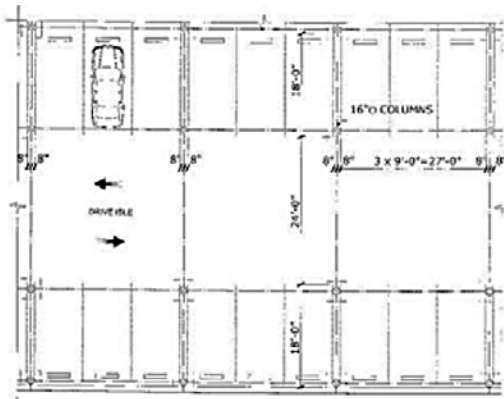


Рис. 1.6. План паркинга с малыми пролетами (Short-Span Parking Structures) [10]

Каркасы паркингов с малыми пролетами имеют квадратные или близкие к данному очертанию ячейки размерами ориентировочно 9х9 м. Ячейки, в которых размещены машиноместа, чередуются с ячейками, в которых организованы проезды. Перекрытия используются преимущественно безбалочные с капителями, предварительно напряженная арматура располагается в обоих направлениях. В данном случае предварительное напряжение перекрытий позво-

ляет уменьшить их толщину и общий вес, а также улучшить работу плит на продавливание. Увеличиваются шаг и пролет колонн.

Опыт строительства таких зданий в США показал, что зачастую каркасы с квадратными ячейками оказываются экономичнее за счет более простого армирования и устройства опалубки под плоское перекрытие. Однако, на конечную стоимость квадратного метра паркинга влияет комплекс факторов, потому для каждого конкретного объекта должно быть произведено обоснование того или иного решения.

Рассматривая здания паркингов, являющихся частью комплекса строений, следует выделить два случая: наземный и подземный паркинг;

Возможны ситуации, когда сетка колонн паркинга, занимающего нижние этажи здания, согласована с сеткой колонн вышележащей части здания, либо не согласована с ней. Во втором случае предполагается устройство специальных усиленных перераспределяющих нагрузку плит перекрытия либо балок (transfer floors and beams, podium floors). Данные конструкции также целесообразно устраивать предварительно напряженными.

В случае возведения перекрытий подземных гаражей-стоянок учитывают два фактора: 1 – действие горизонтальных нагрузок, передаваемых на торец плиты с цокольных стен; 2 – обеспечение доступа к анкерным устройствам системы пост-напряжения.

В практике зарубежных специалистов широкое распространение получили ограждения, выполненные из предварительно напряженных стальных канатов (Barrier Cable, рис. 1.7). Данные конструкции просты в монтаже, прочны, долговечны, эстетичны, легковесны, имеют широкую область применения:

- ограждения рамп;
- перила парапетов;
- перила лестниц;
- ограждения по периметру здания;
- элементы оформления фасада.

Канаты ограждений могут располагаться как вертикально, так и горизонтально. Для защиты от коррозии канаты покрывают оболочками из пластика, окрашивают либо просто оцинкуют.

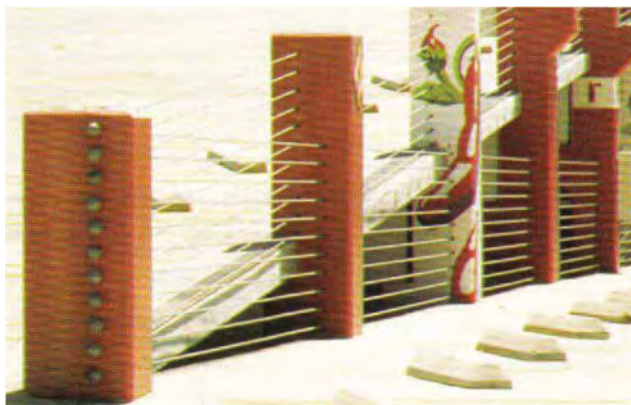


Рис. 1.7. Ограждения из предварительно напряженных канатов (Barrier Cable System) [10]

Предварительно напряженные конструкции жилых и общественных зданий

В случае возведения жилых и общественных зданий особенно важной проблемой становится рациональное использование внутреннего пространства и обеспечение высоких потребительских качеств получаемых помещений. Здания жилого и общественного назначения с монолитным рамно-связевым каркасом снижали популярность не только ввиду высокой технологичности, совершенства материалов механизмов и коротких сроков возведения, но, в первую очередь, благодаря высокой архитектурной выразительности и возможности свободной планировки помещений, не перегруженных несущими конструкциями.

Для конечного потребителя несомненным достоинством подобных зданий становится именно возможность самостоятельной организации пространства и нарезки помещений путем устройства легких перегородок из газосиликатных блоков, кирпича или гипсокартонных листов. Всемирный Торговый Центр в Нью Йорке, открытый 4 апреля 1973 года и разрушенный вследствие террористической атаки 11 сентября 2001 года, на момент открытия предлагал потребителям крайне важное преимущество помимо своего расположения в деловом центре мегаполиса. Несущий остов был пред-

ставлен массивным центральным ядром и периметральными несущими стенами, квадратное в плане здание имело размер грани 65 м. Таким образом, свободный от несущих конструкций пролет достигал величины не менее 20-25 м. Для офисных помещений такое решение оказалось крайне разумным с точки зрения зонирования рабочего пространства.

В таблице 1.4 представлены некоторые возможные варианты устройства монолитных перекрытий. Отметим, что сама по себе технология предварительного напряжения в построечных условиях предоставляет достаточную свободу в выборе конструктивного решения перекрытий как в плане типа и количества устанавливаемой арматуры, так и в плане направлений ее расположения. Выбор обусловлен лишь предполагаемой работой конструкции.

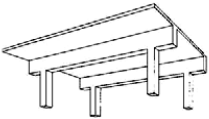
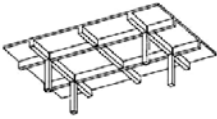
При возведении высотных жилых и общественных зданий целесообразно предварительное напряжение вертикальных несущих конструкций для повышения сейсмической устойчивости здания и улучшения его работы в условиях действия динамических нагрузок (в т.ч. ветровых). В совокупности с уменьшением собственного веса каркаса, достигаемый эффект существенен, наблюдается значительное уменьшение амплитуды колебаний по рассматриваемым формам. В целом, все достоинства предварительно напряженных конструкций, характерные для зданий паркингов, характерны и для жилых и общественных зданий, как то экономия материалов, ускорение сроков строительства, упрощение конструкций фундаментов и т.д. с поправкой на специфику того или иного здания. При строительстве высотных зданий, которые по своей сути материалоемки и требуют устройства сложных конструкций фундаментов, все названные особенности исключительно актуальны.

Предварительно напряженные фундаментные плиты и промышленные полы

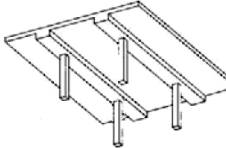

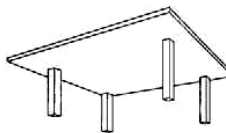
Область применения данных конструкций охватывает следующие здания, сооружения, и их части: фундаментные плиты жилых и общественных зданий; полы промышленных зданий; полы складов; полы паркингов, покрытия открытых стоянок; дорожные покрытия; взлетно-посадочные полосы; полы спортивных и зрелищных зданий.

Таблица 1.5

Некоторые варианты устройства предварительно напряженных перекрытий

| Эскиз | Предварит. напрягаемые элементы | Величина пролета | Полезная нагрузка | Примечания |
|--|--|---|-------------------------|--|
| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|  | балки и плита | балок: 15-20 м; плит: 4.5-9 м | до 10 кН/м ² | Балки устраиваются в одном направлении. Такие решения типичны для паркингов, однако могут применяться и для офисных зданий с большими пролетами. |
|  | главные и второстеп. балки клетки, плита | гл. балок: 15-20 м; второстеп. балок: 10-12 м; | до 10 кН/м ² | Балочная клетка. Экономичны, позволяют уменьшить толщину плиты по сравнению с устройством перекрытия с балками в одном направлении. Применяются для зданий с квадратной ячейкой сетки колонн. |

Продолжение таблицы 1.5

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|--|---|--|-----------------------------------|--|
|  | <p>балки и плита</p> | <p>балок: 8-12 м; плит: 5.5-7.5 м</p> | <p>до 10 кН/м²</p> | <p>Широкие балки малой толщины устраиваются в одном направлении. Решение применяется для перекрытий с прямоугольной ячейкой и ограниченной высотой этажа.</p> |
|  | <p>балки и ребра</p> | <p>балок: 6-11 м; ребер: 11-20 м плит: 1-1.2 м</p> | <p>до 10 кН/м²</p> | <p>Рёбристые плиты перекрытия и покрытия, балки и ребра имеют одинаковую высоту. Применяются со зданий прямоугольной ячейкой, балки располагаются в направлении короткой стороны.</p> |
|  | <p>плита (пучки в одном направлении и</p> | <p>6-9 м.</p> | <p>до 10 кН/м²</p> | <p>Плоское перекрытие. - наименьшие затраты на опалубку; - свободное расположение несущих конструкций; - гладкие потолки; - кратчайшие сроки возведения; - необходимость постановки дополнительной арматуры от продавливания.</p> |

| 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
|---|---------|---------|-------------------------|---|
|  | плита | 8-11 м. | до 10 кН/м ² | Плоское перекрытие с капителями. Улучшенная работа на продавливание по сравнению с перекрытием без капителей и, как следствие, увеличение пролетов. |
|  | кессоны | 9-18 м | до 10 кН/м ² | Кессонное перекрытие. Эффективны для устройства большепролетных сильнонагруженных конструкций. |

Примечательно, что в практике отечественных специалистов имеется опыт проектирования и возведения таких конструкций, что отмечено публикацией [16]. Авторы отмечают следующие преимущества применения пост-напряжения для устройства фундаментных плит:

- снижение расхода бетона на 1 м² пола до 2 раз и расхода арматуры до 4 раз;
- сокращение толщины песчаной подготовки до 100 м²;
- понижение требований, предъявляемых к грунтам основания за счет увеличения жесткости плиты и более выгодного перераспределения нагрузки на грунт;
- возможность ведения строительства практически на любых грунтах;
- исключается необходимость нарезки деформационных швов, размеры ячейки могут быть доведены до размеров 50х50 м, а в некоторых случаях и 100х100 м;
- повышение долговечности фундаментных плит.

Авторы приводят сравнение конструктивных решений плиты (рис. 1.8) с ненапрягаемой арматурой и с предварительным напряжением. Изначально был разработан вариант традиционного армирования плиты ненапрягаемой арматурой. В связи со сложными инженерно-геологическими условиями плита опиралась на сваистойки, образующие ячейки 3х3 м. Толщина плиты – 350 мм, расход ненапрягаемой арматуры – 36 кг/м².

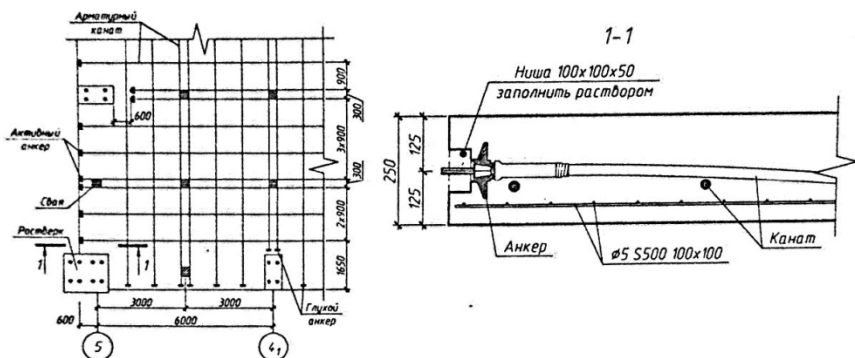


Рис. 1.8. Пример решения предварительно напряженной фундаментной плиты [16]

Альтернативный вариант устройства плиты предполагал армирование предварительно напряженными канатами без сцепления с бетоном. Толщина плиты составила 250 мм, расход ненапрягаемой арматуры – 6.33 кг/м², предварительно напрягаемой – 3.38 кг/м². Прочность примененных канатов составила 1860 Н/мм², что позволило значительно сократить расход стали по сравнению со случаем применения арматуры класса S500. В то же время, авторы отмечают незначительную разницу в стоимости канатов и традиционной арматуры.

Таким образом, экономический эффект от применения технологии предварительного напряжения в построечных условиях составил до 40% стоимости СМР.

На рисунке 1.9 приведен пример раскладки напрягаемой арматуры в сечении плиты.

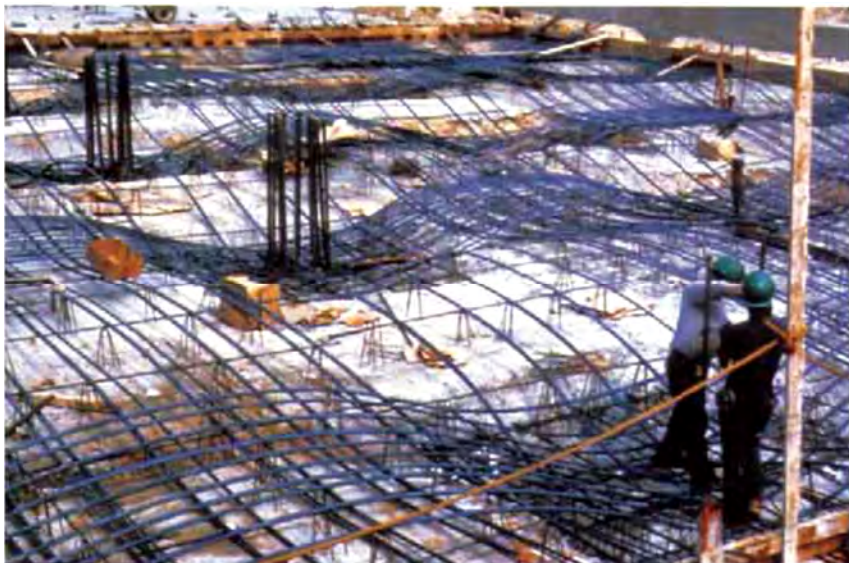


Рис. 1.9. Пример устройства сильно нагруженной фундаментной плиты с предварительно напряженной арматурой

Конструкции фундаментных плит с предварительным напряжением арматуры в построечных условиях обладают следующими преимуществами:

- напрягаемая арматура легко инспектируется как на стадии возведения, так и на стадии эксплуатации конструкций при условии обеспечения доступа к анкерным устройствам, может быть извлечена для испытаний либо заменена;
- имеется возможность дотяжки канатов либо ослабления натяжения;
- обжатие бетона повышает трещиностойкость конструкции, эксплуатируемой в грунте, что положительно сказывается на ее долговечности.

Предварительно напряженные конструкции мостов и путепроводов

Проектирование мостов и путепроводов сводится к поиску максимально эффективного решения для устройства большепролетной конструкции с минимальным собственным весом, материалоемкостью, достаточной сопротивляемостью динамическим воздействиям и возможностью сократить сроки возведения. Непосредственно процесс монтажа мостов достаточно трудоемок, требует использования сложного грузоподъемного оборудования, поэтому максимальная оптимизация процесса строительства может значительно снизить конечную стоимость СМР.

Примечателен пример строительства моста на остров Русский (Владивосток). Строительство велось группой компаний «СК Мост» (Российская Федерация) при участии специалистов компании Freyssinet (Франция) – рисунки 1.18 и 1.19.

Приведем некоторые характеристики сооружения:

общая длина моста – 1885.53 м;

общая протяженность с эстакадами – 3100 м;

длина центрального руслового пролета – 1104 м;

общая ширина проезжей части – 21 м;

число полос движения – 4 (2 в каждую сторону);

подмостовой габарит – 70 м;

высота пилонов – 324 м;

самая длинная/короткая ванта – 579.83/135.771 м.

При возведении столь масштабного сооружения был применен целый ряд замечательных инженерных решений, современные материалы, оборудование, механизмы, выполнен значительный объем работ по подготовке инженерного обеспечения строительной площадки.

При армировании железобетонных плит настила пролетной части моста, расположенных поверх сплошного стального настила коробчатого сечения, применялась технология предварительного напряжения в построечных условиях. Напрягаемая арматура, представленная пучками семипроволочных канатов из высокопрочной стали, размещалась как поперек, так и вдоль пролета.

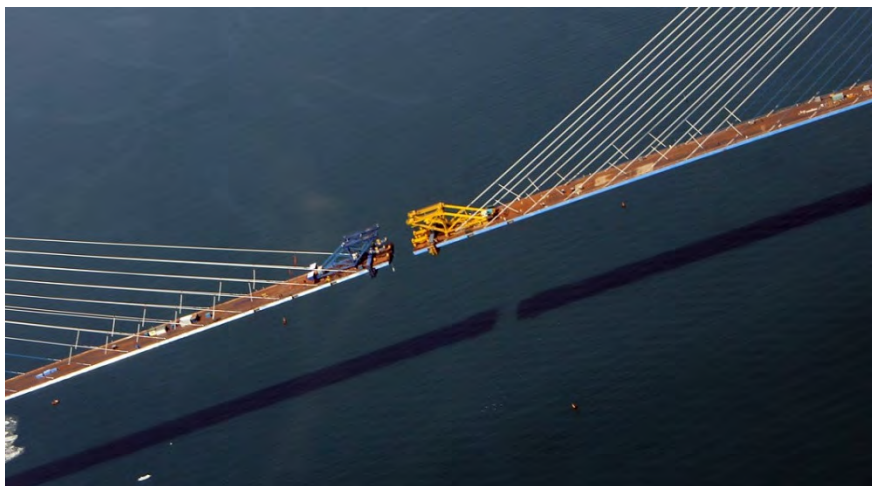


Рис. 1.10. Мост на о. Русский (Владивосток, РФ) в процессе возведения



Рис. 1.11. Мост на о. Русский (Владивосток, РФ)

Система вант представлена пучками высокопрочных стальных семипроволочных канатов (до 72 шт в пучке) в оболочках из полиэтилена высокого давления, сращивание которых до требуемой длины выполнялось при помощи куплеров. По сравнению с подоб-

ными объектами, возводимыми ранее, использовались ванты относительно небольшой толщины, что позволило улучшить аэродинамические свойства моста и значительно снизить нагрузки на пилоны, опоры и свайные фундаменты.

За рубежом получили распространение конструкции мостов из железобетонных элементов коробчатого сечения (Single-Cell Box или Girder Box Bridge), которые могут быть как сборными, так и монолитными, бетонируемыми в скользящей опалубке (рис. 1.12).



Рис. 1.12. Укладка арматуры в скользящую опалубку

При использовании сборных элементов (рис. 1.13) интересен метод, которым обеспечивается идеальная стыковка секций между собой – match casting (рис. 1.14). Выделяют вновь бетонируемую секцию (wet-cast segment) и готовую секцию (previously cast segment). Бетонирование wet-cast segment производят так, что в качестве опалубки для одного из торцов секции используется previously cast segment. Когда бетонирование завершено, previously cast segment монтируется в проектное положение, а wet-cast segment

занимает его место и становится частью опалубки для следующей секции. Таким образом, обеспечивается не только идеальная стыковка секций, но и становится возможным строительство мостов самой различной конфигурации, со сложными искривлениями траектории. После поднятия и установки в проектное положение вновь монтируемой секции производится ее прикрепление к ранее смонтированной части моста при помощи болтов либо сварки закладных деталей.

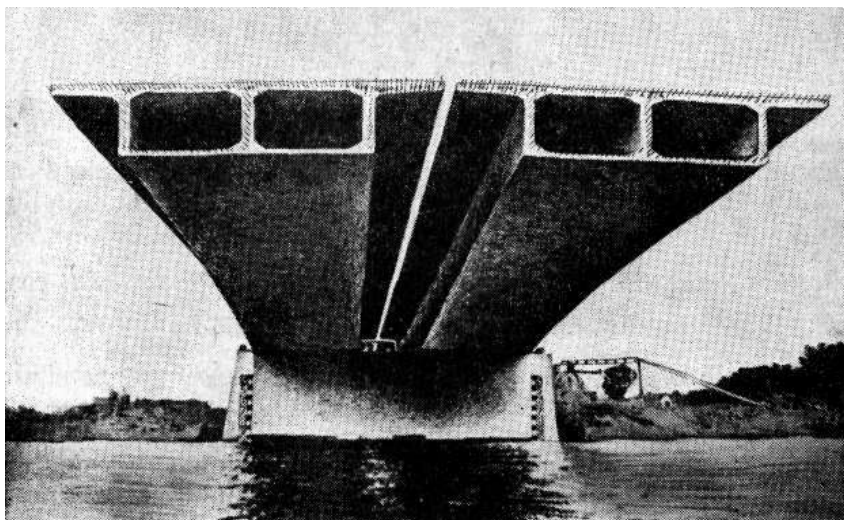


Рис. 1.13. Мост коробчатого сечения в процессе возведения [12]



Рис. 1.14. Бетонирование секций коробчатого сечения по методу match casting [8]

При завершении монтажа пролета или нескольких производится протягивание и натяжение напрягаемых канатов в каналах, образо-

ванных пластиковыми гофрированными трубами. Возможен вариант армирования мостовых конструкций канатами, расположенными вне бетонного сечения. Также предварительно напрягаемая арматура может быть расположена и поперек направления пролета, для армирования консолей.

Как и в случае строительства других пролетных конструкций, предварительное напряжение арматуры позволяет достичь значительной экономии стали и бетона, снизить нагрузки на опоры и фундаменты, в конечном счете, значительно сократить стоимость и сроки строительства. Снижение собственного веса конструкций также улучшает работу мостов при действии динамических нагрузок, что положительно сказывается на их долговечности. Предварительное напряжение арматуры позволяет возводить архитектурно выразительные мосты и путепроводы и решать задачу их взаимного расположения в пространстве за счет увеличения пролетов между опорами, что актуально в условиях плотной городской застройки.

Доступность элементов системы предварительного напряжения и вант для мониторинга технического состояния и замены вкуче с использованием материалов с длительными сроками эксплуатации позволяют значительно повысить срок службы столь дорогостоящих сооружений.

Промышленные сооружения

С использованием технологии предварительного напряжения в прострочных условиях могут быть возведены:

- бункеры, силосы, резервуары и хранилища, служащие для хранения различных сыпучих материалов, воды и прочих жидкостей, газов в сжиженном состоянии;
- защитные оболочки ядерных реакторов и прочие конструкции объектов энергетического строительства;
- водонапорные башни и другие высотные сооружения;
- силовые полы и фундаментные плиты промышленных зданий;
- армирование прямолинейных и криволинейных стен;
- оболочки покрытий (типа купольных).

Предварительно напрягаемые конструкции имеют следующие преимущества по сравнению с традиционными, с ненапрягаемой арматурой:

- *конструктивная гибкость* – возможность создания объектов различного очертания, что особенно важно для соответствия всем требованиям технологического процесса;

- *более эффективное использование свойств стали и бетона* – возможность уменьшения сечений элементов, увеличения пролетов, строительства резервуаров и силосов большего объема, экономичность;

- *водонепроницаемость* – при правильном конструировании, предварительно напряженные резервуары могут быть абсолютно водонепроницаемы; таким образом, сфера их применения расширяется, становится возможным хранение нефтепродуктов, сжиженных газов и жидких химикатов, повышается долговечность таких сооружений ввиду высокой трещиностойкости конструкций;

- *долговечность* – ввиду повышенной жесткости и герметичности, использования материалов высокой прочности, возможности осмотра и замены канатов напрягаемой арматуры срок эксплуатации масштабных и дорогостоящих сооружений увеличивается;

- *экономичность* – достигается за счет снижения расхода стали и бетона, уменьшения собственного веса конструкций и, как следствие, упрощения и удешевления фундаментов, сокращения сроков строительства.

Резервуары для воды являются одними из наиболее распространенных конструкций в ряду рассматриваемых. Они могут иметь различную в плане форму – круглую либо квадратную с закругленными углами; плоские плиты или купольные оболочки покрытия (рис. 1.15). Ввиду возрастания давления жидкости с увеличением высоты ее столба, высота стен резервуаров для воды зачастую не превышает 7.5–9 м.

Конструкции очистных сооружений включают в себя отстойники (для осаждения загрязняющих компонентов в виде осадка), аэраторы и прочие специальные сооружения. Особенностью таких сооружений являются особые требования к их герметичности для предотвращения утечек отходов и защиты окружающей среды.

Хранилища для сжиженного природного газа (Liquefied Natural Gas, LNG) и сжиженного попутного нефтяного газа (Liquefied Petroleum Gas, LPG) должны обеспечивать хранение газов при сниженных температурах (-5°C для LNG и -165°C для LPG). Сжиженный попутный нефтяной газ должен храниться под повышенным давлением, природный же газ хранится при атмосферном давлении. Таким образом, к хранилищам для сжиженных газов предъявляют два основных требования – высочайшая герметичность и отличные теплоизоляционные свойства. Для обеспечения заданных свойств применяют трехслойную конструкцию. Внутри предварительно напряженной бетонной оболочки помещают оболочку из никелевой стали, а между слоями этих материалов устраивают теплоизоляционный слой. Взаимное положение слоев конструкции может варьироваться.

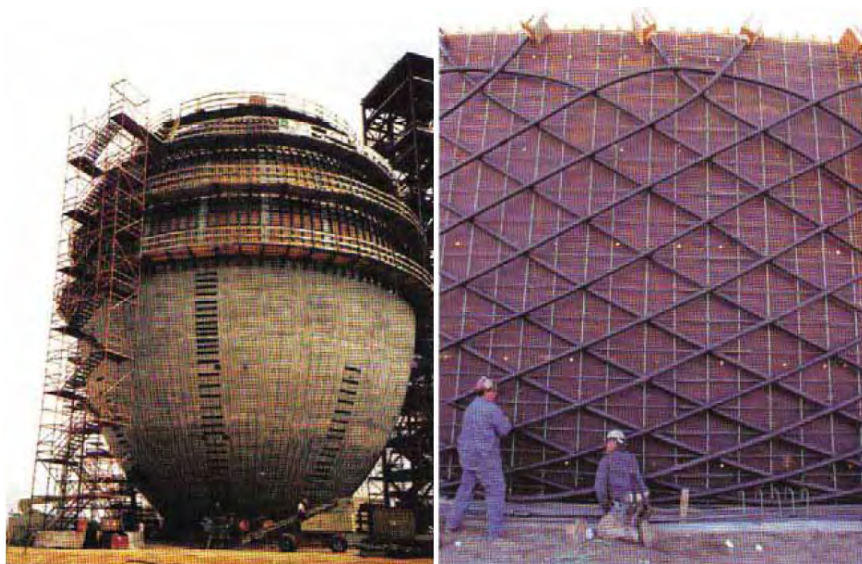


Рис. 1.15. Резервуар яйцеобразной формы (DSI, Германия) и пример раскладки напрягаемой арматуры в стенке резервуара квадратной в плане формы [10]

Силосы служат для хранения твердых сухих сыпучих материалов, чаще всего они имеют цилиндрическую в плане форму и значительную высоту. Такие конструкции целесообразно армировать в

скользящей опалубке. Для данных конструкций зачастую применяют систему предварительного напряжения со сцеплением арматуры с бетоном. Оболочки с арматурными канатами, не имеющими собственной оболочки, инъецируются цементным раствором после натяжения.

Впервые защитные корпуса ядерных реакторов с предварительным напряжением стали возводиться в США в начале 1960-х. В этот период подобных конструкций было возведено около 60. Диаметр их составлял от 30 до 45 м, высота – 45-65 м, толщина стенок – 900-1200 мм.

Выделяют два типа таких оболочек. В первом случае, все части реакторной установки находятся внутри единого монолитного предварительно напряженного корпуса. Во втором случае, поверх основного корпуса сооружается дополнительный защитный кожух с деталями системы охлаждения (рис. 1.16). Таким образом, корпус двухслойен. Конструкции второго типа более современные и могут выдержать более значительные экстремальные воздействия, вплоть до падения небольшого самолета.

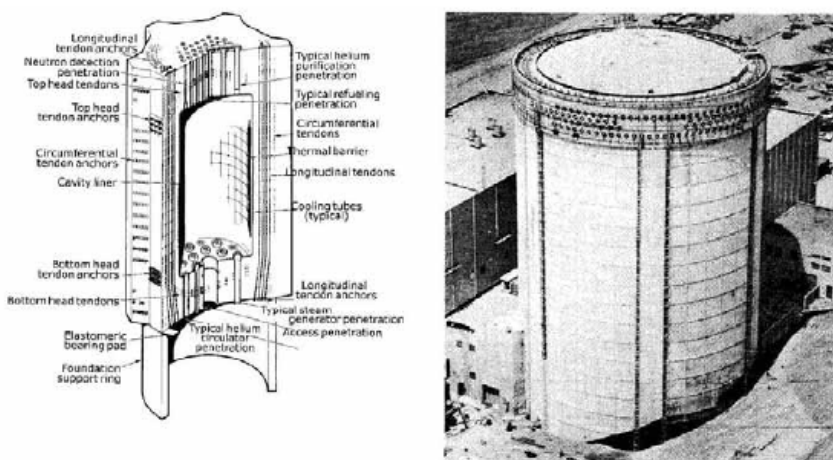


Рис. 1.16. Единый монолитный предварительно напряженный корпус (слева) и двухслойная оболочка ядерного реактора (справа) [10]



Рис. 1.17. Защитная оболочка ядерного реактора по системе freyssinet Daya-Bay (China, Китай)

Объекты ядерной энергетики являются особенно ответственными, т.к. возможные отказы способны привести к серьезным долгосрочным негативным последствиям. Особое внимание уделяется

недопущению утечек радиоактивных материалов и разгерметизации установок. Наружные оболочки корпусов реакторов рассчитываются не только на воздействие извне, но и на случай резкого повышения давления внутри оболочки (случай повреждения и разгерметизации внутреннего основного корпуса). Предварительно напрягаемая арматура чаще всего располагается горизонтально по окружности корпуса и анкерится в теле контрфорсов, расположенных по периметру окружности.

Предпочтительно использовать системы без сцепления арматуры с бетоном, для столь ответственных сооружений возможность осмотра и замены прядей крайне желательна.

Для данных конструкций в обязательном порядке должны быть проведены испытания деталей и материалов системы предварительного напряжения на предмет их работы в условиях радиоактивного загрязнения.

1.3. Сравнение вариантов конструктивного решения плиты покрытия автосалона

Предварительное напряжение в построечных условиях обеспечивает снижения расхода основных материалов (арматурной стали – до 40%, бетона – до 30%). Целесообразно выполнять предварительное напряжение перекрытий жилых и общественных зданий, плит перекрытий паркингов, фундаментных плит и плитных ростверков, конструкций мостов и путепроводов, различных промышленных сооружений (защитные оболочки реакторов, бункеры, силосы, резервуары, дымовые трубы, градирни, водонапорные башни, силовые полы и др.). Материалы систем предварительного напряжения находят применение при устройстве тросовых ограждений (barrier cable systems), которые отличаются высокой надежностью и просты в изготовлении.

Ряд источников указывает на возможность снижения высоты (толщины) конструкции с пост-напряжением относительно конструкции без него, работающей в аналогичных условиях. Так, согласно [13], плоская плита перекрытия на колоннах при ячейке 8x8 м при действии суммарной внешней нормативной нагрузки в 5 кПа имеет толщину 220 мм при предварительном напряжении и толщину 280 мм без него. Однако следует заметить, что снижение толщины конструкции не всегда равносильно ее удешевлению, т.к. помимо непосредственно количества бетона и ненапрягаемой арматуры следует учесть стоимость компонентов предварительного напряжения, напрягаемых арматурных канатов, компонентов инъекционного раствора. Следует также рассматривать трудоемкость того или иного решения, которая может повышаться из-за наличия дополнительных операций по устройству пост-напряжения или из-за сравнительно более высокой сложности конструкции определенного типа (например, балочное или кессонное по отношению к плите с плоскими балками или к плоской плите с капителями). Для выбора оптимального решения в некоторых случаях следует выполнить сравнение двух и более вариантов конструктивного решения.

Одной из конструкций, для которой рассматривалась возможность и целесообразность устройства предварительного напряжения, явилась плита покрытия выставочного зала автосалона бизнес-центра «Навигатор» (г. Минск) с ячейкой 12x12 м. Для данной кон-

струкции был выполнен предварительный поиск и сравнение конструктивных решений, в числе которых различные варианты балочных систем, кессонное перекрытие и плоская плита с предварительно напряженными плоскими балками. По результатам предварительного сравнения были выбраны два конкурирующих решения, по которым был выполнен расчет и конструирование, разработана рабочая документация со спецификациями, определен расход материалов.

Конструктивное решение 1 (рис.1.18) – кессонное перекрытие в опалубке многоразового использования по типу Geoplast Skydome. Данная опалубка представлена объемными пластиковыми элементами, образующими ячейки кессона, которые монтируются на систему перекрестных балок. Такая опалубка позволяет получить высокое качество поверхности бетона, объемные пластиковые элементы легко демонтируются, комплект в целом имеет высокую оборачиваемость (не менее 50 циклов). Общая толщина рассматриваемого кессонного перекрытия по результатам расчета по 1-й (ULS) и 2-й (SLS) группам предельных состояний составила 550 мм, толщина в тонком месте – 150 мм.

Ввиду сложной в плане формы плиты возникает необходимость изготовления доборных элементов опалубки из фанеры по месту. Для обеспечения прочности плиты при местном срезе в зоне плиты устраиваются плоские участки в полную толщину с поперечным армированием. Основное армирование плиты – стержни диаметра 12 мм с шагом 300 мм в обоих направлениях. Дополнительное верхнее армирование – диаметра 20 мм с шагом 100 мм в обоих направлениях в зоне колонн. Армирование балок кессона выполняется стержнями диаметров 25 мм (нижнее) и 16 мм (верхнее) по 2 штуки, поперечное армирование - двупетлевые хомуты диаметром 8 мм из арматуры класса S240, шаг – 180 мм. Для обеспечения временной устойчивости хомутов также используются стержни диаметром 6 мм из арматуры класса S240.

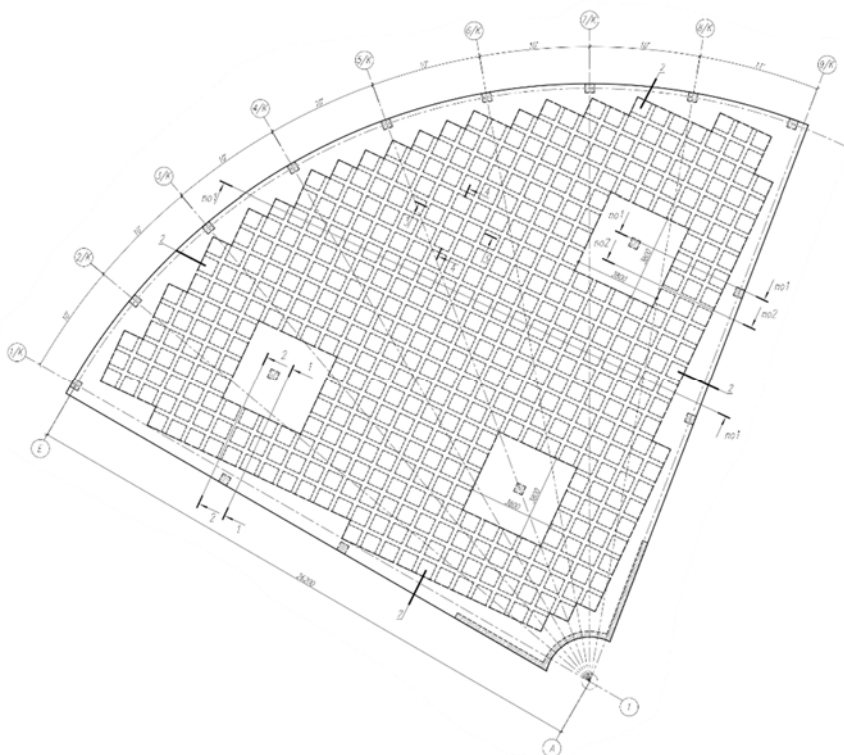


Рис 1.18. Конструктивное решение 1 – кессонное перекрытие

Конструктивное решение 2 (рис.1.19) – плита перекрытия с пост-напряженными плоскими балками шириной 2000 мм. Толщина конструкции максимальная (сечение по плоской балке) – 450 мм, минимальная (сечение по плите) – 250 мм.

Применена система предварительного напряжения со сцеплением напрягаемой арматуры с бетоном по типу СТС (РФ [15]). Предварительное напряжение каждой плоской балки выполняется 5-ю пучками из пяти канатов диаметром 15.7 мм Y1860S7 по СТБ EN 10138-3. Анкер активной стороны – типа АКС-5 (СТС, РФ), пассивной стороны – бетонировуемый. Пучки канатов размещаются в стальных гофрированных каналобразователях с их последующей инъекцией. Ненапрягаемая арматура плиты – основная нижняя диамет-

ром 16 мм с шагом 200 мм и основная верхняя 12 мм с шагом 200 мм. Дополнительная верхняя диаметром 20 мм с шагом 100 мм. Поперечное армирование устанавливается из условия обеспечения прочности плиты при местном срезе с учетом усилия обжатия. Армирование контурной ненапрягаемой балки – 4 стержня диаметра 20 мм в растянутой зоне, хомуты диаметром 8 мм из арматуры класса S240.

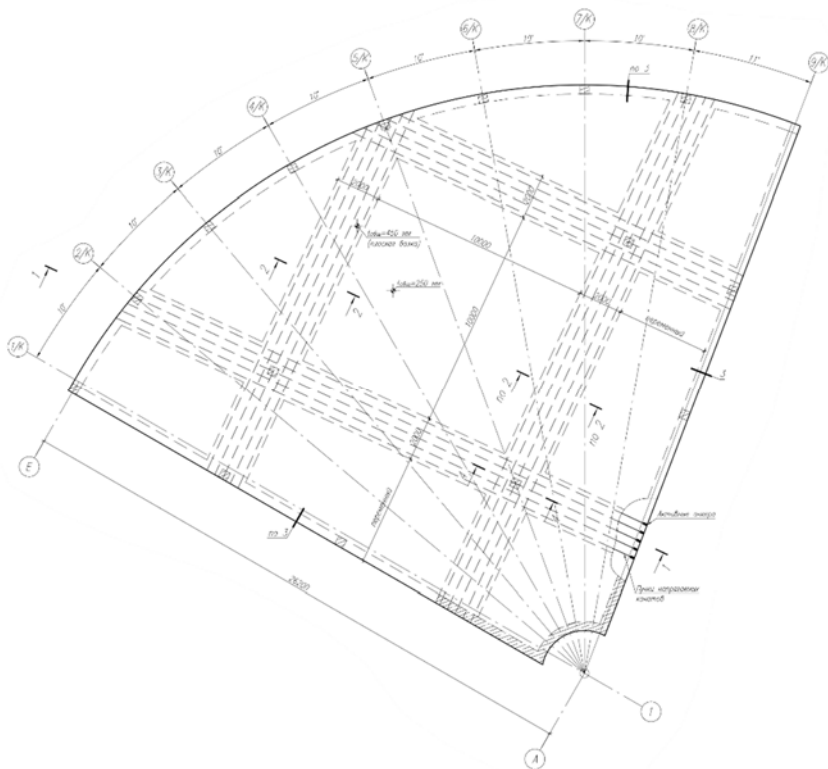


Рис 1.19. Конструктивное решение 2 – плита с пост-натяженными балками

Расчет предварительно напряженного перекрытия (рис.1.20) выполнен в программном комплексе MicroFe, напрягающие элементы моделировались при помощи соответствующих элементов. Усилия предварительного обжатия после потерь было определено в соот-

ветствии с принятым способом натяжения и в соответствии с характеристиками системы (параметры трения канат-каналообразователь, величина втягивания цанги и др.) и передано в программный комплекс вместе с геометрическими параметрами трассировки.

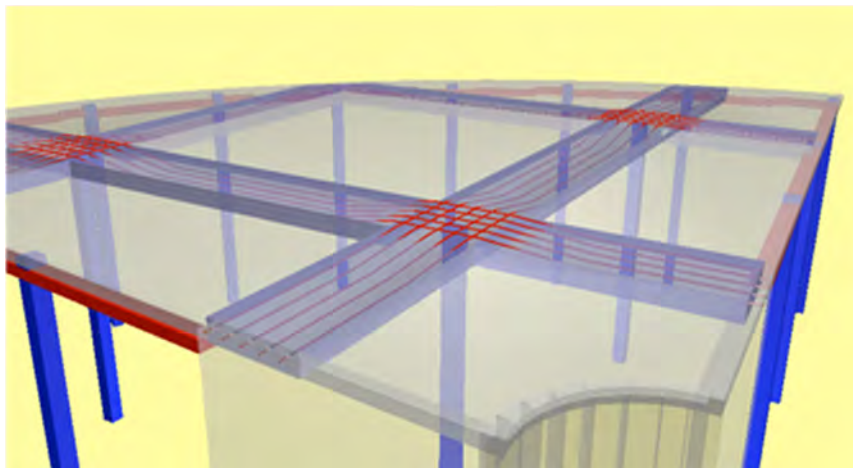


Рис 1.20. Вид расчетной модели пост-натяженной плиты в ПК MicroFE.

В результате проектирования по 2 вариантам были получены величины расходов материалов (результаты приведены в таблице 4), стала возможна оценка трудоемкости решений. Стоимость материалов конструкций предварительно напряженного перекрытия оказалась ниже всего на 5% несмотря практически двукратное сокращение количества ненапрягаемой арматуры и значительное (на 19.7%) сокращение расхода бетона. Меньшее количество данных материалов оказалось скомпенсировано применением бетона более высокого класса (С30/37 против С25/30) для предварительно-натяженной конструкции и дополнительными затратами на непосредственно компоненты системы пост-натяжения (канаты, анкера, каналообразователи и др.). Результаты сравнения приведены в таблице 1.6.

Таблица 1.6

Сравнение вариантов конструктивного решения плиты покрытия
выставочного зала автосалона

| Показатель | Кессонная плита покрытия | Плита покрытия с пост-напряженными плоскими балками |
|---|-----------------------------|---|
| Ненапрягаемая арматура классов S240 и S500, т | 30.2 | 15.9 |
| Бетон, м ³ | 213 (C25/30) | 171 (C30/37) |
| Канаты 15.7 мм Y1860S7 по СТБ EN 10138-3, т/у.е. | – | 2.633/5135 |
| Анкер АКС-5 комплектов/у.е. | – | 20/2940 |
| Анкер БКА-5 комплектов/у.е. | – | 20/340 |
| Каналообразователи гофри- рованные с инъецированием мп/у.е. | – | 500/2020 |

Следует отметить, что процесс устройства кессонного перекрытия намного более трудоемок в сравнении с пост-напряженным ввиду высокой сложности и продолжительности работ по устройству опалубки и по распалубке, ввиду сложности армирования кессона, в особенности - установка большого количества неустойчивых хомутов в ребрах. Работы по устройству пост-напряженного перекрытия связаны с монтажом системы предварительного напряжения, с работами по натяжению канатов (выполняются при наборе бетоном передаточной прочности до распалубки плиты звеном из 2 рабочих) и по инъецированию каналов (не позднее 3 месяцев после бетонирования). Итого, совокупная прогнозная продолжительность производства работ по устройству пост-напряженного перекрытия на 50-60% ниже сроков устройства кессонного перекрытия.

Следует также отметить снижение собственного веса пост-напряженного перекрытия относительно кессонного.

Таким образом, пост-напряженная плита при сравнимой (чуть меньшей) стоимости отличается меньшей трудоемкостью, несмотря на наличие специфических операций (монтаж системы пост-напряжения, натяжение, инъекция). Следует отметить, что из-за криволинейного очертания рассмотренной плиты перекрытия максимальный эффект от предварительного напряжения достигнут лишь на участке ячейки 12x12 м, за ее же пределами действие предварительного обжатия используется менее эффективно. Для конструкции с большим количеством большепролетных участков эффект от применения пост-напряжения будет более значителен.

По результатам сравнения вариантов заказчиком было принято решение отказаться от устройства ячейки 12x12 м в пользу ячейки 6x6 м, т.к. дополнительные затраты на возведение большепролетной конструкции покрытия для данного здания не обеспечивали роста прибыли от последующей реализации площадей. Однако, предпочтение в сравнении вариантов заказчиком было отдано именно пост-напряженной конструкции ввиду простоты ее формы и значительно меньшей трудоемкости при чуть меньшей стоимости.

1.4. Область эффективного применения технологии пост-напряжения. Здание паркинга

Важной задачей является определение области наиболее эффективного применения пост-напряжения с учетом характерных особенностей объекта, а при рассмотрении технологии в контексте импортозамещения поправка должна быть сделана и на региональные особенности. Как показал пример сравнительного расчета, предварительное напряжение в построечных условиях в общем случае является более эффективным решением по сравнению с традиционными конструкциями перекрытия при одинаковых исходных данных (величины пролетов, действующие нагрузки). Таким образом, решением задачи по определению целесообразности пост-напряжения перекрытий становится ответ на вопрос, необходимо ли устройство больших пролетов в данном здании с учетом его функционального назначения либо диктуют ли воздействия на здание

необходимость устройства мощных конструкций, которые более экономичны в исполнении с пост-напряжением.

Показательным примером, иллюстрирующим преимущества устройства больших пролетов в аспекте использования внутреннего объема, является здание паркинга. Явным численным показателем эффективности использования внутреннего пространства паркинга является количество машиномест на единицу площади. На рисунке 5 показаны два варианта планировки.

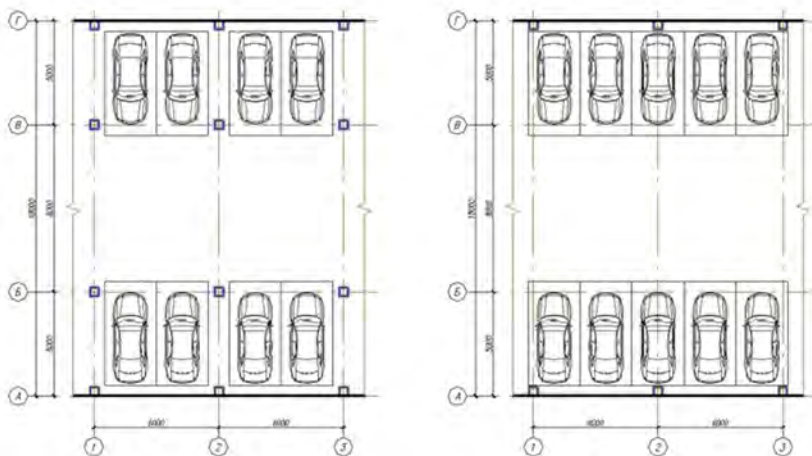


Рис 1.21. Вариант планировочного решения паркинга 1 (слева) и 2 (справа)

Для варианта 1 характерна более густая сетка колонн (пролеты 5-8 м), машиноместа располагаются парами между колоннами каркаса. Вариант 2 предполагает увеличение пролета конструкции покрытия до 17-18 м, при этом становится возможным расположение машиномест сплошным рядом, их количество увеличивается на 18-20% по сравнению с вариантом 1 при неизменной площади здания. Также в числе преимуществ 2-го варианта планировки следует назвать лучшую освещенность и обзорность пространства, а снижение количества вертикальных несущих конструкций при близком значении собственного веса каркаса позволяет говорить о более экономичных конструкциях фундаментов.

Одним из примеров такого здания является паркинг в составе ТРК «Galleria Minsk» (Renaissance Construction), величина пролета конструкций перекрытия в котором достигает 17 м (рис.1.22).

Увеличение пролета позволило значительно (на 18%) увеличить количество размещаемых машиномест, что в условиях плотной застройки позволило эффективно использовать пространство площадки, при этом чрезмерно не увеличивая этажность (общую высоту) здания. Предварительно напряженные балки имеют сечение 500x700 мм, плитная часть имеет толщину 180 мм. Применена система предварительного напряжения Freyssinet C-Range. Расчет предварительно напряженных конструкций выполнен специалистами Freyssinet (Франция, РФ). Для определения возникающих при действии прикладываемых на различных стадиях работы конструкции усилий и необходимого дополнительного армирования был использован программный комплекс Adapt PT, который позволяет рассмотреть балочную плиту как совокупность плоских рам (support lines, метод эквивалентной рамы), в сечениях которых и определяются усилия и армирование. По результатам расчета был разработан комплект документации, который содержит опалубочные чертежи, схемы раскладки ненапрягаемой арматуры плиты и балок и трассировки пучков канатов.

Сотрудниками кафедры «Технология строительного производства» БНТУ выполнялось научное сопровождение строительства объекта ТРК «Galleria Minsk», что позволило глубоко проанализировать принятые конструктивные решения и процесс производства работ.

Сотрудниками кафедры была разработана технологическая карта на предварительное напряжение монолитных железобетонных плит перекрытия и покрытия в построечных условиях для систем со сцеплением напрягаемой арматуры с бетоном, которая приведена в приложении 3.



Рис 1.22. Конструкция перекрытия паркинга ТРК «Galleria Minsk»

1.5. Выводы по главе 1

По результатам исследования следует обозначить следующие направления импортозамещения технологии предварительного напряжения монолитных железобетонных конструкций в построечных условиях, которые могут быть реализованы в Республике Беларусь в настоящее время:

- поиск области эффективного применения технологии с учетом региональных особенностей и требований к конкретному объекту строительства;
- проектирование зданий с пост-напряженными конструкциями на основании ТНПА РБ;
- организационно-технологическое проектирование (разработка технологических карт, проектов производства работ, технических регламентов и др.);
- производство работ (с применением импортных изделий, материалов и оборудования с возможностью их последующей замены отечественными аналогами).

В главе 1 приведена классификация и сравнительный анализ систем предварительного напряжения. В таблице 1.1 приведено срав-

нение различных решений при размещении арматуры в пределах бетонного сечения по ключевым параметрам. Особняком стоят системы с размещением арматуры вне бетонного сечения.

Область применения технологии затрагивает:

- перекрытий паркингов, промышленных, торговых и офисных зданий;
- перекрытий жилых зданий с площадью помещений более 100 м²;
- ригелей перекрытия;
- железобетонного несущего ядра многоэтажных зданий;
- несущих колонн с повышенной гибкостью;
- каркасов зданий в сейсмически опасных районах, либо подверженных влиянию динамических воздействий;
- оболочек перекрытий спортивных и развлекательных комплексов;
- защитных оболочек ядерных реакторов, градирен, резервуаров, прочих специальных сооружений промышленного назначения;
- фундаментов;
- аэродромных покрытий.

Опыт возведения железобетонных каркасов с предварительным напряжением в построечных условиях зарубежными специалистами показывает, что применение данной технологии позволяет:

- сократить сроки возведения каркаса здания;
- уменьшить толщину конструкций перекрытия и покрытия;
- снизить собственный вес каркаса здания, что особенно важно при работе в условиях действия динамических нагрузок;
- упростить конструкции фундаментов, сократить сроки производства работ нулевого цикла;
- возводить здания с большими пролетами, что позволяет эффективнее использовать внутренний объем;
- повысить стойкость конструкции по отношению к действию агрессивных сред за счет сниженного трещинообразования;

Специфика технологии пост-напряжения позволяет производить мониторинг состояния конструкции, корректировать усилия в арматурных канатах, значительно повышает ремонтпригодность конструкций.

Среди широкого спектра направлений дальнейших исследований следует особо выделить вопросы контроля качества конструкций с пост-напряжением. Разработанная технологическая карта содержит указания по контролю качества производства работ, однако не охватывает вопросы оценки качества конструкций в процессе их эксплуатации.

Также следует отметить высокий потенциал применения пост-напряжения в сочетании с другими технологиями (монолитные конструкции с пустотообразователями, сборно-монолитные конструкции [13]), которые могут потенциально обеспечить ресурсосбережение и повысить качество продукции строительного комплекса Республики Беларусь.

ГЛАВА 2. ХАРАКТЕРИСТИКИ ОСНОВНЫХ ПРИМЕНЯЕМЫХ МАТЕРИАЛОВ И ИЗДЕЛИЙ СИСТЕМ ПОСТ-НАПРЯЖЕНИЯ

2.1. Анкерная система

Закладная деталь обеспечивает одновременно передачу усилий преднапряжения в бетон конструкции, а для систем multistrand – также и направление каната в каналообразователе к анкерному блоку. Она имеет передающие поверхности, снабжена пазами и отверстиями, обеспечивающими крепление к опалубке при помощи болтов, шайб и гаек. Крепление закладных деталей систем monostrand без сцепления арматуры с бетоном производится конструктивно устанавливаемым дополнительным арматурным стержням (рис. 1.1).

Приходящаяся на анкерные устройства нагрузка зачастую достаточно велика. Натяжение прядей производится до напряжений, составляющих до 80% предела текучести в момент натяжения. При проявлении потерь предварительного напряжения нагрузка на анкер снижается, однако все равно остается значительной, особенно для систем multistrand. Анкерные устройства конструируют из расчета восприятия нагрузки при напряжениях в арматуре величинной в 0.95 предела текучести, что обеспечивает их достаточную надежность [10].

Закладные детали изготавливают из ковкого чугуна с пластинчатым графитом EN GJL-250 в соответствии с нормативом EN 1561.

Цанги служат для передачи усилия каната анкерному блоку посредством конического захватывания. Форма цанги, применяемой в системах предварительного напряжения FREYSSINET – это усеченный конус с отверстием, разделенный на 3 части по 120°, называемые лепестками, соединенные при помощи кольца. Внутреннее отверстие снабжено резьбой для обеспечения сцепления цанги с прядью во время обжатия, обусловленного передачей усилия. Прочность цанги должна быть достаточна для выполнения этой функции. Конусность и состояние внешней поверхности являются важными факторами для обеспечения радиального давления, необходимого для анкеровки системы цанга-прядь. Цанги изготавливают-

ся из легированной цементованной стали в соответствии с нормативом NF EN 10084, обработанной, цианированной и закаленной.

Анкерный блок воспринимает усилие, прикладываемое к прядям через закусывание цапг, и передает его в бетон конструкции посредством закладных деталей. Это деталь с коническо-цилиндрическими отверстиями с параллельными осями.

Специалисты РТИ выделяют два типа анкерных блоков (bearing plates): обыкновенные (basic) и специальные (special). Обыкновенные анкерные блоки применяют зачастую в системах unbounded monostrand, они рассчитаны на восприятие относительно небольших усилий. Специальные анкерные блоки применяются в системах multistrand, служат для закрепления большего числа прядей и восприятия больших усилий.

Для обеспечения достаточной прочности бетона в зоне установки закладных деталей на смятие устанавливают дополнительные арматурные элементы в виде плоских сеток, спиралей в сборе с закладной деталью. гнутых элементов.

В системах multistrand и bounded monostrand для соединения закладной детали и гофрированного каналообразователя применяют соединительные трубки, выбираемые в соответствии с перечисленными ниже нормативами:

EN 10305-3: Калиброванные сварные трубки.

EN 10216: Бесшовные трубки.

EN 10217: Сварные трубки.

EN 10219: Трубки из мелкозернистой стали.

Трубка расширяется так, чтобы ее можно было установить на внешний выходной диаметр закладной детали.

В зависимости от типа системы пост-напряжения, анкерные устройства могут иметь некоторые различия в конструкции.

Анкерные приспособления систем unbounded monostrand

Как было сказано выше, данные анкерные приспособления являются наиболее простыми, т.к. воспринимают усилие от единственной пряди. При относительно простом очертании армируемой плиты перекрытия либо покрытия, целесообразно поставлять все компоненты системы пост-напряжения в сборе. Пряди с закрепленными анкерными деталями и навинченными защитными колпаками

разбиваются на марки по длине и поставляются смотанными в бухту, с прикрепленными маркировочными ярлыками (рис. 2.1).



Рис. 2.1. Поставка компонентов системы unbounded monostrand

Комплект поставки (рис. 2.2) включает следующие элементы: непосредственно закладная деталь, объединенная с анкерным блоком, цанга, нишеобразователь (pocket former, рис. 2.3), защитный колпак. Нишеобразователь служит для устройства углубления в торце армируемой конструкции, устраиваемого с целью скрыть анкерное устройство и оставляемый свободный конец. Форма нишеобразователя в зависимости от угла его атаки по отношению к плоскости торца конструкции может различаться.

Решения закладных деталей могут варьироваться от производителя к производителю. Так, в номенклатурном ряду ООО «Следящие Тест-Системы» имеется анкер марки АКД, служащий для закрепления пары прядей в индивидуальных оболочках из ПЭВП, не заключенных в общий каналобразователь. Конструктивно, такая система аналогична системе unbounded monostrand. Показанная на рисунке 2.4 спираль местного армирования поставляется опционально (по требованию заказчика).



Рис. 2.2. Комплект поставки системы unbounded monostrand

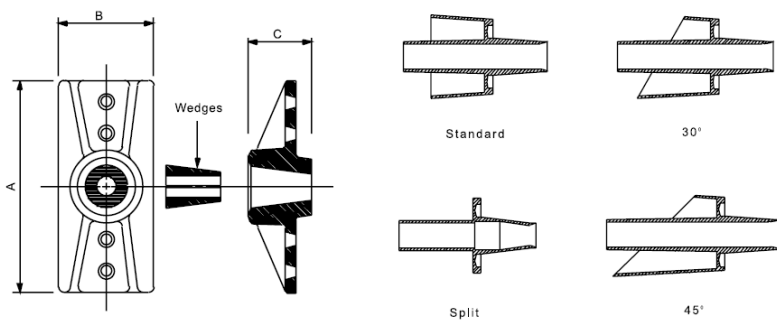


Рис. 2.3. Закладная деталь (слева) и различные типы нишеобразователей (справа), VSL (США)



Рис. 2.4. Анкер марки АКД пр-ва ООО «Следящие Тест-Системы» (РФ)

Анкерные приспособления систем multistrand

В отличие от рассмотренных выше анкерных приспособлений систем unbounded monostrand, данные детали служат для восприятия усилий от пучка канатов, т.е. значительно бóльших по величине.

Системы с несколькими канатами в пучке предполагают расположение натягиваемой арматуры в каналообразователе с последующим инъецированием. Закладные детали таких систем должны иметь специфические приспособления для инъецирования каналов. В зависимости от последовательности производства операций, принятой производителем (натяжение арматуры – инъецирование либо инъецирование – натяжение арматуры), нагнетание смеси в канал может производиться либо посредством встроенного в закладную штупера (системы DSI, Германия, рис. 2.5), либо посредством муфты инъецирования многоразового использования (System C, Freyssinet, Франция, рис. 2.6).

Форма закладных деталей различается в зависимости от типа армируемой конструкции и требуемого количества арматурных канатов, приходящихся на один анкерный блок. Так, для армирования плит применяют уплощенные анкеры на 3-4 каната, а для армирования ригелей – плитные круглые блоки для закрепления 5-7 и более канатов и соответствующие закладные (рис. 2.5).

Система предварительного напряжения в построечных условиях предполагает натяжение канатов после бетонирования конструкции. Гидравлический домкрат устанавливается на конце пряди, называемом активным, соответственно анкер, со стороны которого производится натяжение, называется активным анкером, а анкер с противоположной стороны – пассивным.

В случае устройства систем без сцепления арматуры с бетоном зачастую применяю аналогичные детали для обеих сторон, различие заключается лишь в устанавливаемых защитных колпаках. Колпак активной стороны служит для консервации свободных концов канатов, необходимых для захвата пряди гидравлическим домкратом в случае необходимости.

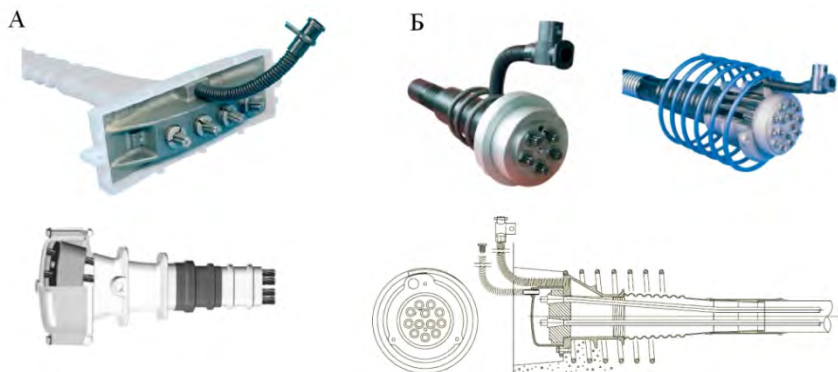


Рис. 2.5. Анкерные приспособления производства DSI (Германия) со встроенными штуцерами инъектирования (А – плоские, для армирования плит; Б – для армирования ригелей)

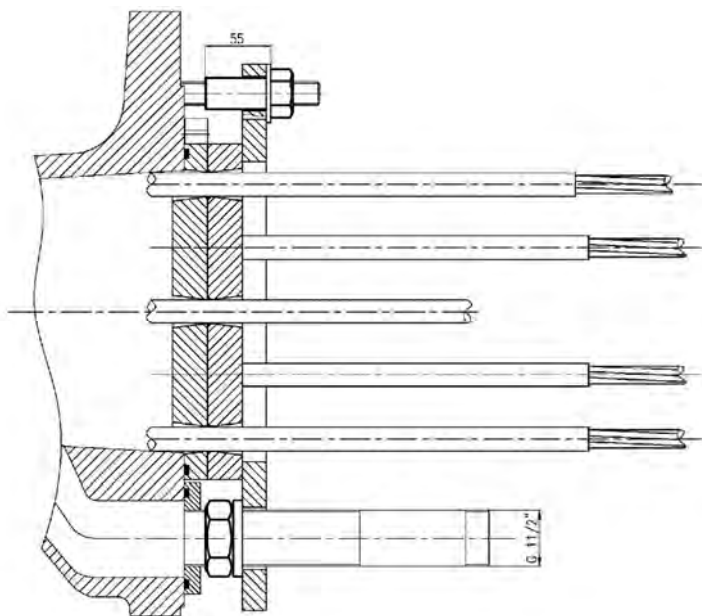


Рис. 2.6. Муфта герметичности для инъектирования системы пост-напряжения Freyssinet System C (Франция)

Системы со сцеплением арматуры с бетоном не предполагают возможности замены пряди, потому пассивный анкер может быть выполнен в облегченном бетонированном варианте.



Рис. 2.7. Анкер бетонировый каркасный (слева) и обжимной (справа), СТС (РФ)

2.2. Оболочки-каналообразователи

Оболочки и муфты предназначены для замоноличивания в бетоне с целью формирования пространства для протягивания преднатяженных канатов и его инъектирования цементным раствором. В системах пост-натяжения без сцепления арматуры с бетоном каналообразователи исключают смещение пучка прядей при бетонировании. Кроме того, последующее инъектирование канала, производимое под давлением, позволяет качественно обетонировать арматурные канаты в пучке. В системах без сцепления арматуры с бетоном оболочка-каналообразователь выполняет защитную функцию, позволяет осуществить протяжку пряди после бетонирования конструкции, а качественное заполнение канала без пустот обеспечивает как сцепление арматуры с бетоном и передачу усилия, так и защиту канатов от коррозии.

Оболочки могут быть выполнены из пластика или металла и быть круглыми либо овальными в сечении (рис. 2.8).

Металлическая гофрированная оболочка для внутреннего преднатяжения изготавливается путем непрерывного наматывания и скрепления плоской гофрированной ленты из листовой стали, либо путем непрерывной продольной сварки. Металлическая лента должна иметь качество "DX 51 D" в соответствии с европейским

нормативом EN 10142. Оболочка должна быть герметична для цементной смеси, также для бетона и его выпота. Местные дефекты, такие как выпуклости или впадины допустимы при условии, что внутренний номинальный диаметр не уменьшается более чем на 5 мм. Данный критерий обеспечивает допустимую деформацию при транспортировке и хранении.

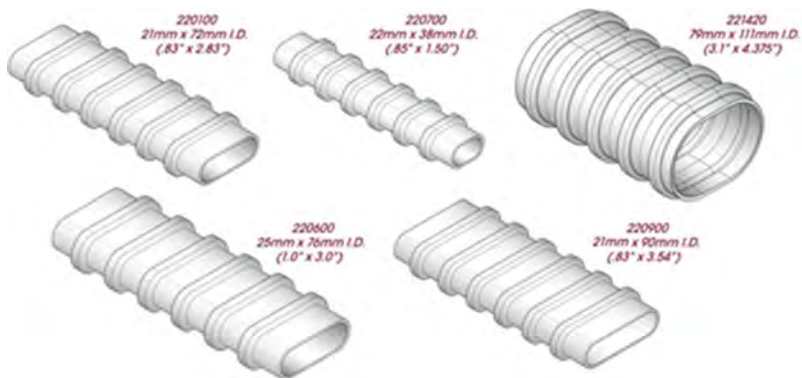


Рис. 2.8. Гофрированные оболочки-каналообразователи

Сегменты оболочки соединены муфтами большего диаметра, которые обеспечивают механическую непрерывность и герметичность оболочки.

Оболочки должны быть помещены на деревянные поддоны и защищены от влаги. Они должны быть покрыты герметичным чехлом и проветриваться в достаточной степени во избежание конденсации. Оболочки собраны связками для транспортировки в контейнере. Поддоны помещаются между связками для облегчения разгрузки и избегания образования конденсата на оболочках. Ярлык для отслеживания, с указанием размеров и номера партии, должен быть прикреплен к каждой связке оболочек. Карточка отслеживания должна поставляться с каждой отправкой.

Оболочка системы пост-напряжения FREYSSINET имеет номинальный внутренний диаметр 65 мм с допуском ± 1 мм. Номинальная толщина - 0.5 мм с допуском ± 0.05 мм.

Муфты предназначены для обеспечения механической непрерывности оболочки без угловой деформации вдоль каната. Они из-

готовавливаются из небольших отрезков оболочки большего внутреннего диаметра, чем сама оболочка.

номинальный внутренний диаметр - 70 мм с допуском ± 1 мм;

номинальная толщина - 0.5 мм с допуском ± 0.05 мм;

номинальная длина - 200 мм с допуском ± 20 мм.

2.3. Прядь в индивидуальной оболочке со смазкой

Покрытие пряди индивидуальной оболочкой (рис. 2.9) производится методом экструдирования продукта из полиэтилена высокой прочности (ПЭВП). Прядь состоит из семи тянутых проволок, свитых спиралеобразно.

Таблица 2.1

Характеристики пряди

| Характеристики пряди | Значение | Ед. изм. |
|---|--|--------------------|
| Нормативный диаметр | 15.7 | мм |
| Класс сопротивления | 1860 | Н/мм ² |
| Нормативное сечение (A_p) | 147-153 | мм ² |
| Линейный вес | 1148-1194.9 | г/м |
| Шаг свивки | 220-283 | мм |
| Нормативные значения максимальной нагрузки (f_m) | 279 | кН |
| Нормативные значения нагрузки при условном пределе текучести при 0,1% ($F_p 0,1k$) | 248 | кН |
| Общее минимальное удлинение при максимальной нагрузке (A_{gt}) | 3.5 | % |
| Максимальная релаксация за 1000 ч : 1: 70% f_m при 20°C (240h) 2: 80% f_m при 20°C (240h) 3: 70% f_m при 40°C (240h) | 2.5 (э/п 1000 ч) 4.5 (э/п 1000 ч) 3.0 (э/п 1000 ч) | % |
| Прочность на растяжение с отклонением (D) | 28 | % |
| Модуль упругости | 185-215 | кН/мм ² |

Перевозка должна осуществляться в закрытом транспорте. Любой контакт с предметами, способными оказать химическое или физическое воздействие, должен быть исключен. Пол транспортного средства должен быть чистым. Транспортные операции во время

погрузочно-разгрузочных работ должны осуществляться с большой осторожностью, с использованием надлежащих приспособлений для того, чтобы не повредить и не деформировать пряди. Разгрузка на стройплощадке должна производиться под ответственным контролем генподрядчика. По прибытию, бобины должны быть складированы в крытом хранилище (ангаре). Не допускается складирование бобин более чем в 1 ряд.

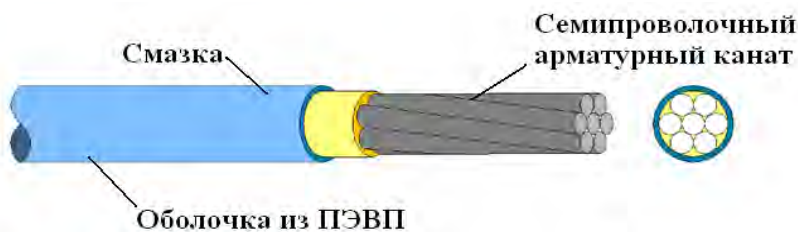


Рис. 2.9. Прядь в оболочке со смазкой

Каждая бобина должна быть промаркирована двумя прочными несмываемыми ярлыками: один прикреплен к концу пряди перед упаковкой и второй - к внешней части бобины (закреплен скобами на ободке деревянной катушки). Оба ярлыка несут перечисленные ниже данные:

- координаты завода-изготовителя;
- обозначение номера партии;
- номер плавки;
- номер бобины;
- вес нетто бобины;
- длина пряди.

2.4. Смесь для инъектирования

Цементная инъекционная смесь служит для обеспечения сцепления арматуры с бетоном конструкции и защиты ее от коррозии. В процессе инъектирования должно быть обеспечено сплошное заполнение канала без полостей, что достигается использованием подвижной смеси, не расслаивающейся с течением времени. Отсло-

ние воды в инъекционных растворах приводит и образованию полостей, а в случае промерзания конструкции – к ее местному повреждению. Достаточная подвижность раствора при отсутствии расслоения достигается внесением добавок-суперпластификаторов при минимальном водоцементном отношении.

РТГ выделяют 4 типа инъекционных растворов:

А – для использования в условиях неагрессивных сред;

В – для использования в условиях действия агрессивных сред;

С – универсальная, для сред вне зависимости от их агрессивности;

Д – раствор с особыми свойствами, для особо ответственных конструкций.

Цементная смесь, используемая компанией FREYSSINET, состоит из воды, добавок и цемента, изготовленного в смесителе высокой турбулентности. Цемент марки Holcim, завода-изготовителя Dannes. Тип Supretresscem CEM I 42,5 N-LH CE PM-ES-CP2 NF в соответствии с нормативом EN 197-1. Цемент поставляется в герметичных мешках по 25 или 50 кг. Допуск по весу мешка 2%.

Мешки с цементом должны храниться в сухом проветриваемом помещении во избежание конденсации. Цемент с признаками намокания должен быть удален.

Дата производства цемента должна быть четко указана для возможности контроля срока годности цемента перед его применением. Цемент должен быть использован в течение 3-х месяцев от даты его производства.

Вода должна соответствовать нормативу EN 1008. Питьевая вода признана соответствующей.

Тип добавки – Holcim Superstresscem.

Соответствует нормативу EN 934-4. Допуск по дозировке добавки $\pm 1\%$ Добавки должны храниться в сухом вентилируемом помещении. Температура хранения ни в коем случае не должна опускаться ниже 5°C. Смесь упакована в гидрорастворимый мешок. 1 мешок используется на 25 кг цемента.

2.5. Муфта герметичности

Муфта герметичности применяется для систем, не имеющих штуцера инъектирования, встроенного в закладную деталь, и позволяет производить нагнетание смеси в канал до натяжения прядей. В случае, когда пряди не натянуты, а анкерный блок с цапгами не установлен, требуется обеспечить герметичность канала в зоне закладной детали.

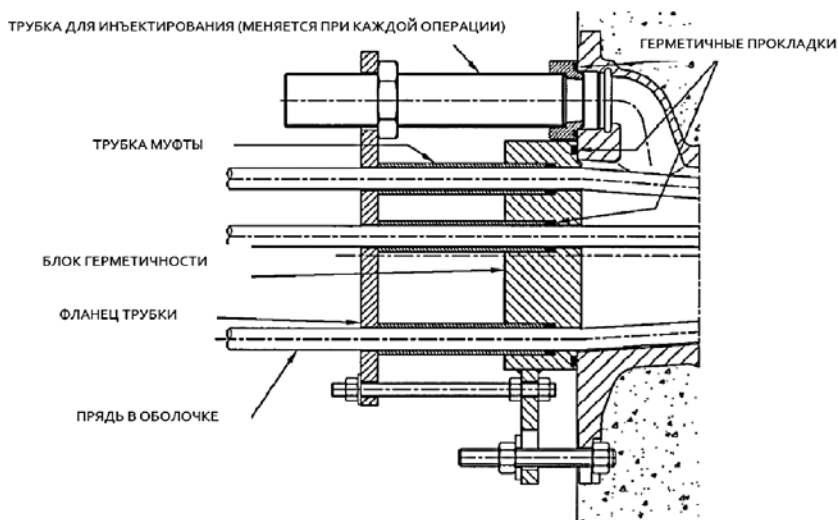


Рис. 2.10. Система муфты герметичности

Система состоит из следующих элементов:

- блок герметичности;
- герметичные прокладки на стыке блок герметичности/закладной раструб;
- герметичные прокладки на стыке блок герметичности/трубка муфты герметичности;
- трубка муфты герметичности;
- поддерживающая плита;
- трубка для инъектирования;
- герметичный наконечник;

– герметичная прокладка на стыке герметичный наконечник/закладная деталь.

Блок герметичности применяется на внутренней поверхности закладной детали (раструба). Это кольцевая деталь с цилиндрическими отверстиями с параллельными осями, идентичными отверстиям анкерного блока. Демонтаж блока герметичности должен осуществляться без ударов, способных его деформировать. Блок герметичности должен быть тщательно очищен после каждого использования.

Прокладки обеспечивают герметичное соединение стыков по месту их постановки. Прокладка имеет диаметр 8 мм и изготавливается из нитрила 65 Sha/70 Sha (торцевая прокладка типа Parker 2-324.). Наличие и состояние прокладок должно проверяться перед каждой установкой муфты герметичности.

Поддерживающая плита позволяет поддерживать трубку муфты герметичности, а также трубку для инъектирования. Поддерживающая плита изготавливается из стали S235 JR в соответствии с нормативом NF EN 10025. Плоскостность плиты должна проверяться перед каждой установкой муфты герметичности.

Трубка для инъектирования позволяет соединить выходное отверстие муфты герметичности со шлангами для инъектирования. Ее внешняя поверхность снабжена резьбой для возможности привинчивания к поддерживающей плите при помощи контргайки.

Стандартная трубка имеет тип 33.7x3.2 в соответствии с нормативом ENF A 49 112 или NF A 49 311.

Для каждого каната должна применяться новая трубка.

Герметичный наконечник обеспечивает соединение между трубкой для инъектирования и выходным отверстием муфты герметичности. Наконечник изготавливается из стали S235JR в соответствии с нормативом EN 10025.

Герметичный наконечник должен быть тщательно очищен после каждого использования, наличие следов цемента на его поверхности не допускается.

ГЛАВА 3. КОМПЛЕКТ ОБОРУДОВАНИЯ ДЛЯ УСТРОЙСТВА ПРЕДВАРИТЕЛЬНОГО НАПРЯЖЕНИЯ В ПОСТРОЕЧНЫХ УСЛОВИЯХ

3.1. Домкраты гидравлические

Гидравлические домкраты двойного действия предназначены для натяжения арматурных канатов. Рабочие характеристики данных механизмов могут различаться от производителя к производителю, однако основные показатели схожи (табл. 3.1).

Таблица 3.1
Основные характеристики домкратов СТС (РФ)

| Тип | Число одно- временно натягиваемых канатов | Усилие натяжения, кН | Рабочее давление, МПа | Ход поршня, мм | Масса, кг |
|-------|---|----------------------|-----------------------|----------------|-----------|
| ДН-1 | 1 | 260.7 | 70 | 200 | 16 |
| ДН-4 | 4 | 927 | 70 | 300 | 130 |
| ДН-19 | 19 | 5253 | 70 | 400 | 800 |
| ДНН-1 | 1 | 218 | 70 | 200 | 16 |
| ДНН-4 | 4 | 972 | 70 | 160 | 90 |

Домкраты для натяжения одной пряди (ДН-1, ДНН-1) не требуют использования грузоподъемного оборудования для их перемещения ввиду малой массы и относительно компактных габаритов, и фактически являются ручным инструментом, перемещаемым рабочими. Однако в случае большого количества натягиваемых канатов производительность такого домкрата недостаточна, потому применяют установки для натяжения группы прядей (ДН-19 и др.), перемещаемые при помощи крана.



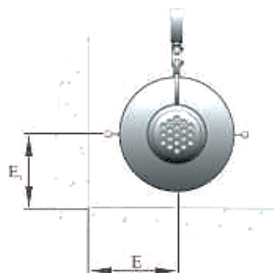
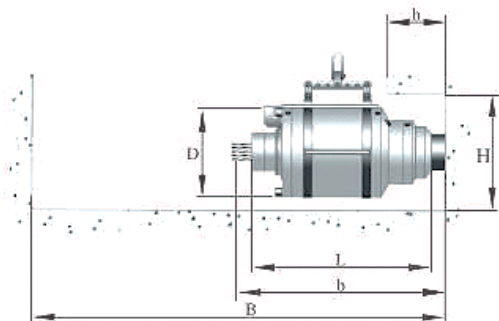
ДН-1



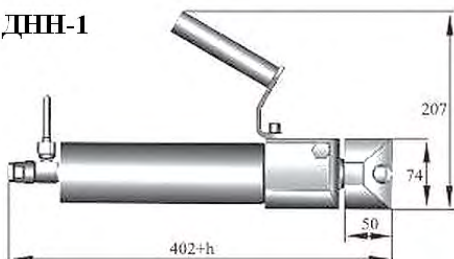
ДН-4



ДН-19



ДНН-1



ДНН-4

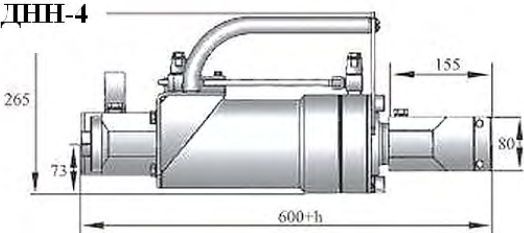


Рис. 3.1. Домкраты гидравлические СТС (РФ)

3.2. Насосные станции гидравлические

Растягивающее усилие в поршне домкрата создается посредством нагнетания в него масла либо масляной эмульсии гидравлическим насосом. В случае устройства предварительного напряжения в построчных условиях создаваемое усилие должно четко контролироваться, потому целесообразно применение насосных станций, оснащенных манометрами. На рисунке 3.2 изображены насосные станции производства СТС (РФ).

Во избежание чрезмерных потерь мощности, вызванных малым сечением камер натяжения монопрядных домкратов, применяют насосы с пропускной способностью менее 6 л/мин.

Для соединения насоса и домкрата используют гибкие шланги, способные выдержать высокое давление масла, оснащенные вентилями. Все гидравлическое оборудование должно регулярно проверяться на предмет герметичности системы.



СН 700/5/60



СН 700/2/25

Рис. 3.2. Насосные станции производства СТС (РФ)

3.3. Оборудование для инъектирования каналов

В зависимости от поставщика комплекта оборудования, может использоваться как смесительная станция и инъекционный насос в виде отдельного блока, соединяемые гибкими шлангами (рис. 3.3), так единая установка (рис. 3.4).

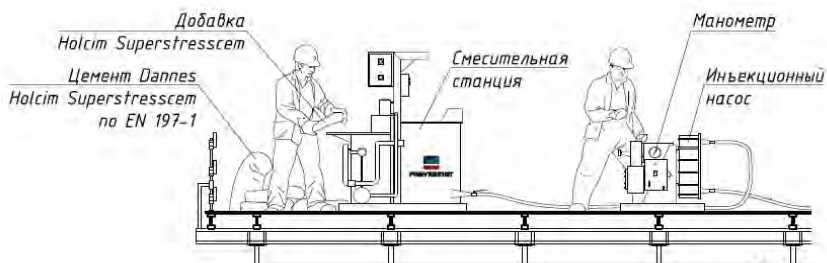


Рис. 3.3. Комплект оборудования для инъектирования каналов FREYSSINET (Франция)

Применение смесительных станций позволяет производить приготовление раствора в постройных условиях в необходимом количестве. Точное соблюдение дозровок и режимов смешивания позволяет обеспечить стабильно высокое качество раствора.

Основные характеристики установки УСИ 30/100/160:

- ёмкость смесительного бака – 100 л;
- ёмкость накопительно-смесительного бака – 160 л;
- ёмкость дозирочного бака для воды – 70 л.

Электродвигатель:

- напряжение – 380 В;
- мощность – 5,5 кВт.

Винтовой насос:

- подача – от 0 до 30 л/мин;
- рабочее давление – 2 МПа;
- масса – 400 кг;
- габарит – 776мм×1400мм×2260 мм.



Рис. 3.4. Инъекционная установка УСИ 30/100/160, СТС (РФ)

3.4. Прочие специальные механизмы и приспособления

При устройстве предварительного напряжения в построечных условиях применяются дополнительные приспособления, упрощающие ведение работ и обеспечивающие их качество.

Для удержания пряди и ее разматывания используют специальное разматывающее приспособление (рис. 3.5), представленное горизонтальной осью на двух опорах. Конструкция должна быть достаточно надежна и устойчива, для притормаживания бобины при разматывании на одной или обеих сторонах оси целесообразно устроить рукояти.

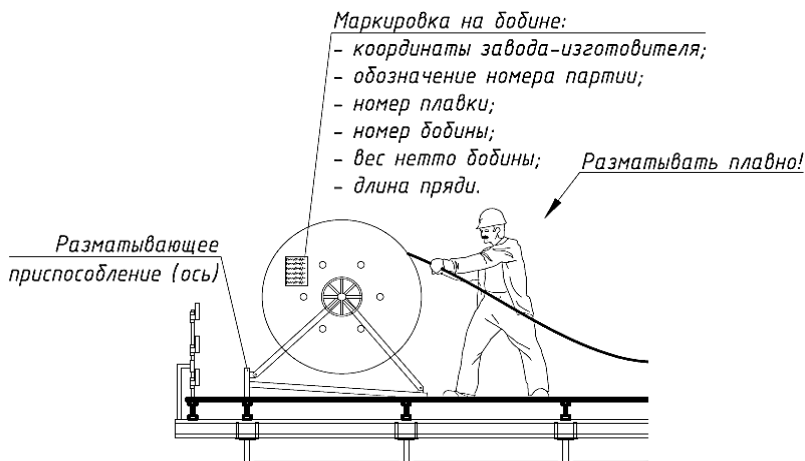


Рис. 3.5. Разматывающее приспособление для бобин с арматурными канатами

Для равномерной подачи пряди в канал применяют проталкиватель канатов. Между бобиной и проталкивателем прядь укладывают на ряд роликов, чтобы не допустить повреждения оболочки.

На рисунке 3.6 представлено гидравлическое проталкивающее приспособление производства СТС (РФ). Скорость проталкивания – 0.7-1 м/с, проталкивающее усилие – 800 Н, рабочее давление – 200 МПа, масса – 170 кг.



Рис. 3.6. Проталкивающее приспособление СТС (РФ)

Для облегчения проталкивания пряди в канал применяют специальные съемные наконечники многоразового использования (рис. 3.7), а для проверки проходимости канала – шаблон-мышку (рис. 3.8, 3.9).

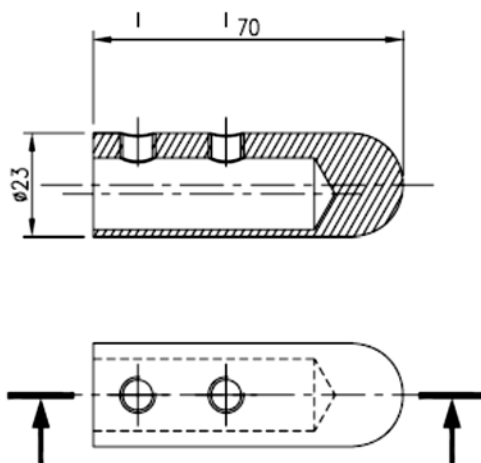


Рис. 3.7. Наконечник для протягивания пряди

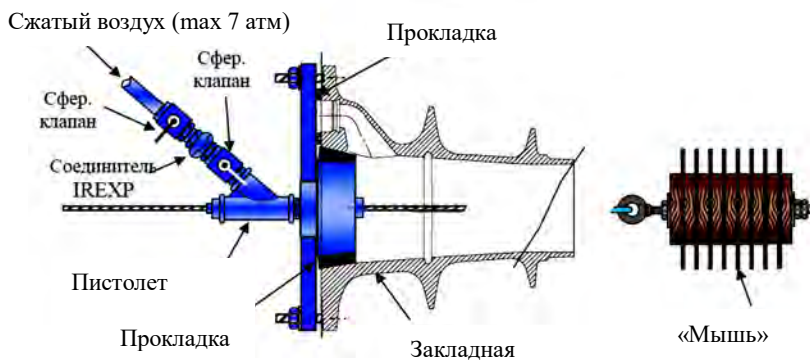


Рис. 3.8. Шаблон-мышка

Подъем бобин осуществляется с использованием специальной траверсы (рис. 3.9).

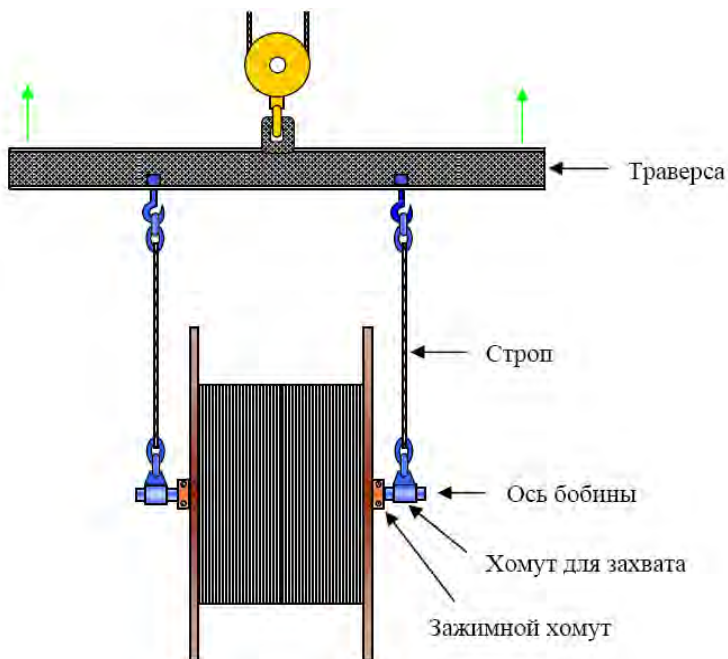


Рис. 3.9. Траверса для подъема бобин с арматурными канатами

ГЛАВА 4. ТЕХНОЛОГИЯ ПРОИЗВОДСТВА РАБОТ ПО ПРЕДВАРИТЕЛЬНОМУ НАПРЯЖЕНИЮ ВНУТРЕННЕЙ ЗАЩИТНОЙ ОБОЛОЧКИ

4.1. Общие сведения

В главе 4 описана технология монтажа системы преднапряжения защитной оболочки пилотного проекта.

Описывается процесс выполнения:

1. Работ по монтажу арматурных пучков в каналобразователи;
2. Подготовительных работ к заполнению каналобразователей инъекционным раствором (проверка наличия и состояние инъекционных узлов каналобразователя, установку инъекционных штуцеров, при необходимости установку средств подмащивания, монтаж инъекционных крышек);
3. Работ по замешиванию водоцементного раствора с применением специальных добавок;
4. Поддачи инъекционного раствора в каналобразователь;
5. Подготовительных работ к выполнению операции натяжения пучков арматурных канатов (монтаж блоков резьбового анкерного крепления с цапгами С15, установка динамометров);
6. Работ по определению потерь усилия от трения;
7. Работ по натяжению арматурных пучков системы преднапряжения внутренней защитной оболочки;
8. Работ по монтажу защитных колпаков и заполнению их парафином;
9. Работы по установке системы противопожарной защиты.

Указаны основные требования к оборудованию необходимого для: монтажа арматурных пучков; инъектирования каналобразователей; натяжения арматурных пучков; заполнения защитных колпаков парафином; установке системы противопожарной защиты.

Система преднапряжения защитной оболочки предназначена для обжатия внутренней защитной оболочки в целях восприятия растягивающих усилий, возникающих при действии внутреннего избыточного давления в случае аварии. Таким образом, обеспечива-

ется прочность и трещиностойкость железобетонных сечений оболочки при малых процентах ненапрягаемой арматуры.

Внутренняя оболочка – сооружение из предварительно напряженного железобетона, состоящее из цилиндрической части и полусферического купола. Внутренняя поверхность оболочки облицовывается углеродистой сталью для обеспечения герметичности. Минимальный класс бетона внутренней оболочки по прочности на сжатие – В60, ненапрягаемая арматура класса А500. Для фундаментной плиты применяется бетон класса не менее В40, для перекрытия и стен галереи предварительного натяжения – В60.

Расчетный срок службы системы предварительного напряжения оболочки 60 лет.

Внутренняя защитная оболочка состоит из цилиндрической части и полусферического купола. Толщина стены в цилиндрической части составляет 1,2 м, в куполе – 1,1 м. Внутренний диаметр цилиндра – 44,0 м, высота 44,60 м. Отметка вершины купола находится на высоте 67,7 м (рис. 4.1).

Предварительное напряжение внутренней оболочки выполняется способом натяжения напрягаемых пучков арматуры на бетон (post-tensioning). Для этого перед бетонированием перекрытия «галереи натяжения», цилиндра и купола в опалубку закладываются каналобразователи и анкерные колодцы. Все каналобразователи должны иметь круглое сечение, выполняться из сварных труб или из спирально закрученной стальной полосы (представляют собой гибкие металлорукава). Вертикальные каналобразователи имеют вид перевернутой латинской буквы «U», устья которых располагаются в потолке галереи преднапряжения. Устья кольцевых каналобразователей цилиндра и купола располагаются в двух пилястрах, находящихся снаружи на противоположных сторонах цилиндра и купола. Монтаж пучков напрягаемой арматуры в каналобразователи производится после бетонирования внутренней защитной оболочки.

Далее проводится заполнение каналобразователей специальным цементным раствором. Наличие индивидуальной полиэтиленовой оболочки на каждом канате позволяет выполнить процедуру натяжения уже после выполнения цементации.

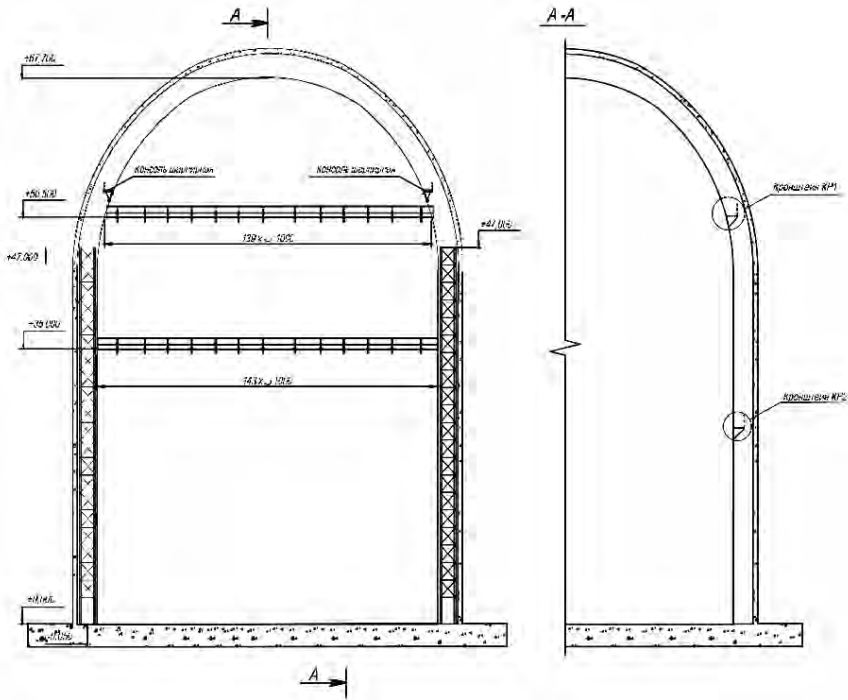


Рис. 4.1. Внутренняя защитная оболочка

Выполнение преднапряжения не должно начинаться до достижения бетоном преднапряженных конструкций как минимум проектной прочности, а также до достижения бетоном стены цилиндрической части до отметки +44,600 как минимум возраста 14 месяцев и бетоном сферического купола выше отметки +44,600 как минимум возраста 6 месяцев.

После выдержки оболочки без нагрузки, что способствует уменьшению длительных (вторых) потерь преднапряжения (усадочных деформаций и деформаций ползучести бетона), выполняется поэтапное натяжение арматурных пучков.

Натяжение кольцевых и вертикальных пучков производится домкратами с обоих концов попеременно, концы пучков фиксируются в анкерных блоках, передавая нагрузку на бетон.

Для предварительного напряжения применяются пучки, состоящие из 55-ти арматурных канатов.

Каждый канат находится в индивидуальной полиэтиленовой оболочке, позволяющей осуществлять подтяжку или замену канатов после инъектирования каналобразователей.

Предусмотрено выполнение следующих видов работ:

- Подготовительные работы к монтажу арматурных пучков;
- Монтаж горизонтальных арматурных пучков;
- Монтаж вертикальных арматурных пучков;
- Подготовительные работы к инъектированию каналобразователей;
- Инъектирование горизонтальных каналобразователей;
- Инъектирование вертикальных каналобразователей;
- Подготовительные работы к натяжению арматурных пучков;
- Натяжение арматурных пучков;
- Монтаж защитных колпаков;
- Заполнение защитных колпаков парафином;
- Установка системы противопожарной защиты.

При разработке учтены наиболее прогрессивные и рациональные методы по технологии строительного производства, способствующие сокращению сроков и улучшению качества работ, снижению их себестоимости.

4.2. Ведомость потребности основных строительных машин, механизмов, приспособлений, инструмента и оборудования

Таблица 4.1

| № | Наименование | Тип | Марка, ГОСТ | Кол. | Примеч. |
|---|---|--------------------|--------------------|------|--|
| I | Грузоподъемное оборудование и оснастка | | | | |
| | Кран башенный №1 | | COMANSA 21LC290 | 1 | Lстр=74м, г/тmax=12т Rmax=74м, Q=2,2т |
| | Автомобиль бортовой, с кран-манипуляторной установкой | | | 1 | --/-- |
| | Бадья | | БН-1,0 | 1 | --/-- |
| | Строп текстильный с чехлом | СТП-5,0-5 | РД 10-33-93 | 4 | --/-- |
| | Строп текстильный с чехлом | СТП-5,0-3 | РД 10-33-93 | 4 | --/-- |
| | Строп текстильный с чехлом | СТП-3,0-1 | РД 10-33-93 | 4 | --/-- |
| | Строп 4-х ветвевой | 4СК1-1,25- 3500 | ГОСТ 25573-82 | 1 | --/-- |
| | Строп 2-х ветвевой | 2СК-3,2- 5000 | ГОСТ 25573-82 | 1 | --/-- |
| | Строп кольцевой | СКК1-3,6- 2000 | ГОСТ 25573-82 | 2 | --/-- |
| | Строп цепной | 4СЦ-3,2- 5000 | | 1 | --/-- |
| | Тяговый захват | | | 5 | --/-- |
| | Ящик для инструмента и приспособлений | Инвент | | 2 | --/-- |
| | Ящик для сбора остат- ков бетона | | | 3 | --/-- |
| | Емкость под воду 3м ³ | | | 3 | --/-- |

Продолжение таблицы 4.1

| № | Наименование | Тип | Марка, ГОСТ | Кол. | Примеч. |
|-----------|---|-----------------|----------------|-------|---------|
| II | Инструмент | | | | |
| | Машина отрезная по металлу BOSCH | GWS 24-300 J | | 1 | --/-- |
| | Машинка ручная электрическая шлифовальная | | | 2 | --/-- |
| | Гайковерт | | | комп. | --/-- |
| | Концевой трубный ключ | Модель Е-10 | Макс. Ø48мм | 4 | --/-- |
| | Ключ разводной | | ГОСТ 7275-75Е | 4 | --/-- |
| | Набор ключей гаечных с открытым зевом | | ГОСТ 2839-80Е | 2 | --/-- |
| | Головки сменные с внутренним шестигранным зевом | | ГОСТ 25604-83Е | | --/-- |
| | Кусачки торцевые | | ГОСТ 7282-75В | 2 | --/-- |
| | Шуруповерт | | | 2 | --/-- |
| | Керн | 7843-0032 Н12Х1 | | 2 | --/-- |
| | Молоток стальной строительный | | ГОСТ 11042-83 | 2 | --/-- |
| | Зубило | 28/0-0187Н12 | ГОСТ 7211-86 | 2 | --/-- |
| | Плоскогубцы | 7814-0261 НХ9 | ГОСТ 5547-86Е | 2 | --/-- |
| | Ножовка по дереву | | ГОСТ 1235 | 2 | --/-- |
| | Щетка металлическая | | | 10 | --/-- |
| | Лом стальной | ЛО-24 | ГОСТ 1405-83 | 2 | --/-- |
| | Домкрат ручной | | ГОСТ18042-72 | 1 | --/-- |
| | Лопата растворная | | ГОСТ2620-76 | 3 | --/-- |
| | Термометр стеклянный технический | ТЦ-1У | | 24 | --/-- |

Продолжение таблицы 4.1

| № | Наименование | Тип | Марка, ГОСТ | Кол. | Примеч. |
|-----|---|--------------------|------------------|------|---------|
| III | Оборудование | | | | |
| | Гидравлический домкрат для перемещения конструкций | ДН-4 | | 3 | --/-- |
| | Насосная станция к гидравлическому домкрату | СН 500/20/160 | | 3 | --/-- |
| | Электрическая лебедка ТЭЛ-1,5 | ТЭЛ-1,5 | | 2 | --/-- |
| | Электрическая лебедка ТЭЛ-12 | ТЭЛ-12 | | 2 | --/-- |
| | Проталкивающее устройство в комплекте с насосной станцией | УП | | 2 | --/-- |
| | Установка для инъектирования | УСИ 175/265/80 | | 2 | --/-- |
| | Гидравлический домкрат для натяжения пучка из 55-ти канатов | ДН-55 | | 8 | --/-- |
| | Насосная станция к гидравлическому домкрату | СН 700/12/150 .2.P | | 8 | --/-- |
| | Сварочный инвертор | Ресанта САИ 250ПН | | 2 | --/-- |
| | Набор инструментов | ЭНИ-300 | | 2 | --/-- |
| | Щиток сварочный | НН-С-605 У1 | ГОСТ 12.4.035-78 | 2 | --/-- |
| | Электродержатель | ЭД-251 | ГОСТ 14651-78 | 2 | --/-- |
| | Пенал для электродов | | | 4 | --/-- |
| | Токоизмерительные клещи | Ц-91 | | 1 | --/-- |
| | Насос | «Гном» 6-10(220) | ГОСТ 14651-78 | 1 | --/-- |

Продолжение таблицы 4.1

| № | Наименование | Тип | Марка, ГОСТ | Кол. | Примеч. |
|-----------|--|-----------------|---------------------|------|---------|
| | Переносной галогенный прожектор на штативе | | 1,0 кВт | 12 | --/-- |
| | Теплогенератор | Master BV290 | | 6 | --/-- |
| IV | Средства измерения | | | | |
| | Лазерный дальномер | Leica Disto D5 | Leica (Швейцария) | 1 | --/-- |
| | Рулетка измерительная | PC-50 | ГОСТ 7502-98 | 2 | --/-- |
| | Штангенциркуль | ШЦ 1-150-0,1 | ГОСТ 166-89 | 1 | --/-- |
| | Лупа | ЛИ 4 или ЛИ-7-х | ГОСТ 25706-83. | 1 | --/-- |
| | Линейка металлическая | | ГОСТ 427-75 | 1 | --/-- |
| | Универсальный шаблон сварщика | УШС-3 | ТУ3936-050-00221190 | 2 | --/-- |
| | Текучестемер | | | 2 | --/-- |
| | Конус для определения текучести | | | 2 | --/-- |
| | Цилиндры для определения оседания | | | 2 | --/-- |
| | Секундомер механический | СОПрр-2а-3-000 | | 2 | --/-- |
| | Термометр инфракрасный | Testo 830-T4 | | 2 | --/-- |
| | Термометр контактный | ТК-5 | | 2 | --/-- |
| | Зонд к контактному термометру | ЗПГУ-150 | | 2 | --/-- |

Окончание таблицы 4.1

| № | Наименование | Тип | Марка, ГОСТ | Кол. | Примеч. |
|----|---|------------|---------------------|------|------------|
| V | Средства индивидуальной защиты | | | | |
| | Каска защитная | | ГОСТ 12.4.087-84 | | --/-- |
| | Пояс предохранительный | | ГОСТ 50849-96 | | --/-- |
| | Защитные очки | | ГОСТ 12.4.013-85 | | --/-- |
| | Ковер диэлектрический | | ГОСТ4997-75 | | --/-- |
| | Рукавицы | | ГОСТ12.4.010-75 | | --/-- |
| | Диэлектрические перчатки | Эв или Эн | ТУ 38 305-05-257-89 | | --/-- |
| | Сапоги резиновые | | | | --/-- |
| | Сигнальная лента | | ГОСТ 12.4.059-89 | | --/-- |
| | Знаки безопасности | | ГОСТ 12.04.026-2001 | | --/-- |
| VI | Противопожарный инвентарь | | | | |
| | Огнетушитель переносной | порошковые | ОП-8 (з) | 6 | |
| | Щит пожарный со следующим набором ручного пожарного инструмента и огнетушителями: | | | 2 | 1,10x1,20м |
| | ■ топор | | | 2 | |
| | ■ лом | | | 2 | |
| | ■ лопата | | | 2 | |
| | ■ багор железный | | | 2 | |
| | ■ ведро, окрашенное в красный цвет | | | 2 | |
| | ■ огнетушитель порошковый с массой ОТВ не менее 4кг | | | 2 | |

Примечание: При выполнении работ по монтажу системы преднапряжения защитной оболочки возможно применение строительных машин, механизмов, приспособлений, инструмента и оборудования с параметрами аналогичными параметрам, приведенным в таблице 4.1.

4.3. Технология выполнения работ. Монтаж горизонтальных арматурных пучков

Подготовительные работы

До начала работ по монтажу горизонтальных арматурных пучков системы преднапряжения защитной оболочки, необходимо выполнить следующие подготовительные работы:

– перед началом выполнения строительно-монтажных работ на территории строящегося объекта генеральный подрядчик, подрядчик (субподрядчик) и администрация организации, строящая этот объект, обязаны оформить акт-допуск по форме Приложения «А» ТКП 45-1.03-40-2006;

– Работодатель до начала выполнения работ на высоте должен утвердить перечень работ, выполняемых на высоте по наряду-допуску, по форме Приложения «В» ТКП 45-1.03-40-2006. В перечень включаются:

а) работы на высоте, выполняемые на нестационарных рабочих местах;

б) работы без применения инвентарных лесов и подмостей; с применением канатного доступа (верхолазные работы);

в) работы, проводимые на высоте в вечернее и ночное время.

– Обеспечить зону работы электроэнергией.

– Подача электрической энергии общей мощностью 60 кВт. Напряжение сети 220 / 380 В.

– Ознакомить рабочий персонал с характером и объёмом предстоящих работ с росписью в проекте производства работ.

– Провести инструктаж по пожарной безопасности и охране труда рабочего персонала

– Назначить ответственных за соблюдением правил пожарной безопасности и соблюдения противопожарного режима.

– При необходимости смонтировать системы освещения рабочих мест.

– Выполнить установку защитного ограждения проёмов и установку защитного ограждения по границе перепада высот.

– Укомплектовать участок производства работ механизмами, оборудованием и материалами.

– Проверить и при необходимости восстановить рабочее состояние временных автодорог и путей перемещения механизмов из сборных железобетонных дорожных плит в пределах реакторного здания.

– Установить ограждение вокруг площадки временного складирования.

– Установить стенды со схемами строповки грузов.

– Организовать места сбора строительного и бытового мусора.

– Обеспечить санитарно-бытовое обслуживание.

– Обеспечить рабочий персонал средствами связи.

– Получить по акту проектно-сметную и рабочую документацию.

– Согласовать графики ведения СМР, в том числе и график выполнения совмещенных работ, обеспечивающий безопасные условия труда.

– Проверить работоспособность сетей временного водоснабжения.

– Выполнить сети и посты временного электроснабжения в соответствии с потребными для данных работ нагрузками. Сети временного электроснабжения и освещения промышленной площадки, в том числе подводки к рабочим местам и механизмам, выполнить до начала рассматриваемых работ по соответствующим разделам проектов временных инженерных сетей и коммуникаций.

– Установить осветительные приборы в соответствии с ТКП 45-2.04-153-2009.

– Выполнить входной контроль поступающих металлоконструкций.

– Установить стенды со схемами строповки грузов.

– Организовать места сбора строительного и бытового мусора.

– Оборудовать рабочую зону исправными средствами подмачивания, настилами, площадками обслуживания, временными лестницами при работе на высоте.

– Выполнить установку защитного ограждения в зонах производства работ, при выполнении которых работник находится на

расстоянии менее двух метров от не ограждённых перепадов по высоте 1,3м и более.

Организовать и ознакомить персонал с безопасными маршрутами следования на рабочее место.

Технологическая последовательность ведения работ

Предусмотрена технология монтажа горизонтальных арматурных пучков по одному канату.

Исходное положение для монтажа горизонтальных арматурных пучков:

- Выполнен монтаж анкерных колодцев для горизонтальных арматурных пучков.
- Выполнен монтаж горизонтальных и вертикальных каналобразователей арматурных пучков
- По длине каналобразователей, в местах предусмотренных рабочей документацией, установлены инъекционные узлы.
- Выполнено бетонирование внутренней защитной оболочки.
- Смонтированы площадки обслуживания СПЗО, расположенные в районе пилеастр. При отсутствии площадок допускается выполнять работы по монтажу горизонтальных пучков с временных средств подмащивания или с привлечением промышленных альпинистов.

Перед монтажом горизонтальных арматурных пучков, все каналобразователи должны быть проверены на пропускную способность, с помощью проходного устройства – шаблона. Схематично общий вид шаблона приведен на рисунке 6.2.

Контроль пропускной проходимости предназначен для определения состояния внутренней поверхности и размера проходного сечения каналобразователя.

Каналобразователь представляет собой кожух для организации пространства в теле бетона защитной оболочки, выполненный из гибких металлорукавов (толщина ленты 0,6 мм) и стальных труб с $D_y \geq 200$ мм (толщина стенок от 2,6 мм до 4,5 мм).

Проверка поперечного сечения каналов выполняется путем протаскивания через каждый канал специального проходного шаблона, схематичный вид которого представлен на рисунке 6.2.

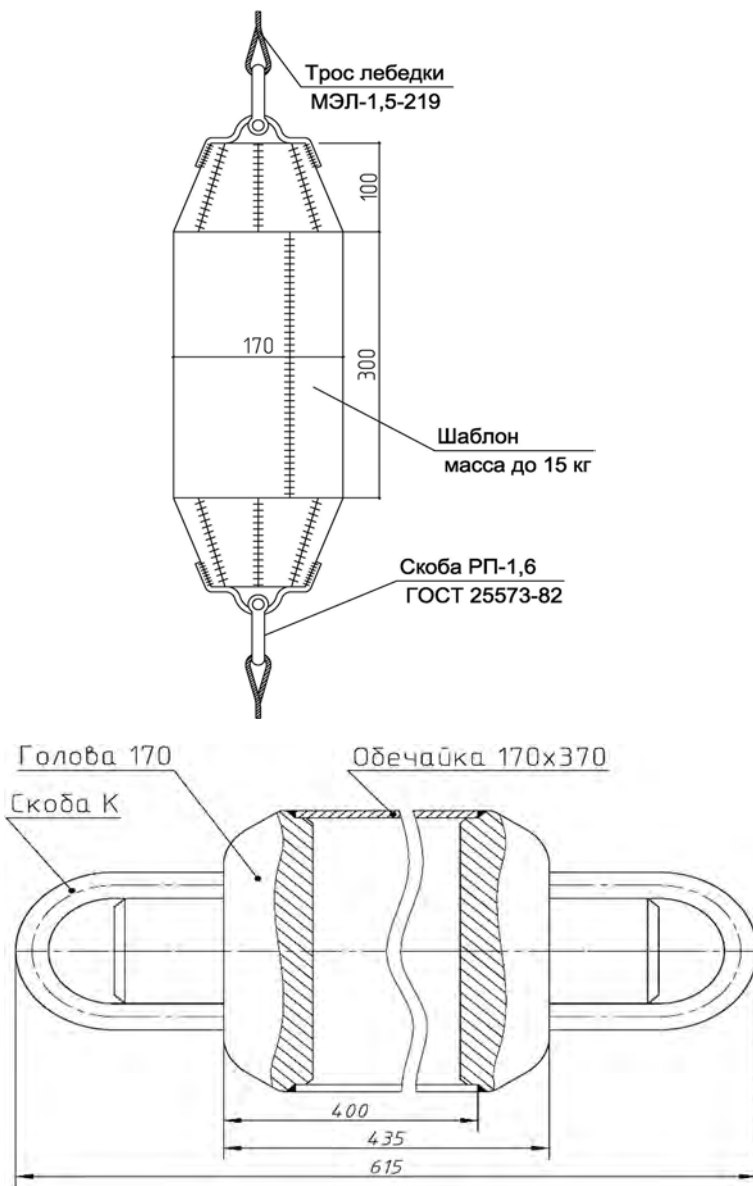


Рис. 4.2. Схема общего вида проходного устройства – шаблона для контроля проходимости каналобразователя.

Последовательность работ при проверке сечения каналов в цилиндрической и купольной части внутренней защитной оболочки:

- Исходное положение: на этапе бетонирования внутренней защитной оболочки, в каждый каналобразователь смонтирован стальной трос диаметром не менее 8 мм.

- Зацепить за трос-лидер трос от лебедки ТЭЛ-1,5, вытаскивая трос-лидер, смонтировать в каналобразователь трос от лебедки.

- Соединить проходной шаблон с одной стороны с тросом, установленным в каналобразователь, а с другой стороны с возвратным тросом, предназначенный для экстренного возврата шаблона в случае его застревания.

- Произвести протягивание шаблона ручным методом через весь каналобразователь.

- После извлечения шаблона с противоположной стороны каналобразователя, отсоединить тросы.

- Произвести намотку возвратного троса обратно на барабан.

- Выполнить проверку каждого канала перед монтажом арматурного пучка.

- После проверки сечения канала, в каждый каналобразователь смонтировать трос-лидер (стальной трос диаметром 8 мм).

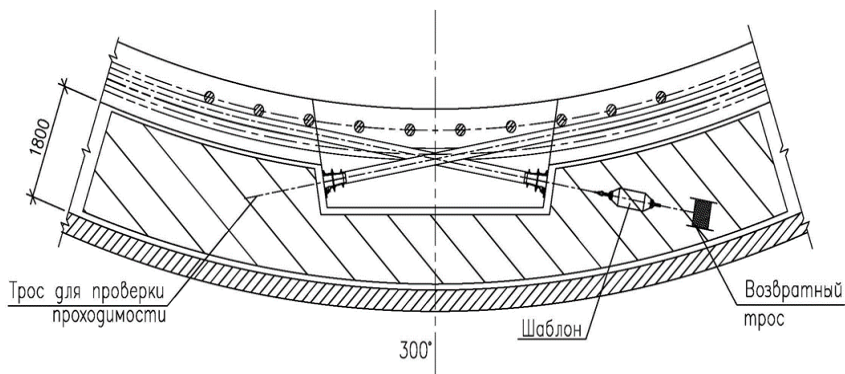


Рис. 4.3. Контроль проходимости каналобразователя.

Измерение минимального проходного сечения в каналообразователях выполняется протягиванием в них шаблона диаметром не менее 170 мм.

В случае нарушения проходимости каналообразователей проводится контроль состояния внутренних поверхностей каналообразователей с помощью фото/видеокамеры. По результатам контроля составляется отчет. На основании представленного отчета монтажная организация при участии Генпроектировщика и Генподрядчика принимает решение о проведении необходимых мероприятий для обеспечения возможности использования данного каналообразователя.

Порядок выполнения работ по монтажу арматурного пучка:

Монтаж арматурного пучка осуществляется путем проталкивания в каналообразователь по одному канату, при помощи специальной установки – проталкивателя, в комплекте с насосной станцией.

При монтаже, забор каната осуществляется непосредственно с бухты поставляемой заводом-изготовителем арматурного каната. Предварительное формирование арматурного пучка не требуется.

Бухта арматурного каната устанавливается в бухтодержатель (Рис. 4.4). Бухтодержатель устанавливается в наиболее удобном для бесперебойной подачи каната месте:

- пилястра 300° до отм. +27,400 – на металлической площадке в районе монтажного проема (рис.6.2 и 6.3)
- пилястра 120° (300°) выше отм. +27,400 – на эстакаде транспортного шлюза;
- пилястра 120° от отм. +2,265 и выше – помещение паровой камеры;
- пилястра 120° (300°) купольная часть – на металлической площадке в районе зенита купола на отм. +67,700. Для этого в процессе бетонирования необходимо смонтировать 5 закладных деталей, согласно (рис.6.7)

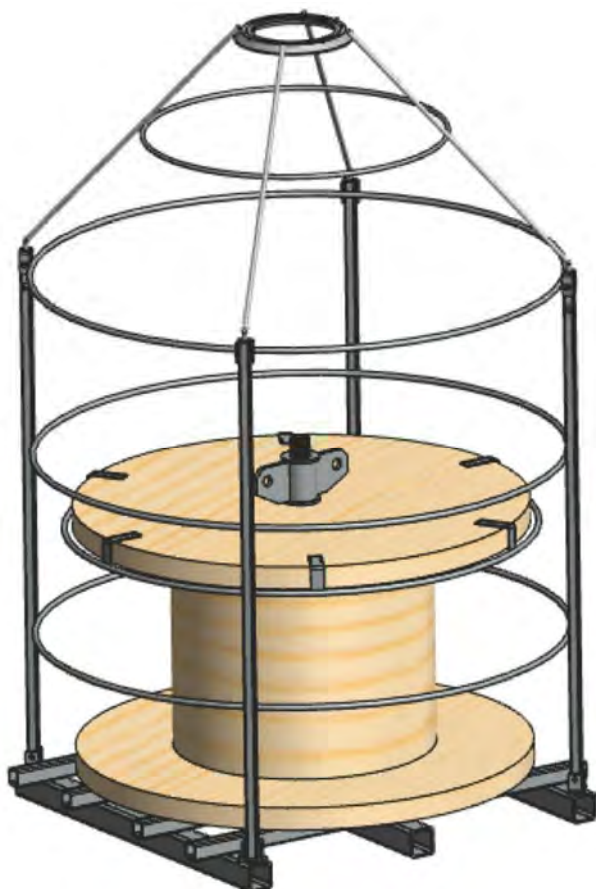


Рис. 4.4. Модель бухтодержателя

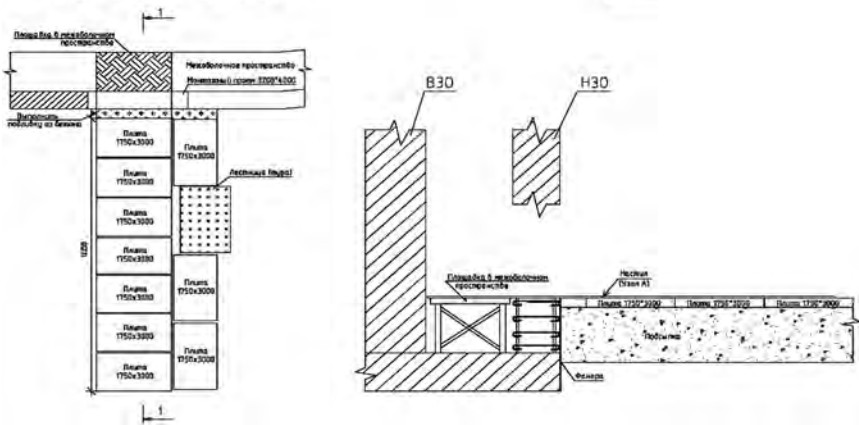
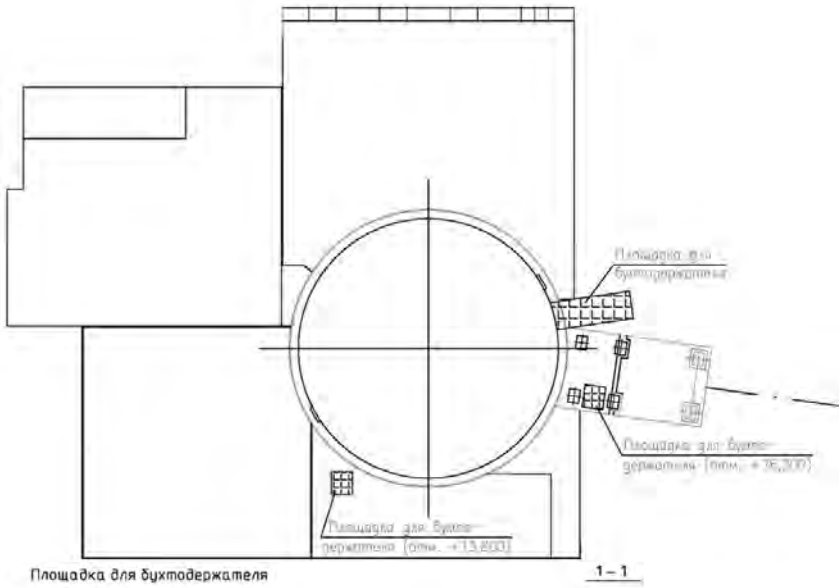


Рис. 4.5. Площадка для монтажного оборудования

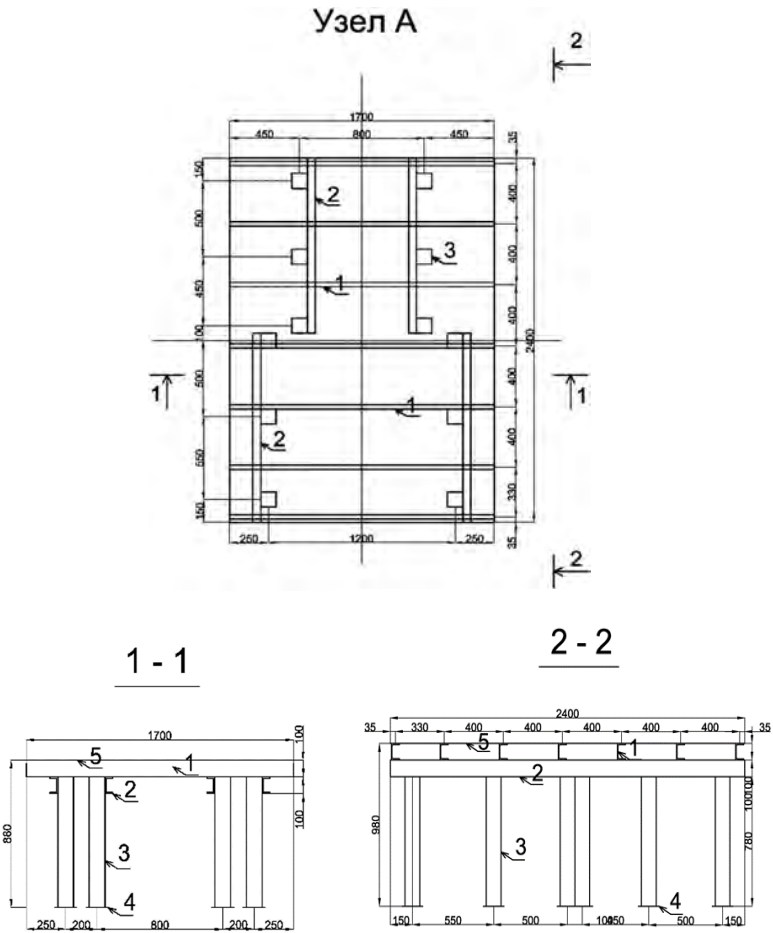


Рис. 4.6. Схема площадки для монтажного оборудования в районе технологического проема

щадке обслуживания СПЗО (временных средствах подмащивания), насосная станция устанавливается в наиболее удобном месте соединения с проталкивателем. Толкающее устройство соединяется с насосной станцией рукавами высокого давления, укомплектованными быстроразъемными соединениями.

Резка прядей арматурного каната после их монтажа осуществляется при помощи дискового инструмента.

Перед проталкиванием пряди в каналобразователь, на ее торец необходимо смонтировать специальные проталкивающие колпачки, форма которых обеспечивает уменьшение сопротивления при монтаже пряди (Рис. 4.8).

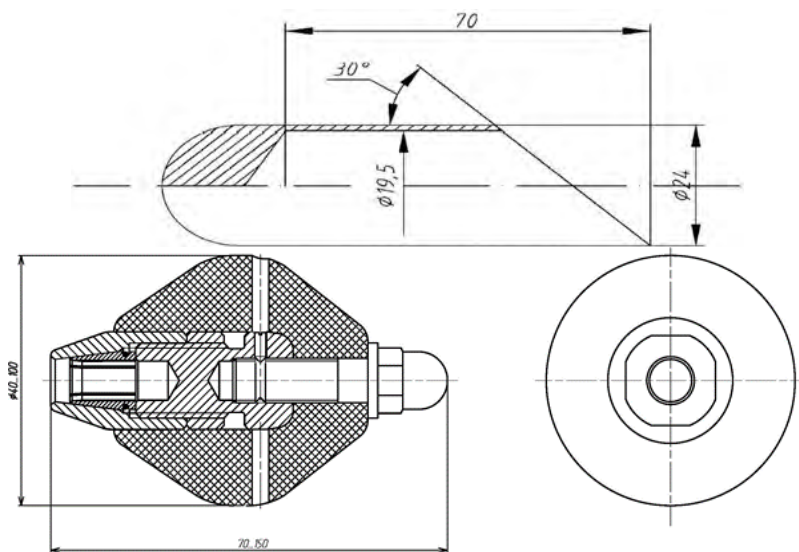


Рис. 4.8. Примерный вид колпачка для проталкивания прядей каната

От бухтодержателя до проталкивающего устройства прядь арматурного каната, в целях обеспечения сохранности оболочки каната, в связи с высокой скоростью ее проталкивания, должна проходить в направляющей трубке, изготовленной из трубы ПНД с наружным диаметром не менее 50 мм.

В межоболочное пространство на отм. 0,000, в районе монтажного проема, оборудованного металлической площадкой, подать

бухтодержатель, со смонтированной в него бухтой с арматурным канатом.

На опорный стакан смонтировать направляющую трубу. Направляющая труба предназначена для направления пряди в каналообразователь во время ее проталкивания.

Ориентировочно для монтажа одного пучка, в зависимости от массы бухты с арматурными канатами, необходимо 4...5 бухт. Перед началом работ по проталкиванию необходимо, используя данные с бирки бухты завода – изготовителя, произвести подсчет количества прядей заданной длины.

1. Протянуть прядь арматурного каната от бухтодержателя, через направляющую трубку к проталкивающему устройству. Для обеспечения радиуса загиба арматурного каната на пути от бухтодержателя к проталкивателю применять распорные фиксаторы по мере необходимости.

2. Протянуть прядь через ролики проталкивающего устройства, затем надеть на прядь колпачок для проталкивания. На входе в каналообразователь применять смазывающий состав YELLOW 77 для уменьшения силы трения. Ориентировочная потребность смазки при монтаже горизонтальных пучков арматурных канатов составляет 42 кг на 1 пучок. В зависимости от суммарного угла поворота каналообразователя по его длине, объем потребности смазки может быть скорректирован.

3. Не останавливаясь, протолкнуть прядь через весь каналообразователь проталкивающим устройством, с припуском на каждой стороне не менее 1250 мм (для пучков с силоизмерителем 1500 мм). Чтобы успешно завершить процесс монтажа пряди методом ее проталкивания необходимо придать ей достаточно высокую скорость – 6-10 м/с.

4. Используя дисковый режущий инструмент обрезать прядь на входе в направляющую трубу.

5. Повторить операции № 2...4 до полного израсходования каната в бухте.

Установить в бухтодержатель новую бухту и повторить операции № 1 ...5. Аналогично смонтировать остальные арматурные пучки.

Если на бухте остается канат меньшей длины, чем проектная длина данного пучка, проталкивание прядей необходимо прекратить. Данная бухта подлежит замене.

При монтаже пучков арматурных канатов вести контроль использованных бухт в соответствующем журнале («Журнал монтажа арматурных пучков в горизонтальные каналообразователи»).

Для определения фактических механических свойств арматурного каната, от начала и конца каждой бухты отбирается по одному образцу каната, что также должно фиксироваться в соответствующем журнале отбора образцов (проб) («Журнал отбора образцов стальных арматурных канатов»), с указанием номера сертификата на партию каната, плавки, номера бухты, даты отбора образцов и количество отобранных образцов.

Механические свойства арматурных канатов должны быть определены до начала натяжения арматурных пучков. Определяются следующие фактические характеристики арматурного каната:

- Относительное удлинение, %;
- Временное сопротивление, кг/мм²;
- Предел текучести, кг/мм²;
- Модуль упругости, кг/мм²;
- Разрывное усилие, т;
- Площадь поперечного сечения образца, мм²

Определение механических свойств арматурных канатов проводят по ГОСТ 12004. После протягивания армопучков, и в дальнейшем, до момента натяжения пучков, все технологические «хвосты» пучков канатов должны быть защищены от загрязнения.

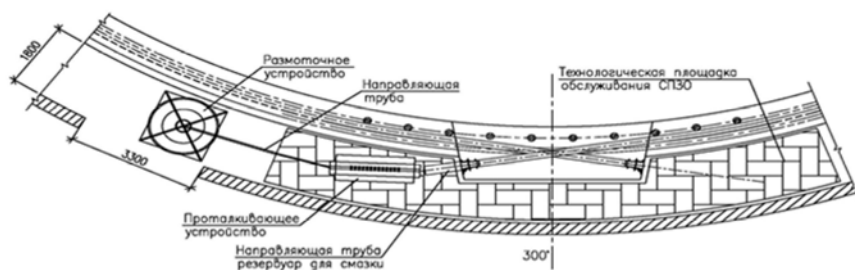


Рис. 4.9. Монтаж арматурных пучков методом проталкивания

4.4. Технология выполнения работ. Монтаж вертикальных арматурных пучков

Подготовительные работы

До начала работ по монтажу вертикальных арматурных пучков системы преднапряжения защитной оболочки необходимо выполнить следующие подготовительные работы:

– перед началом выполнения строительно-монтажных работ на территории строящегося объекта генеральный подрядчик, подрядчик (субподрядчик) и администрация организации, строящая этот объект, обязаны оформить акт-допуск по форме Приложения «А» ТКП 45-1.03-40-2006;

– Работодатель до начала выполнения работ на высоте должен утвердить перечень работ, выполняемых на высоте по наряду-допуску, по форме Приложения «В» ТКП 45-1.03-40-2006. В перечень включаются:

г) работы на высоте, выполняемые на нестационарных рабочих местах;

д) работы без применения инвентарных лесов и подмостей; с применением канатного доступа (верхолазные работы);

е) работы, проводимые на высоте в вечернее и ночное время.

– Обеспечить зону работы электроэнергией.

– Подача электрической энергии общей мощностью 50 кВт. Напряжение сети 220 / 380 В.

– Изучить настоящий проект производства работ и документацию, указанную в разделе

– Ознакомить рабочий персонал с характером и объёмом предстоящих работ с росписью в проекте производства работ.

– Провести инструктаж по пожарной безопасности и охране труда рабочего персонала.

– Назначить ответственных за соблюдением правил пожарной безопасности и соблюдения противопожарного режима.

– При необходимости смонтировать системы освещения рабочих мест.

– Выполнить установку защитного ограждения проёмов и установку защитного ограждения по границе перепада высот.

– Укомплектовать участок производства работ механизмами, оборудованием и материалами.

– Проверить и при необходимости восстановить рабочее состояние временных автодорог и путей перемещения механизмов из сборных железобетонных дорожных плит в пределах реакторного здания.

– Установить ограждение вокруг площадки временного складирования.

– Установить стенды со схемами строповки грузов.

– Организовать места сбора строительного и бытового мусора.

– Обеспечить рабочий персонал средствами связи

– Получить по акту проектно-сметную и рабочую документацию.

– Согласовать графики ведения СМР, в том числе и график выполнения совмещенных работ, обеспечивающий безопасные условия труда.

– Проверить работоспособность сетей временного водоснабжения.

– Выполнить сети и посты временного электроснабжения в соответствии с потребными для данных работ нагрузками. Сети временного электроснабжения и освещения промплощадки, в том числе подводки к рабочим местам и механизмам, выполнить до начала рассматриваемых работ по соответствующим разделам проектов временных инженерных сетей и коммуникаций.

– Установить осветительные приборы в соответствии с ТКП45-2.04-153-2009.

– Выполнить входной контроль поступающих металлоконструкций.

– Установить стенды со схемами строповки грузов.

– Организовать места сбора строительного и бытового мусора.

– Оборудовать рабочую зону исправными средствами подмачивания, настилами, площадками обслуживания, временными лестницами при работе на высоте.

– Выполнить установку защитного ограждения в зонах производства работ, при выполнении которых работник находится на рас-

стоянии менее двух метров от не ограждённых перепадов по высоте 1,3 м и более.

- Организовать и ознакомить персонал с безопасными маршрутами следования на рабочее место.

- В здании безопасности технологические проемы для подачи оборудования в монтажную зону должны быть открыты.

- Вблизи монтажного проема оборудовать площадку с ровной поверхностью для установки размотчиков. Для возможности подъезда автотранспорта с намотанными частями вертикальных пучков арматурных канатов к площадке с размотчиками организовать временную дорогу с использованием дорожных плит.

- В здании безопасности на отм. 0,000 смонтировать трассу (желоб) из трубы ПНД с системами отгибателей для сохранности целостности оболочки каната при подаче арматурного пучка к месту монтажа (Рис. 4.10);

- Длина желоба в здании безопасности на отм. 0,000 составляет 50 м.п., в связи с истираемостью трубы ПНД, замену производить после протягивания через желоб 25 пучков;

- Желоб изготовить из трубы ПНД Ø 250 мм. Трубы крепить между собой термоусадочными муфтами на стыке двух секций с нахлестом ≈150 мм. Места прилегания муфты с секциями труб герметизировать строительным армированным скотчем.

- Крепление тубы ПНД к полу производить через стальной ленточный хомут.

- В трубе дисковым режущим инструментом вырезать отверстия – "технологические окна", для подачи смазки.

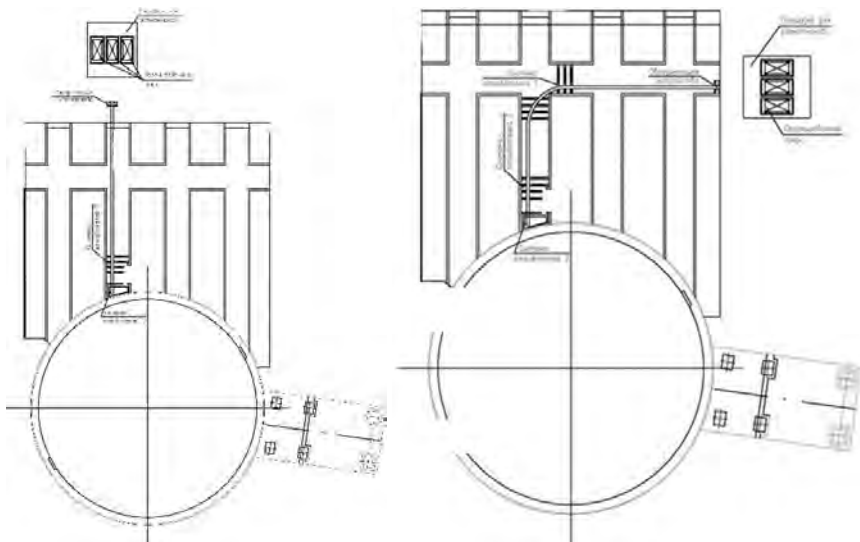


Рис. 4.10. Схема № 1 и схема № 2 расположения площадки для оборудования и формирования трассы для арматурного пучка с системами отгибателей

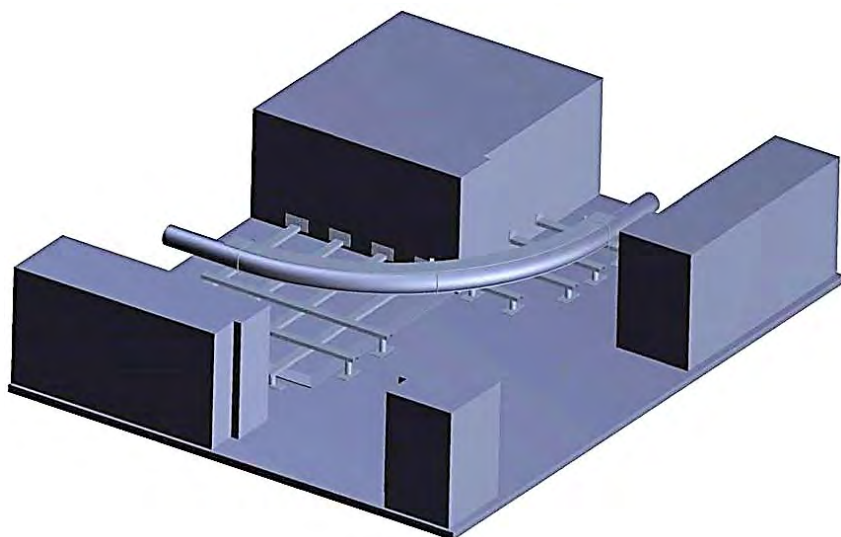


Рис. 4.11. Система отгибателей №1

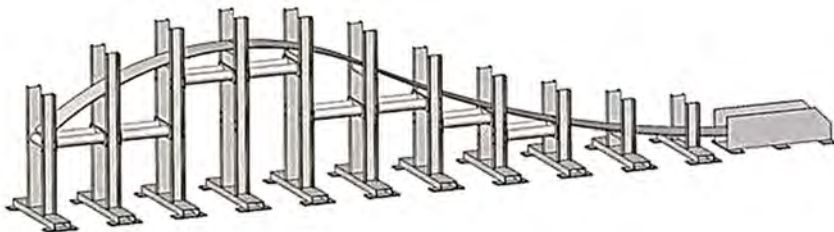


Рис. 4.12. Система отгибателей №2

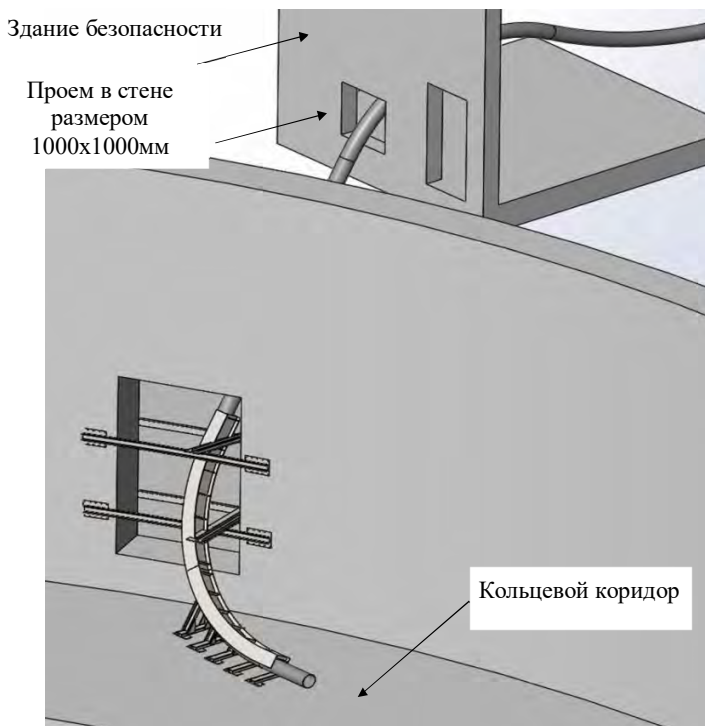


Рис. 4.13. Система отгибателей №3

Технологическая последовательность ведения работ

Настоящим проектом производства работ предусматривается технология монтажа вертикальных пучков пучком из 55-ти арматурных канатов.

Исходное положение для монтажа вертикальных арматурных пучков: в каждый каналобразователь до момента бетонирования купола внутренней защитной оболочки выполнен монтаж тросолидера (стальной трос диаметром не менее 8 мм).

Формирование части пучка необходимо производить на заранее подготовленной и выровненной площадке, оборудованной в случае необходимости тепляками и навесами (Рис. 4.14). Площадка формирования арматурных пучков располагается на территории производственной базы.

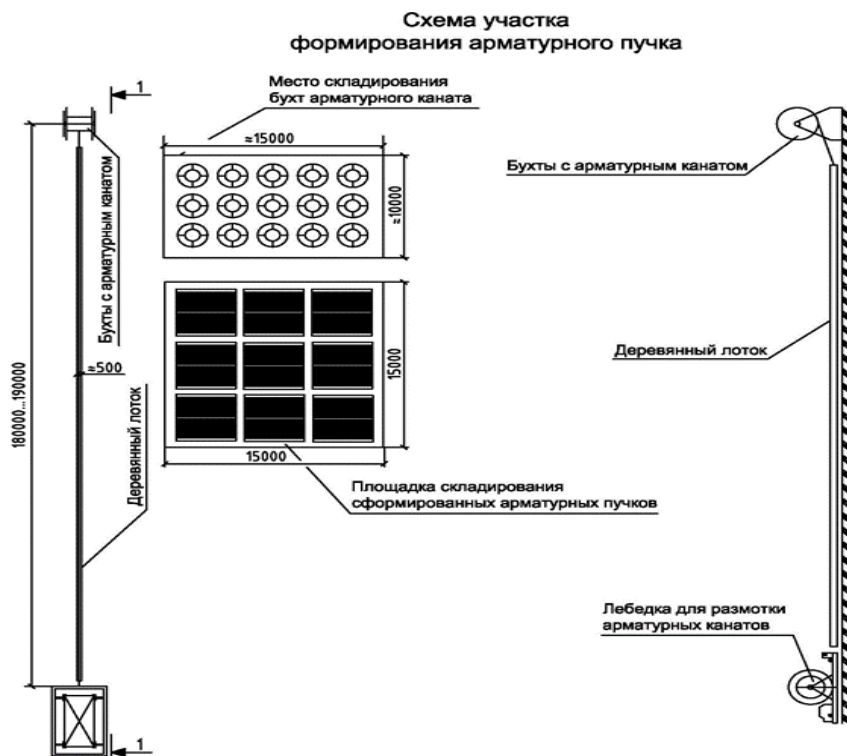


Рис. 4.14. Схема участка формирования арматурного пучка

При невозможности устройства площадки положенных габаритов разрешается производство работ в закрытом помещении (цехе) согласно габаритам, отображенным на рисунке 6.14.

Формирование пучков необходимо производить на технологической линии, оборудованной бухтодержателем, отрезным устройством, желобом для прямолинейного формирования пучка по длине и намоточным устройством с барабаном для канатов.

Предварительно подготовить помещение цеха (открытой площадки) для установки необходимого оборудования.

На одном конце цеха установить намоточное устройство. На расстоянии 1,0 м от намоточного устройства уложить желоб на длину 170,0 м (допускаются плавные повороты желоба). Желоб уложить на ровной поверхности.

Желоб выполнить из деревянного бруса (доски) без задиrow. Брус крепить между собой на самонарезные шурупы. Ориентировочная ширина деревянного желоба 500 мм, высота ребер 200 мм. Длина деревянного желоба 40 м. В целях уменьшения силы трения, по необходимости, желоб смазывать специальным смазывающим составом YELLOW 77.

Арматурный канат поставляется на деревянных бобинах. Бобины устанавливаются на разматывающем устройстве – бухтодержателе.

Последовательно размотать и уложить в желоб канат на необходимую длину. Обрезать канат углошлифовальной машинкой с отрезным кругом. Производить обрезку электро- или газосваркой запрещается.

Взять канат из желоба со стороны намотчика, снять пластиковую оплетку на 70 мм, завести в фиксатор канатов и закрепить внутренним винтом. Повторить для оставшихся канатов

Обеспечить радиосвязь между оператором намотчика и ответственным исполнителем работ, следящим за правильной укладкой каната на катушки. Проверить фиксацию всех канатов в катушке и приступить к намотке канатов. Визуально контролировать правильность укладки канатов.

Арматурный пучок для вертикальных каналобразователей наматывать на 3 катушки – 2 по 18-ть канатов, 1 из 19-ти канатов.

Длина арматурного пучка определяется исходя из длины каналобразователя с учетом длины технологических припусков арматур-

ного каната, необходимого для его натяжения и дальнейшей эксплуатации:

$L = L_k + 1250 \text{ мм} + 1250 \text{ мм}$ – для арматурных пучков без силоизмерителя

$L = L_k + 1250 \text{ мм} + 1250 \text{ мм} + 250 \text{ мм} + 250 \text{ мм}$ – для арматурных пучков с силоизмерителем, где

L – длина арматурного пучка, L_k – длина каналобразователя,

1250 мм – технологический припуск арматурного каната для монтажа домкрата,

250 мм – технологический припуск арматурного каната для монтажа силоизмерителя.

При формировании арматурного пучка в соответствующем журнале («Журнал формирования арматурного пучка») вести контроль бухт арматурного каната используемых для формирования конкретного арматурного пучка, с отметкой номера бухты, плавки, даты намотки.

Для определения фактических механических свойств арматурного каната, от начала и конца каждой бухты отбирается по 1 (одному) образцу каната, что также должно фиксироваться в соответствующем журнале отбора образцов (проб) («Журнал отбора образцов стальных арматурных канатов»), с указанием номера сертификата на партию каната, плавки, номера бухты, даты отбора образцов и количество отобранных образцов.

Механические свойства арматурных канатов должны быть определены до начала натяжения арматурных пучков. Определяются следующие фактические характеристики арматурного каната:

- Относительное удлинение, %;
- Временное сопротивление, кг/мм^2 ;
- Предел текучести, кг/мм^2 ;
- Модуль упругости, кг/мм^2 ;
- Разрывное усилие, т;
- Площадь поперечного сечения образца, мм^2

Определение механических свойств арматурных канатов проводят по ГОСТ 12004.

Намотанные арматурные пучки необходимо снабдить биркой с указанием номера арматурного пучка, фактической длины и даты намотки.

Формирование пучка допускается производить с помощью проталкивающего устройства.

Технологическая линия в таком случае оборудуется бухтодержателем, проталкивателем, отрезным устройством, и желобом.

Проталкивающее устройство установить порядка 2-3 метров от бухтодержателя.

Последовательность работ при проверке сечения вертикальных каналов аналогичен проверки горизонтальных каналов в цилиндрической и купольной части внутренней защитной оболочки.

Исходное положение: на этапе бетонирования внутренней защитной оболочки, в каждый каналобразователь смонтирован стальной трос диаметром не менее 8 мм.

Зацепить за смонтированный трос от тягового устройства, вытягивая стальной трос, смонтировать в каналобразователь трос тягового устройства.

Соединить проходной шаблон с одной стороны с тросом от тягового устройства, а с другой стороны с возвратным тросом, предназначенным для экстренного возврата шаблона в случае его застревания.

Произвести протягивание шаблона тяговым устройством через весь каналобразователь.

Выполнить проверку каждого канала перед монтажом арматурного пучка (Рис. 4.15).

Измерение минимального проходного сечения в каналобразователях выполняется протягиванием в них шаблона диаметром не менее 170 мм.

В случае нарушения проходимости каналобразователей проводится контроль состояния внутренних поверхностей каналобразователей с помощью фото/ видеокамеры. По результатам контроля составляется отчет. На основании представленного отчета монтажная организация при участии Генпроектировщика и Генподрядчика принимает решение о проведении необходимых мероприятий для обеспечения возможности использования данного каналобразователя.

Для подачи пучка к месту монтажа в кольцевой галерее установить и жестко раскрепить лебедку. ТЭЛ-12. Перестановку лебедки осуществлять через каждые 18° по мере протягивания арматурных канатов в каналобразователи (15 перестановок).

Размотать трос лебедки. В смонтированный желоб протянуть трос-лидер и соединить с тросом от лебедки. Вытаскивая трос-лидер из желоба, протаскать трос от лебедки. Подготовленные катушки с канатом доставить к месту монтажа, на заранее подготовленную площадку вблизи здания безопасности. Катушки (2 по 18 канатов, 1 из 19-ти канатов) установить в размоточные устройства. Размотчики должны быть установлены на расстоянии порядка 10 м от монтажного проема. Монтажные хвосты 3 катушек объединить и зафиксировать в тяговом зажиме с помощью объединяющего устройства.

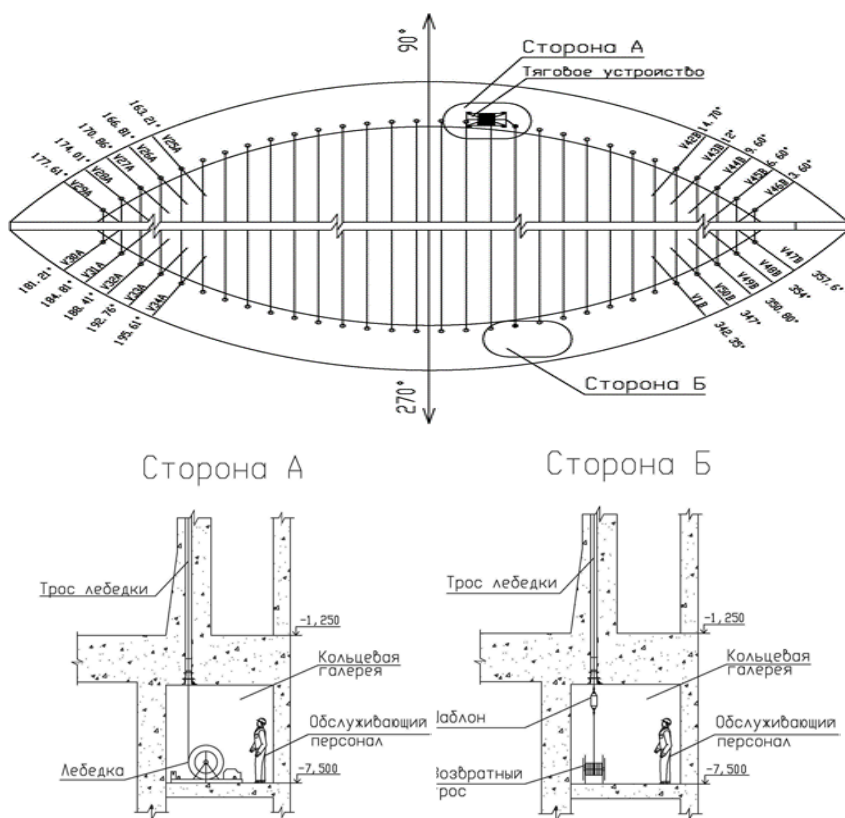


Рис. 4.15. Контроль проходимости вертикального каналобразователя

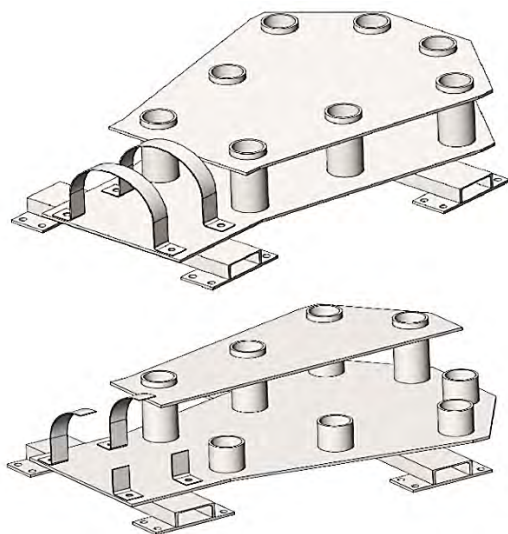


Рис. 4.16. Объединяющее устройство для пучка из 55-ти арматурных канатов

Трос от лебедки закрепить за тяговый элемент монтажного торца пучка. Обеспечить радиосвязь между оператором лебедки и ответственным исполнителем работ.

Начать размотку канатов в желоб. Для уменьшения силы трения при размотке канатов в желоб применять смазывающий состав YELLOW 77. Ориентировочная потребность смазки – 42 кг на 1 пучок. В зависимости от суммарного угла поворота каналообразователя по его длине, объем потребности смазки может быть скорректирован. Подать арматурный пучок к месту монтажа. Со стороны А установить и жестко раскрепить тянущее устройство и отгибающий элемент (Рис. 4.19 и 4.20).

В качестве тянущего устройства использовать гидравлический домкрат системы перемещения конструкций ДН-4 в комплекте с насосной станцией.

Со стороны Б установить и жестко раскрепить отгибающий элемент (рисунок 4.19, 4.20, 4.21, 4.22).

В монтируемый каналообразователь используя ранее установленный трос-лидер (стальной канат диаметром не менее 8 мм) необхо-

можно смонтировать 2 (две) высокопрочные пряди каната Ø 15,7 мм класса прочности 1860 МПа без защитной оболочки, для этого:

- Трос-лидер установленный в каналобразователе соединить с тросом лебедки ТЭЛ-1,5.
- Вытаскивая трос-лидер протянуть в вертикальный каналобразователь трос от лебедки.
- Соединить трос от лебедки с 2-мя высокопрочные пряди каната Ø15,7 мм класса прочности 1860 МПа без защитной оболочки, при помощи тягового захвата (Рис. 4.17).
- Используя лебедку ТЭЛ-1,5 смонтировать в каналобразователь 2 высокопрочные пряди.

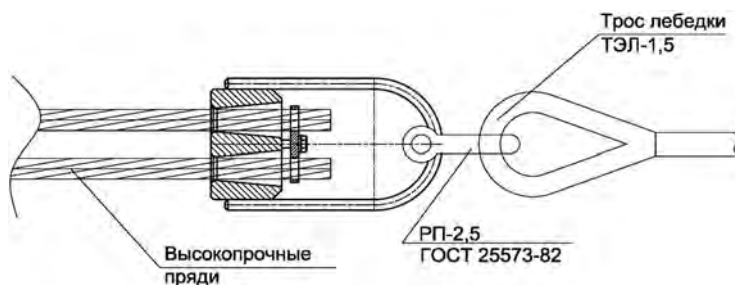


Рис. 4.17. Тяговый захват для 2-х канатов.

Закрепить высокопрочные пряди каната за тяговый элемент торца монтируемого арматурного пучка (Рис. 4.18)

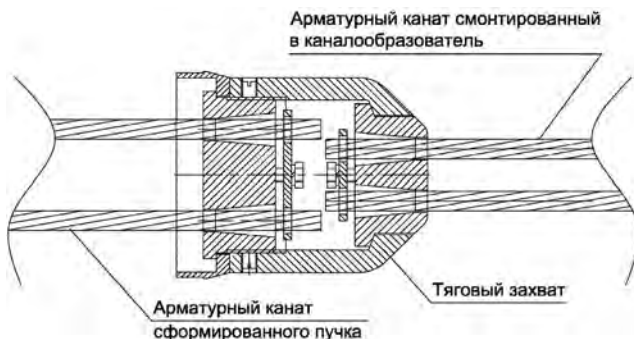


Рис. 4.18. Тяговый захват для 2-х канатов.

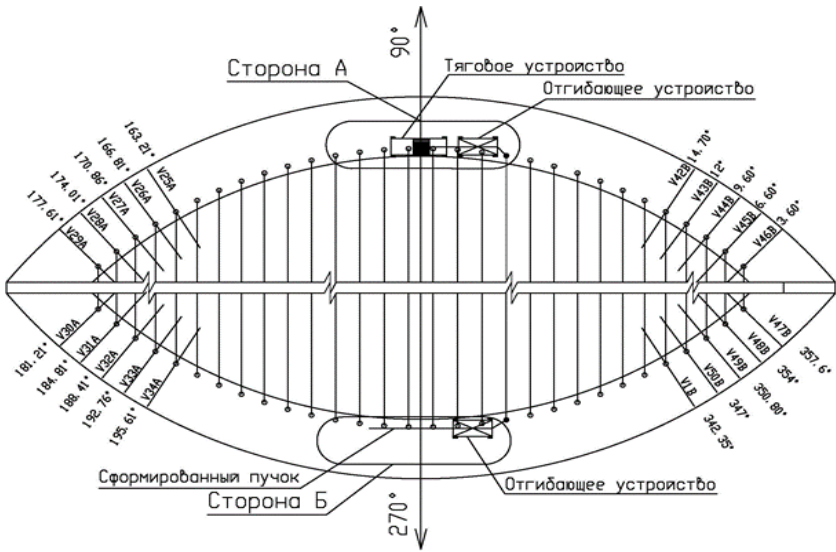


Рис. 4.19. Расположение оборудования в кольцевой галерее

A - A

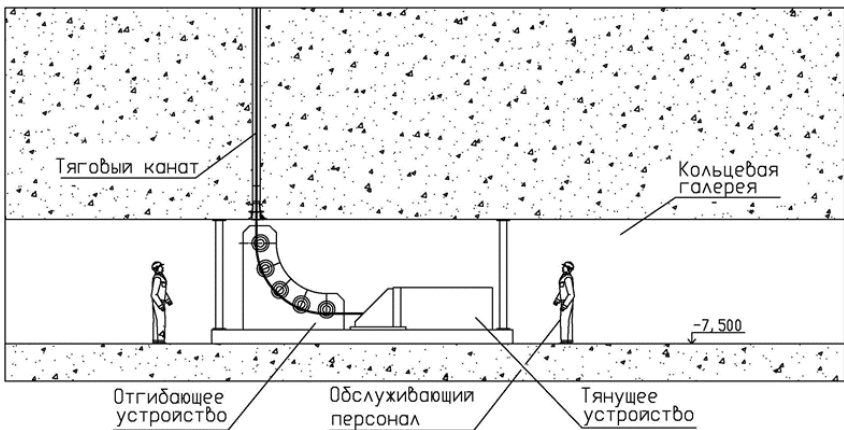


Рис. 4.20. Расположение оборудования в кольцевой галерее

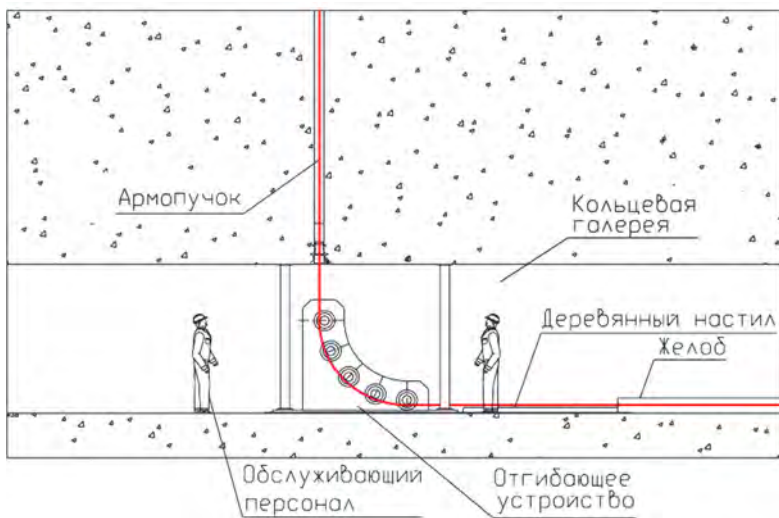


Рис. 4.21. Расположение оборудования в кольцевой галерее. Сторона Б

Сторона Б

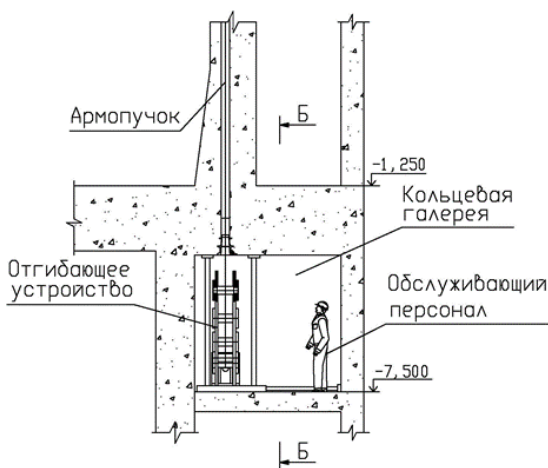


Рис. 4.22. Расположение оборудования в кольцевой галерее. Сторона Б

Обеспечить радиосвязь между оператором насосной станции домкрата ДН-4, ответственным руководителем работ и специалистом, следящим за правильным прохождением пучка в отгибющем устройстве.

Методом продольного перемещения конструкции, начать протяжку пучка. Расстояние от желоба до торца опорного стакана, пучок должен проходить в отгибющем устройстве, который исключает его изгиб на этом участке и помогает направлять пучок в каналообразователь.

При монтаже армопучка, для уменьшения силы трения между канатами и поверхностью каналообразователя, обслуживающему персоналу наносить на канаты смазывающий состав.

По окончании монтажа арматурного пучка необходимо при помощи дисковых режущих элементов аккуратно срезать место стыковки (монтажный торец армопучка). Произвести комиссионное освидетельствование монтажа пучка из 55 канатов с оформлением акта скрытых работ.

Аналогично смонтировать остальные арматурные пучки.

После протягивания армопучков и в дальнейшем, до момента натяжения пучков, все технологические «хвосты» пучков канатов должны быть защищены от загрязнения.

4.5. Технология выполнения работ. Инъектирование арматурных пучков

Общие данные

Инъектирование арматурных пучков – заполнение каналообразователей с установленными арматурными канатами водоцементным раствором.

Инъектирование каналообразователей является важной технологической операцией, от правильного выполнения которой в значительной степени зависит долговечность сооружения, поэтому к инъектированию необходимо тщательно подготовиться для исключения неправильного приготовления состава раствора и обеспечения непрерывной работы оборудования.

Если температура в каналообразователях с пучками из арматурных канатов, измеренная в доступных местах (через инъекционные

узлы каналообразователя), меньше +5°C или если окружающая температура падает и имеется прогноз, что она упадет ниже 0°C в течение следующих 7 суток, работа по инъектированию должна быть отложена до наступления стабильных температурных условий, удовлетворяющих вышеуказанным требованиям. Или должны быть разработаны мероприятия по поддержанию температуры конструкции ВЗО и окружающей среды в месте приготовления инъекционного раствора не ниже +5°C.

Если окружающая температура превысит + 40°C, то инъектирование также приостанавливается до понижения температуры

Температура конструкции внутренней защитной оболочки на весь период проведения работ по инъектированию каналообразователей и набору прочности (7 суток или не менее 33 МПа) инъекционным раствором должна быть в диапазоне не менее + 5°C и не более + 35°C, рекомендуемая температура инъекционного раствора в инъекционной установке 12 ÷ 25°C.

Среднесуточная температура окружающего воздуха на момент выполнения работ по инъектированию каналообразователей не должна быть ниже + 5°C.

Установка инъекционных крышек КИ-55, в межоболочном пространстве осуществляется с площадок обслуживания СПЗО или временных средств подмащивания.

В целях исключения гидростатического давления в вертикальных каналообразователях рекомендуется заполнять их инъекционным раствором участками: первый не более 30 метров, второй и третий до 35 метров.

Для инъектирования пучков арматурных канатов применяется два типа инъекционного раствора:

Медленно застывающий повторно замешанный раствор – данный раствор используется для инъектирования U-образных вертикальных каналообразователей;

Тиксотропный бетонный раствор – данный раствор используется для инъектирования горизонтальных каналообразователей.

Материалы для инъекционного раствора

Цемент

Для инъекционного раствора следует применять непластифицированный портландцемент марки ЦЕМ I 42.5Н ГОСТ 31108-2016,

ГОСТ 30515-2013 (СЕМ I (портландцемент), соответствующий стандарту NF EN 197-1)

Каждая партия цемента должна сопровождаться документом (сертификатом качества) удостоверяющим соответствие качества цемента нормативным документам с указанием:

- завода изготовителя;
- даты изготовления;
- марки цемента;
- веса нетто партии;
- химического состава.

В зависимости от завода-изготовителя содержащаяся в сертификате качества информация может отличаться от приведенной выше.

Период времени с момента изготовления цемента (по паспорту) до начала его использования должен быть не менее 7 и не более 60 суток.

Необходимо использовать фасованный цемент, поставляемый в мешках по 50 кг. Цемент из рваных мешков необходимо просеять и расфасовать в мешки по 50 кг.

Для предотвращения попадания влаги цемент должен храниться в закрытом сухом помещении в неповрежденных мешках.

Для хранения цемента в условиях строительной площадки, при необходимости, соорудить навес для защиты от дождя.

Добавка Conplast SP337 и Conplast RP264

Conplast SP337: данная добавка эффективно растворяет частицы цемента в цементной смеси, тем самым вовлекает максимальную возможную площадь поверхности в процессе гидратации. Данный эффект используется как для повышения прочности, так и для придания лучшей подвижности растворной смеси. Не содержит хлоридов.

Технические характеристики:

- Внешние параметры – темно-коричневая жидкость;
- pH – $8,5 \pm 1,0$;
- содержание хлорида – $<0,1\%$;
- содержание твердых частиц – 38 %;
- Чувствительность к замерзанию – $\sim -30^{\circ}\text{C}$.

Добавка поставляется в бочках объемом 200 литров.

До момента использования добавку рекомендуется хранить в оригинальной упаковке под навесом.

Продолжительность хранения в оригинальной упаковке – 1 год. Замораживание продукта не допускается, диапазон температуры хранения $>5^{\circ}\text{C}$ и $<35^{\circ}\text{C}$.

Conplast RP264

Высокоскоростная водопонижающая добавка, не содержащая хлоридов на основе специально отобранных и смешанных органических полимеров. Мгновенно растворяется в воде.

Добавка растворяет в цементной смеси мелкие частицы, что позволяет содержащейся в смеси воде действовать более эффективно. Улучшается дисперсия частиц цемента, повышается эффективность гидратации.

Технические характеристики:

- Внешние параметры – темно-коричневая жидкость;
- pH – $1,7 \pm 1,0$;
- содержание хлорида – $<0,1\%$;
- содержание твердых частиц – 44% ;
- Чувствительность к замерзанию – $\sim -30^{\circ}\text{C}$.

Добавка поставляется в бочках объемом 200 литров.

До момента использования добавку рекомендуется хранить в оригинальной упаковке под навесом.

Продолжительность хранения в оригинальной упаковке – 1 год. Замораживание продукта не допускается, диапазон температуры хранения $>5^{\circ}\text{C}$ и $<35^{\circ}\text{C}$.

Тиксотропный реагент Freyssiflow Cemethix F

Добавка, придающая цементу тиксотропное свойство.

Технические характеристики:

- Внешние параметры – жидкость янтарного цвета;
- pH – $14,14$
- содержание хлоридов-отсутствуют;
- содержание твердых частиц – 15% .

Оборудование для инъектирования

Инъекционная установка УСИ 175/265/80

Для приготовления и подачи раствора в каналобразователь должна применяться специальная инъекционная установка, состоящая из двух смесительных баков с лопастями на вертикальном стволе для приготовления раствора, расходного бака для хранения раствора (бункер) и высоконапорной, высокопроизводительной насосной станции для подачи инъекционного раствора в каналобразователь – растворонасос (Рис. 4.23).



Рис. 4.23. Инъекционная установка УСИ 175/265/80

Основные технические характеристики инъекционной установки УСИ 175/265/80:

- Объем одного бака для замеса раствора – 275 литров;
- Объем расходного бака – 80 литров;
- Максимальная производительность растворонасоса – 60 л/мин;
- Максимальное давление – 69 bar;
- Питание – 3x380 В, 50 ГЦ, 25 кВт;
- Масса – 480 кг.

Наиболее эффективный объем одного замеса инъекционного раствора в инъекционной установке УСИ 175/265/80 – 130 литров в одном смесительном баке, при следующих пропорциях:

- Цемент – 200 кг;
- Вода – 72 литра ($V/C=0,36$);
- Добавка – до 12 кг.

Каждый из двух смесительных баков сбрасывает раствор в открытый бункер, из которого раствор напрямую попадает в плунжерный насос двойного действия. Это позволяет двум смесительным бакам непрерывно попеременно работать, при этом уровень потока раствора отслеживается по уровнемеру в бункере.

Допускается применение инъекционных установок другой компоновки, обеспечивающей непрерывную подачу инъекционного раствора в каналобразователь до полного его заполнения.

Подача воды

Для каждого инъекционного поста необходимо обеспечить бесперебойную подачу воды.

На каждом инъекционном посту рекомендуется предусмотреть емкость для хранения воды объемом не менее 9000 л.

Текучестемер

Подвижность (текучесть) раствора определяется на специальном приборе – текучестемере (Рис. 4.24) или конусе (Рис. 4.25).

Текучестемер должен иметь идентификационный номер и соответствующий этому номеру акт тарировки.

Текучестемер состоит из стальной трубы, установленной на подставку с 3-мя регулировочными болтами, булавой с грузом и упорным диском и временной подставки (Рис. 4.24).



Рис. 4.24. Текучестемер (внешний вид)

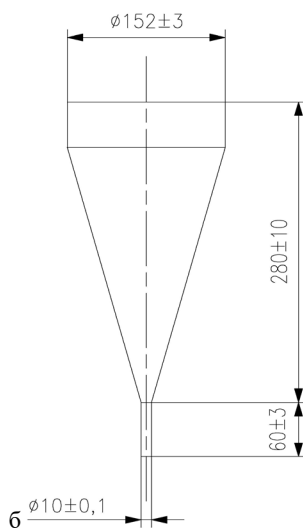


Рис. 4.25. Конус для определения текучести: а – внешний вид, б – схема (размеры являются внутренними и указаны в мм)

Цилиндры для определения оседания

Оседание инъекционного раствора определяется на приборе СОЮЗДОРНИИ – комплекте цилиндров.

В комплект входят 3 цилиндра с навинчивающимися крышками, установленных на наклонной подставке (Рис. 4.26).

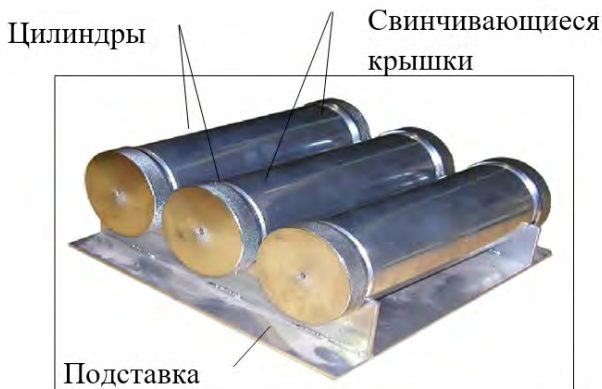


Рис. 4.26. Цилиндры оседания

Крышка инъекционная КИ-55

Крышка инъекционная предназначена для подачи инъекционного раствора в каналобразователь и удерживании внутреннего избыточного давления инъекционного раствора.

Крышка инъекционная должна быть снабжена штуцером с краном, предназначенными для подачи инъекционного раствора через опорный стакан (анкерный колодец) и запираения инъекционного раствора в каналобразователе до его набора прочности.

Инъекционные узлы каналобразователя

Инъекционные узлы каналобразователей расположены по длине каналобразователей в соответствии с рабочей документацией.

Примерная конструкция инъекционного штуцера представлена на рисунке 4.27.

Для запираения инъекционного раствора в каналобразователе использовать шаровой кран Ду 40 (G 1"1/2).

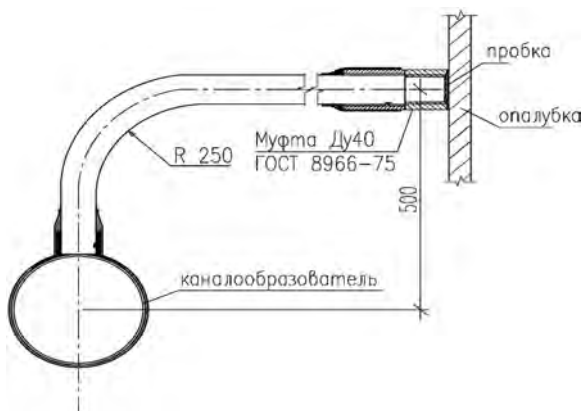


Рисунок 4.27. Конструкция инъекционного узла каналобразователя.

Подбор состава раствора

Работы по подбору состава инъекционного раствора выполняются заранее для каждого типа, который предполагается использовать для заполнения каналобразователей.

По итогам работы по подбору состава раствора оформляется карточка подбора состава инъекционного раствора.

При водоцементном отношении более 0,4 должна быть проверена его морозостойкость согласно СНиП 3.06.04-91.

Текучесть раствора определяется при помощи текучестемера (рисунки 4.24), и равна времени, в секундах, опускания груза с высоты 50 см, или при помощи конуса определения текучести (рисунок 4.25), и в данном случае будет равна времени, в секундах, вытекания одного литра раствора в градуированную емкость.

Определение величины текучести при помощи текучестемера:

- Смочить внутреннюю поверхность стальной трубы и наружную поверхность булавы.
- Порцию раствора (~2 л) залить во внутреннюю полость трубы текучестемера.
- Упорный диск булавы зафиксировать на высоте 50 см от кромки трубы с помощью временного упора.
- Убрать упор и по секундомеру измерить время опускания груза, то есть величину текучести раствора в секундах.

– Значение текучести определять как среднеарифметическое трех измерений из четырех (первое измерение исключить из рассмотрения).

– Время падения груза должно быть в интервале от 20÷45 сек.

Определение величины текучести при помощи конуса определения текучести:

– Смочить внутреннюю поверхность конуса.

– Заполнить конус раствором до отметки через сито, при этом носик конуса должен быть закрыт.

– В течении одной минуты после заполнения конуса раствором, удерживая конус в руках или на подставке в вертикальном положении – открыть носик и замерить необходимое

– время, в секундах, для того чтобы один литр цементного раствора вытек в градуированную емкость.

– Время истечения должно быть:

– Сразу после смешивания $T_0 \leq 25$ сек.

– Через 30 мин после смешивания $1,2T_0 \geq T_{30} \geq 0,8T_0$, но в любом случае $T_{30} \leq 25$ сек.

– Оседание определять с использованием специальных цилиндров с навинчивающимися крышками (Рис. 4.26). Размеры, указанные на рисунке 4.28, могут быть изменены, при условии обеспечения заданного объема одного цилиндра – 1000 см³.

Определение величины оседания при помощи цилиндров:

– Пробу инъекционного раствора залить заподлицо с кромкой вертикально установленного цилиндра, закрытого с противоположной стороны крышкой.

– Навинтить верхнюю крышку, при этом избыток раствора выдавить через отверстие в этой крышке.

– Отверстие в крышке закрыть пластилином, а цилиндр установить наклонно на подставку. Операцию провести со всеми 3-мя цилиндрами.

– Через 24 часа после приготовления, при температуре выдерживания + 15 °С÷22 °С снять верхнюю крышку цилиндра и в образовавшуюся пазуху залить минеральное масло.

- Объем масла, заполнившего пазуху, выраженный в см^3 и деленный на 10, соответствует искомой величине оседания раствора в %.
- Величина оседания раствора должна быть не более 2 %.

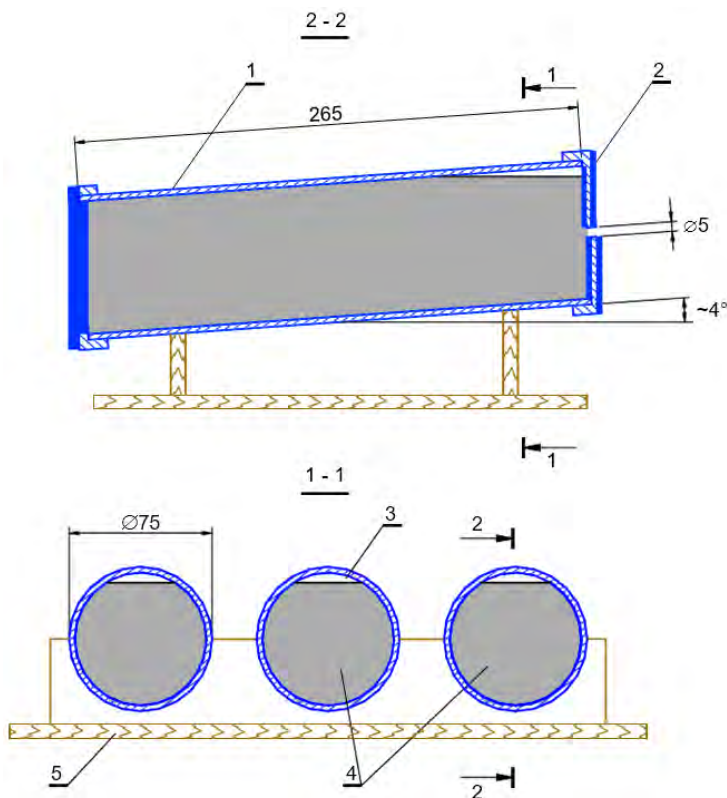


Рис. 4.28. Цилиндры оседания: 1 – металлический цилиндр; 2 – крышка с резьбой; 3 – пазуха над раствором; 4 – цементный раствор; 5 – подставка

Прочность инъекционного раствора определять испытанием на сжатие стандартных образцов (кубов) размером 10x10x10 см, в соответствии с требованиями СП 46.13330.2012. Перед заливкой инъекционного раствора в формы, стыки форм герметизировать пластилином. Кубы хранить в условиях стройплощадки, исключив ис-

парение воды с их поверхностей. Испытание образцов проводить на 7-е и 28-е сутки после их приготовления.

Морозостойкость инъекционных растворов проверяется только при водоцементном отношении более 0,4, путем сравнивая деформации отобранных образцов инъекционного раствора до и после их замораживания при температуре -23°C на 3-е, 14-е и 28-е сутки после изготовления образцов.

Измерение деформаций производить с помощью индикатора часового типа. Инъекционный раствор считается прошедшим испытания, если длина образцов после замораживания не превышает их первоначальной длины.

При проведении работ осуществлять контроль:

1. Текучесть инъекционного раствора – один раз при неизменной технологии выполнения работ и состава раствора, включая применение одной и той же инъекционной установки, использование одной и той же марки цемента и типа добавок.

2. Оседание инъекционного раствора – один раз при неизменной технологии выполнения работ и состава раствора, включая применение одной и той же инъекционной установки, использование одной и той же марки цемента и типа добавок.

3. Прочность на сжатие – один раз для одной группы заинъектированных без перерыва каналов при неизменной технологии выполнения работ и состава раствора, включая применение одной и той же инъекционной установки, использование одной и той же марки цемента и типа добавок.

Ориентировочные пропорции состава инъекционного раствора:

– Медленно застывающий раствор:

1. Цемент – 100 кг.
2. Вода – от 28 до 40 литров.
3. Добавка Conplast SP337 – от 1,5 % до 8,0%.
4. Добавка Conplast RP264 – от 0,3 % до 0,5 %.

– Тиксотропный бетонный раствор:

1. Цемент – 100 кг.
2. Вода – от 28 до 40 литров.
3. Добавка Conplast SP337 – от 1,5 % до 8,0%.
4. Добавка Conplast RP264 – от 0,3 % до 1,0 %.
5. Тиксотропный реагент Freyssiflow Cemethix F – до 2,5 %.

Соотношение материалов, окончательно принятое после испытаний на строительной площадке, может корректироваться в зависимости от температуры окружающей среды перед началом производства цементного раствора. Объем раствора при вышеуказанных пропорциях составляет 65-74 литров.

Подготовительные операции

Общие положения

Инъектирование каналов образателей является важной технологической операцией, от правильного выполнения которой в значительной степени зависит долговечность сооружения, поэтому к инъектированию необходимо тщательно подготовиться для исключения неправильного приготовления состава раствора и обеспечения непрерывной работы оборудования.

Среднесуточная температура окружающего воздуха на момент выполнения работ по инъектированию должна быть не менее +5°C.

Для доступа ко всем инъекционным узлам каналов образателей, в межболочном пространстве использовать временные средства подмащивания и работу промышленных альпинистов.

Для установки инъекционных крышек, в межболочном пространстве должен быть выполнен монтаж площадок обслуживания СПЗО или временных средств подмащивания.

В целях исключения гидростатического давления в вертикальных каналов образателях рекомендуется заполнять их инъекционным раствором участками: первый не более 30 метров, второй и третий до 35 метров.

Инъекционные узлы каналов образателей

Перед началом подготовительных работ, организация, осуществляющая работы по инъектированию каналов образателей с установленными пучками, должна выполнить приемку необходимых для инъектирования инъекционных узлов каналов образателя у организации, выполнившей их монтаж.

При необходимости каждый инъекционный узел должен быть пронумерован в соответствии с принадлежностью к каналобразователю и иметь порядковый номер от опорного стакана (анкерного колодца).

Резьбовое соединение каждого инъекционного узла должно быть проверено шаблоном с внешней резьбой G 1`1/2. Проверку инъек-

ционных узлов осуществляет организация, выполнившая их монтаж, совместно с организацией выполнившей работы по бетонированию внутренней защитной оболочки, с последующей сдачей организации, которая будет выполнять работы по инъектированию. По итогам проверки инъекционных узлов каналообразователей составить акт произвольной формы.

Инъекционная установка

Перед началом работ по смешиванию и нагнетанию инъекционного раствора, целесообразно прокачать небольшое количество воды через всю инъекционную систему, включая все краны и шланги, чтобы убедиться, что насос работает правильно, и что нет никаких помех в линии подачи раствора или в самом выводящем раствор отверстиями.

Процедура запуска инъекционной установки:

Визуально осмотреть мешалки и бункер, чтобы убедиться в отсутствии посторонних предметов и затвердевшего раствора.

Проверить все рычаги рабочих клапанов, чтобы убедиться, что они находятся в нейтральном (центральном) положении.

Присоединить все рукава высокого давления с быстроразъемными соединениями от насосной станции к инъекционной установке. Рабочее давление для рукавов высокого давления должно выбираться по максимальному рабочему давлению инъекционной установки.

Запустить насосную станцию. Набрать небольшое количество воды в бункер насоса и запустить насос. Настроить скорость насоса с помощью регулирующего клапана. Убедившись, что все системы работают исправно, можно начинать смешивание и подачу инъекционного раствора.

Рабочие посты

Инъекционные установки располагаются на открытой площадке вблизи здания на отм. 0,000. Место расположения инъекционных установок выбирается исходя из эффективного времени подачи раствора в каналообразователи.

Работа по инъектированию горизонтальных каналообразователей производится с одного подключения – к инъекционной крышке, расположенной на анкерном колодце.

Инъектирование вертикальных каналообразователей производится с нескольких подключений, а именно вначале рукав подачи

инъекционного раствора подключается к инъекционному штуцеру, расположенному на анкерном колодце (отм. -3,350), а затем в зависимости от высоты столба заполнения каналаобразователя – к инъекционным штуцерам, расположенным по длине каналаобразователя.

Организовать вблизи расположения инъекционных установок склад материалов для приготовления раствора, в объеме необходимом для производства работ за смену. Доставка цемента осуществляется со склада хранения на бортовом автомобиле, затем, при необходимости, башенным краном подается непосредственно к рабочему посту. Также необходимо обеспечить бесперебойную подачу воды.

Крышка инъекционная КИ-55

На пучки армоканатов, заблаговременно, должны быть смонтированы инъекционные крышки (рисунок 4.29). Монтаж инъекционных крышек осуществляется на крепежные элементы опорных стаканов (колодцев). Для этого организация, выполнявшая монтаж опорных стаканов к опалубке перед бетонированием, должна предъявить наличие крепежных элементов организации выполняющей работы по инъектированию. Минимально-допустимый размер шпильки, выходящий за торец опорного колодца, должен обеспечивать возможность установки КИ-55.

Порядок монтажа крышки инъекционной КИ-55:

1. Используя металлическую щетку, очистить торцевую поверхность опорного стакана (анкерного колодца) от загрязнений.
2. На пучок арматурных канатов смонтировать опорный диск (позиция 2 рисунка
3. с уплотнительным кольцом (270-280-58-2-2 по ГОСТ 9833-73). Особое внимание уделить расположению каждого арматурного каната – перехлест канатов на видимой части арматурного пучка не допускается.
4. Удерживая опорный диск за монтажные ручки на каждый арматурный канат надеть уплотнительные кольца (020-024-25-2-2 по ГОСТ 9833-73) и продвинуть их до упора в опорный диск.
5. Произвести монтаж уплотнительного диска (позиция 3 рисунка 4.29) с установленным инъекционным штуцером (позиция 5 рисунка 4.29).

6. Смонтировать на пучок арматурных канатов прижимной диск.

7. Притянуть четырьмя болтами всю конструкцию инъекционной крышки к опорному стакану.

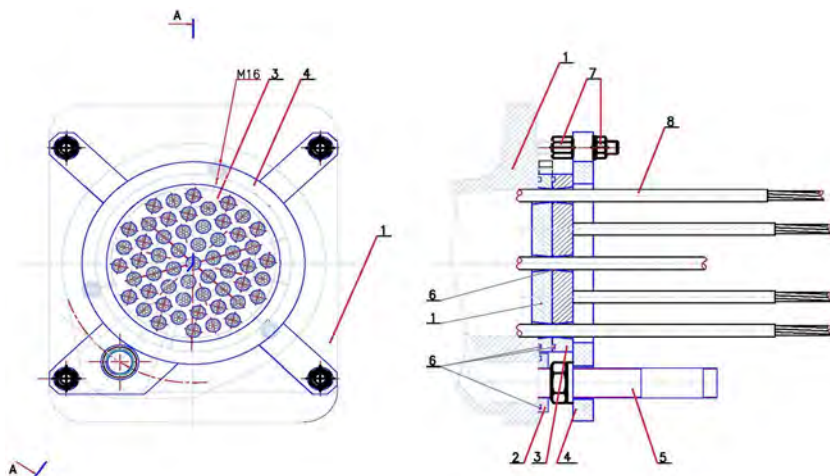


Рис. 4.29. Крышка инъекционная КИ-55

- 1 – опорный стакан; 2 – опорный диск; 3 – уплотнительный диск;
4 – прижимная плита; 5 – инъекционный штуцер с резьбой G 1"1/2;
6 – уплотнительные кольца; 7 – фиксирующие болты; 8 – арматурные канаты

Штуцера для инъекционных узлов каналобразователя

Каждый инъекционный узел каналобразователя снабдить полнопроходными шаровыми кранами Ду 40 (G 1"1/2) или иными приспособлениями, способными выдержать внутреннее избыточное давление 3 бар.

Приготовление раствора

Приготовление инъекционного раствора на строительной площадке производить по заранее проведенному подбору состава и результатам испытаний образцов в лаборатории.

Последовательность ввода составляющих инъекционного раствора в смесительный бак инъекционной установки:

Медленно застывающий раствор
вода → добавка Conplast SP337 → цемент → добавка Conplast
PR264

Тиксотропный бетонный раствор
вода → добавка Conplast SP337 → цемент → добавка Conplast
PR264 → тиксотропный реагент Freyssiflow Cemethix F.

Пропорции материалов инъекционного раствора следующие:

– Медленно застывающий раствор (на 65л инъекционного раствора):

1. Цемент – 100 кг.
2. Вода – 33-37 л.
3. Добавка Conplast SP337 – 1-2 л.
4. Добавка Conplast RP264 – 300-600 мл.

– Тиксотропный бетонный раствор (на 65л инъекционного раствора):

1. Цемент – 100 кг.
2. Вода – 35 л.
3. Добавка Conplast SP337 – 4 л.
4. Добавка Conplast RP264 – 500 мл.
5. Тиксотропный реагент Freyssiflow Cemethix F – 100 мл.

При получении положительных результатов отобрать образцы для определения:

Оседания – 3 образца.

Прочности – 6 образцов (3 образца 7сут, 3 образца 28 сут).

Во втором смесительном баке приготовить вторую порцию инъекционного раствора.

В процессе подачи раствора в каналобразователь, для предотвращения попадания воздуха в подающий канал установки, не допускать обнажения выпускного отверстия расходного бака установки, для чего непрерывно, по мере выработки раствора, приготавливать новые порции.

Объем потребности инъекционного раствора и его составляющих рассчитан исходя из длины каждого конкретного каналобразователя.

Подача инъекционного раствора

Инъектирование горизонтальных каналобразователей

Исходное положение: пучок арматурных канатов смонтирован в каналобразователе, смонтированы площадки обслуживания СПЗО или временные средства подмащивания, для обеспечения доступа к необходимым инъекционным узлам каналобразователя, на торцах пучка установлены крышки инъекционные КИ-55, инъекционные узлы каналобразователя снабжены средствами запирания инъекционного раствора в каналобразователе. Также допускается производить работы с временных средств подмащивания и с привлечением промышленных альпинистов.

Подачу раствора следует осуществлять непрерывно через инъекционный штуцер, расположенный в анкерном колодце (опорном стакане). При расположении анкерных колодцев каналобразователя в разных высотных уровнях растворов следует закачивать в канал со стороны расположенного ниже анкерного колодца (опорного стакана).

Расставить персонал для проведения работ по заполнению каналобразователя инъекционным раствором.

Проверить радиосвязь.

От нижней точки заполняемого раствором каналобразователя собрать магистраль подачи раствора к инъекционной установке.

В инъекционной установке приготовить раствор.

Присоединить подающий рукав инъекционной установки к штуцеру, расположенному на опорном стакане.

Включить насос инъекционной установки, произвести заполнение каналобразователя инъекционным раствором.

По мере выработки раствора непрерывно приготавливать очередные порции.

Осуществлять контроль заполнения каналобразователя инъекционным раствором через инъекционные узлы, расположенные по длине каналобразователя.

Закрытие инъекционного узла каналобразователя осуществлять после выхода 0,5 ÷ 1 литра полноценного раствора.

Допускается открывать и демонтировать шаровые краны на штуцерах и инъекционных узлах каналобразователей через 24 часа после заполнения их инъекционным раствором.

Осуществить заполнение инъекционным раствором всех запланированных в рабочую смену каналобразователей.

Инъектирование вертикальных каналобразователей

Исходное положение: пучок арматурных канатов смонтирован в каналобразователь, обеспечен доступ к необходимым инъекционным узлам, смонтированы площадки обслуживания СПЗО или временные средства подмащивания, на торцах пучков установлены крышки инъекционные КИ-55, инъекционные узлы каналобразователя снабжены средствами запираания инъекционного раствора в каналобразователе.

Расположение инъекционных узлов приведено на рисунке 6.30.

Для уменьшения гидростатического давления в нижней части инжектируемого каналобразователя рекомендуется заполнять каналобразователь раствором участками.

Период времени перед заполнением вышележащего участка каналобразователя должен составлять не менее 48 часов.

Расставить персонал для проведения работ по заполнению каналобразователя инъекционным раствором.

Проверить радиосвязь.

Подача инъекционного раствора осуществляется с нижней точки каналобразователя.

Длина рукава подачи инъекционного раствора от 100 до 200 метров. Объем раствора 1 м.п. – 0,00045 м³.

Инъектирование Участка № 1

Собрать магистраль подачи инъекционного раствора от рабочего поста до инъекционного узла, расположенного в опорном стакане.

На рабочем посту приготовить инъекционный раствор.

Включить насос инъекционной установки и начать заполнение каналобразователя инъекционным раствором.

По мере выработки раствора непрерывно приготавливать очередные порции.

Заполнение каналобразователя инъекционным раствором производить до выхода 0,5 ÷ 1 литра полноценного раствора из инъекционного узла расположенного на отметке +22,200. Повторить данную операцию на всех вертикальных арматурных пучках. Инъектирование вышележащего участка производить не менее чем через 48 часов.

Инъектирование Участка № 2

Собрать магистраль подачи инъекционного раствора от рабочего поста до инъекционного узла расположенного на отметке +23,200.

На рабочем посту приготовить инъекционный раствор. Включить насос инъекционной установки и начать заполнение каналобразователя инъекционным раствором. По мере выработки раствора непрерывно приготавливать очередные порции.

Заполнение каналобразователя инъекционным раствором производить до выхода $0,5 \div 1$ литра полноценного раствора из инъекционного узла расположенного на отметке +35,900. Повторить данную операцию на всех вертикальных арматурных пучках. Инъектирование вышележащего участка производить не менее чем через 48 часов.

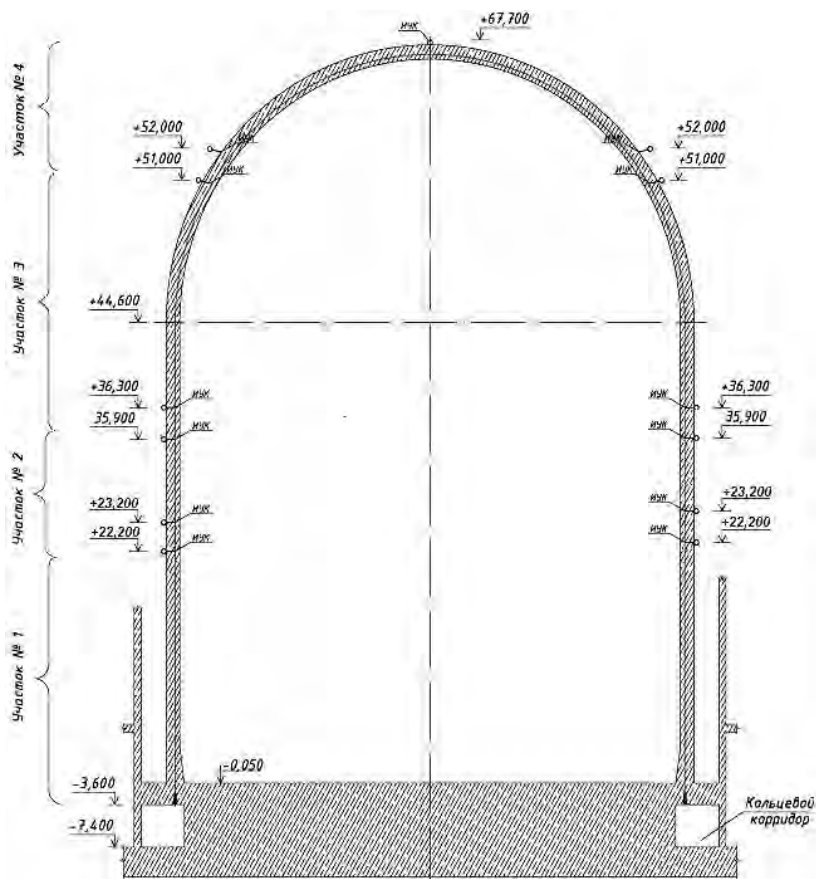


Рис. 4.30. Расположение инъекционных узлов (вертикальные каналобразователи)

Инъе́ктирование Участка № 3

Собрать магистраль подачи инъекционного раствора от рабочего поста до инъекционного узла, расположенного на отметке +36,300.

На рабочем посту приготовить инъекционный раствор. Включить насос инъекционной установки и начать заполнение каналобразователя инъекционным раствором. По мере выработки раствора непрерывно приготавливать очередные порции.

Заполнение каналобразователя инъекционным раствором производить до выхода $0,5 \div 1$ литра полноценного раствора из инъекционного узла расположенного на отметке +51,000. Повторить данную операцию на всех вертикальных арматурных пучках. Инъе́ктирование вышележащего участка производить не менее чем через 48 часов.

Инъе́ктирование Участка № 4

Собрать магистраль подачи инъекционного раствора от рабочего поста до инъекционного узла, расположенного на отметке +52,000.

На рабочем посту приготовить инъекционный раствор. Включить насос инъекционной установки и начать заполнение каналобразователя инъекционным раствором. По мере выработки раствора непрерывно приготавливать очередные порции.

Заполнение каналобразователя инъекционным раствором производить до выхода $0,5 \div 1$ литра полноценного раствора из инъекционного узла расположенного в верхней точке каналобразователя. Повторить данную операцию на всех вертикальных арматурных пучках.

4.6. Технология выполнения работ. Натяжение арматурных пучков

Общие данные

Для натяжения арматурных пучков системы преднапряжения защитной оболочки реакторного здания применяется специальное гидравлическое оборудование.

Для натяжения пучка из 55-ти арматурных канатов применяется гидравлический домкрат ДН-55. Основные технические характеристики гидравлического домкрата приведены в таблице 4.2.

Таблица 4.2

Технические характеристики ДН-55

| Тип | Число канатов, max | Усилие натяжения, кН (тс) | Рабочее давление, МПа | Площадь поршня, см ² | Ход поршня, мм | Вес, кг | Габариты домкрата, мм |
|-------|--------------------|---------------------------|-----------------------|---------------------------------|----------------|---------|-----------------------|
| ДН-55 | 55 | 12937,4 (1318,8) | 70 | 1884 | 150 | 2025 | D=770 L=905 |

Подачу гидравлической рабочей жидкости обеспечивает специальная насосная станция СН 700/12/150.3.Р. Основные технические характеристики насосной станции приведены в таблице 4.3.

Таблица 4.3

Технические характеристики СН 700/12/150.3.Р

| Рабочий объем насоса, см ³ /об | Номинальное давление, МПа (bar) | Подача насоса, л/мин | Вместимость маслабака, л | Полезный объем, л | Диапазон температуры рабочей жидкости, °С | Рабочая жидкость | Масса (с сухим баком) |
|---|---------------------------------|----------------------|--------------------------|-------------------|---|------------------|-----------------------|
| 8 | 70 (700) | 11,64 | 170 | 150 | +5÷+60 | ВМГЗ МГЕ-10А | 185 |

Все оборудование комплектуется гибкими резинометаллическими рукавами высокого давления ГРВД (длиной порядка 5 м) с быстроразъемными соединениями БРС. Все гидравлические рукава, после изготовления, проходят контрольную опрессовку давлением 150 МПа.

Ответственному руководителю работ, перед выполнением операций по натяжению арматурных пучков, проверить плотность затяжки и фиксацию быстроразъемных соединений, рукавов высокого давления. На насосной станции устанавливаются манометры, класса точности не хуже 1,0. Манометры, измеряющие давление рабочей жидкости в полости поршня натяжения гидравлического домкрата, следует проверять ежегодно независимо от условий их эксплуатации.

На гидравлическом домкрате должны быть установлены манометры, класса 0,6, измеряющие давление непосредственно в полости поршня натяжения. Присоединение манометров следует производить с помощью гаечного ключа. Запрещается заворачивать манометр за его корпус. Категорически запрещается нагружать манометры давлением, превышающим их верхний предел измерения, а также резко включать и выключать давление.

При заправке пучка в каналобразователь должны быть предусмотрены технологические выпуски арматурных канатов, длиной не менее 1250 мм, необходимые для натяжения гидравлическим домкратом ДН-55 (рисунок 4.31).

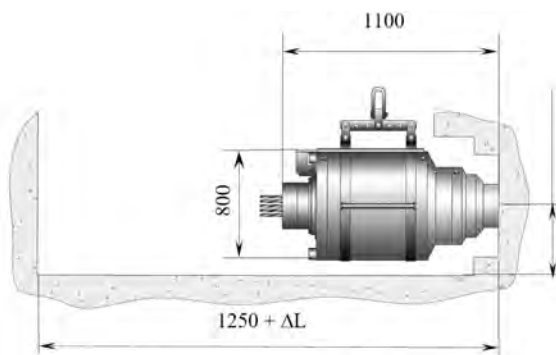


Рис. 4.31. Расположение домкрата ДН-55

Для выполнения операции натяжения пучков арматурных канатов в районе пилеастр должен быть выполнен монтаж технологиче-

ских площадок обслуживания СПЗО. Площадки снабжены моно-рельсами и грузоподъемным оборудованием. Для передвижения между площадками используются лестницы с ограждениями.

При выполнении операции натяжения арматурных пучков применяется вспомогательное оборудование: специальная тележка (рисунок 4.32), домкратная тележка, кабелерез.

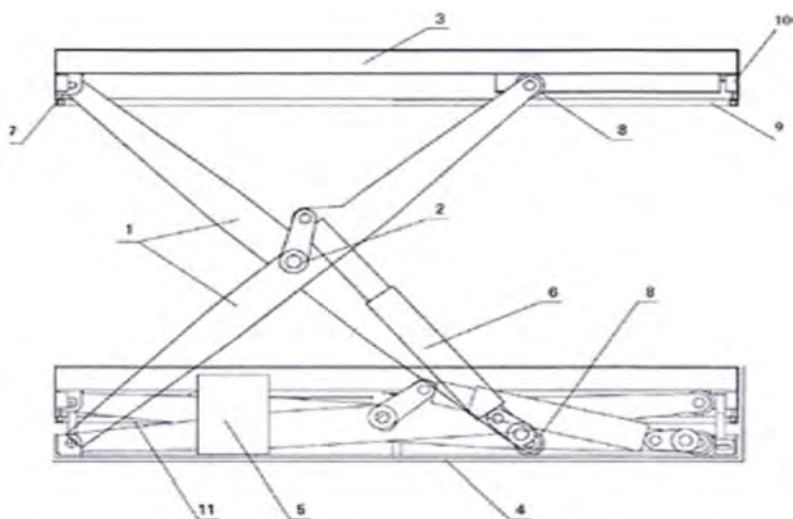


Рис. 4.32. Общий вид специальной тележки: 1 – крестообразные рычаги, 2 – ось рычага, 3 – верхняя платформа, 4 – рама основания, 5 – гидравлическая станция, 6 – подъемный цилиндр, 7 – ось основания/платформы, 8 – подшипник, 9 – рама безопасности, 10 – микровыключатель, 11 – упор

Специальная тележка – применяется в кольцевой галерее и предназначена для перемещения и подъема гидравлического домкрата ДН-55 на арматурный пучок. Также данной тележкой выполняются операции по монтажу анкерного блока на арматурный пучок. Тележка должна соответствовать следующим техническим требованиям: грузоподъемность не менее 3000 кг; размеры платформы не более 2500x1300 мм; высота подъема не менее 1200 мм; масса не более 1000 кг.

Домкратная тележка – применяется для перемещения гидравлического домкрата ДН-55 в межблочном пространстве.

Кабелерез – применяется для снятия пластиковой трубки с арматурного каната.

На систему предварительного напряжения железобетонной оболочки на четырех арматурных пучках (2-х горизонтальных и 2-х вертикальных) устанавливаются датчики измерения усилия в арматурных пучках (динамометры).

Таблица 4.4

Датчики измерения усилий в арматурных пучках

| Место установки | Пучок | Сторона | Отметка установки | Измеряемый параметр |
|----------------------|-------|---------|-------------------|---|
| Под анкерной обоймой | V12 | A | -3,350 | Усилие натяжение арматурного пучка в прианкерной зоне |
| | V12 | B | -3,350 | |
| | V14 | A | -3,350 | |
| | V14 | B | -3,350 | |
| | H12 | A | +9,425 | |
| | H12 | B | +9,675 | |
| | H19 | A | +14,255 | |
| | H19 | B | +14,505 | |

Порядок установки датчика измерения усилия (динамометра):

Рекомендуется до монтажа датчика выполнить контрольное снятие показаний, согласно документа завода-изготовителя «Руководство по эксплуатации – Струнный динамометрический датчик – Модель VH».

Осуществляется транспортировка датчика силы к месту монтажа в транспортной таре.

Перед проведением монтажа провести распаковку датчика.

Очистить опорные поверхности анкерного колодца, датчика силы и анкерной обоймы. Поверхность датчика силы должна быть обезжирена.

Проверить, что канал для уплотнительного кольца на стыке опорной поверхности не содержит пыли.

Монтаж датчика силы на горизонтальные арматурные пучки осуществлять при помощи монтажных проушин.

Уплотнительное кольцо установить в паз, расположенный в нижней пластине.

Продеть арматурные канаты пучка через датчик силы, до его прилегания с опорным стаканом.

Датчик силы крепится к опорному стакану при помощи 4-х резьбовых стержней М20 и поставляемых зажимов. Отверстия для заливки парафина должны быть ориентированы вверх.

Прижать датчик силы к опорному стакану при помощи анкерной обоймы с установленными клиновыми зажимами.

Подготовительные мероприятия

Подготовительные операции необходимо производить заранее, за 2–3 недели до получения разрешения на натяжения арматурных пучков.

Осуществить приемку технологических выпусков арматурных канатов на предмет сохранности, наличия изоляции, длины, количества армоканатов, отсутствие коррозии и механических/термических повреждений. По итогам приемки составить акт произвольной формы.

Получено разрешение на производство монтажных работ, согласованы с Заказчиком и Генподрядчиком условия и сроки их реализации.

Получена проектно-сметная, техническая документация необходимая для производства работ, выполнен входной контроль, оформлен акт приема-передачи рабочей документации для производства работ в соответствии с требованиями СП 48.1330 (вся документация должна иметь штамп «В ПРОИЗВОДСТВО»).

Согласованы графики ведения строительно-монтажных работ и готовности оборудования под монтаж.

Организована транспортировка оборудования к месту производства работ.

Проверена квалификация монтажного персонала и инженерно-технических работников, допускаемых к производству работ, оформлены журналы инструктажей.

Монтажный персонал ознакомлен с технической документацией.

Получен наряд-допуск на производство работ в местах действия опасных или вредных факторов по форме Приложения «В» ТКП 45-1.03-40-2006.

Обеспечен доступ работающих в зону монтажа, определены маршруты эвакуации при аварийной ситуации, маршруты снабжены указателями.

Определены и оборудованы места временного складирования отходов и мусора, организован их вывоз.

Монтажная зона очищена от посторонних предметов, строительного мусора.

Выполнено временное освещение. Освещенность, создаваемая осветительными установками общего освещения на строительных площадках и участках работ внутри здания, должна быть не менее нормируемой освещенности, приведенной в ГОСТ 12.1.046-85 подпункт 2.2 табл. 1, вне зависимости от применяемых источников света.

Смонтирована временная система энергоснабжения, необходимая для ведения монтажных работ.

Скомплектованы согласно ведомостям и фактической необходимости монтажное оборудование, монтажные приспособления и инструменты, такелажные средства и оснастка, проверена их исправность и подготовлены к работе. Ручные тали, лебедки, домкраты, применяемые при такелаже, должны быть отревизированы и испытаны с составлением акта.

Укомплектованы средства подмащивания (леса, лестницы, и т.д.), проверена их исправность и назначен, по указанию ИТР, ответственный за выполнение работ на рабочих местах.

В зимнее время необходимо дополнительно:

Выполнить временное (или постоянное) отопление помещений.

Для обеспечения сохранности и исключения хищения материалов, изделий и оборудования на строительной площадке необходимо приказом по монтажной организации назначить материально-ответственное лицо.

Стандартизованные средства измерений, применяемые при проведении работ, должны быть проверены в соответствии с действующей нормативной документацией.

Хранение оборудования и инструментов должно осуществляться в бригадно-инструментальных кладовых.

Подготовительные мероприятия

Выполнение работ по натяжению арматурных пучков не должно начинаться до достижения бетоном преднапряженных конструкций как минимум проектной прочности, а также до достижения бетоном стены цилиндрической части до отм. +44,600 как минимум возраста 14 месяцев и бетоном сферического купола выше отм. +44,600 как минимум возраста 6 месяцев.

Работы по натяжению арматурных пучков разрешено выполнять только после заполнения всех каналобразователей цементным раствором и при условии, что раствор, закаченный в последний каналобразователь, набрал прочность не менее 33 МПа.

Натяжение арматурных пучков является ответственной операцией, т.к. выполняются работы по созданию больших сжимающих усилий в конструкции и растягивающих – в высокопрочной арматуре. Работа проводится на оборудовании с высоким рабочим давлением жидкости – до 70 МПа. Учитывая это, любые незначительные ошибки могут привести к серьезным последствиям.

Параметры натяжения включают в себя: порядок натяжения, контролируемое усилие $N_{нк}$, усилие запрессовки клиновых зажимов $N_{зап}$, величины давления, соответствующие этим усилиям, и упругие вытяжки пучков.

Порядок выполнения работ по натяжению арматурных пучков:

Монтаж блока резьбового анкерного крепления и цанг С 15.

Монтаж гидравлического домкрата ДН-55 на арматурный пучок.

Натяжение арматурного пучка.

В ходе выполнения операции натяжения арматурных пучков АП-55, на первых 4-х (2 горизонтальных и 2 вертикальных) пучках, определить потери на трение армоканатов в пучках.

Каждый гидравлический домкрат, после его изготовления, тарируется. На основании тарифовочных данных, для каждого гидравлического домкрата строится тарифовочная кривая. Тарифовочная кривая должна прилагаться к паспорту на домкрат. Параметры усилий при натяжении в диапазоне от 0 до $N_{нк}$ (таблица 4.5).

Таблица 4.5

Параметры усилий при натяжении арматурных пучков

| Площадь поршня натяжения домкрата (F_H) = 1884 см ² | | | |
|---|---|----------|-----|
| Площадь поршня запрессовки домкрата (F_3) = 294,4 см ² | | | |
| № п/п | Наименование параметра | Величина | |
| | | кН | Bar |
| 1. | Усилие натяжения N_{HK} | 11500 | 610 |
| 2. | Усилие запрессовки клинов- вых зажимов $N_{зан}$ | 539 | 183 |

Величины давления рассчитаны по формулам:

$$P = \frac{100 N_{HK}}{F_H}; \quad P_3 = \frac{100 N_{зан}}{F_{зан}},$$

P – давление в полости поршня натяжения гидравлического домкрата, bar;

P_3 – давление в полости поршня запрессовки гидравлического домкрата, bar;

N_{HK} – проектное усилие натяжения арматурного пучка, кН;

$N_{зан}$ – усилие запрессовки клиновых зажимов арматурного пучка (принимается из расчета 1 тс на 1 клиновой зажим), кН;

F_H – площадь поршня натяжения гидравлического домкрата, см²;

F_3 – площадь поршня запрессовки гидравлического домкрата, см².

Ввиду большой длины пучка арматурных канатов и большого суммарного угла поворота, натяжение необходимо осуществлять с двух его сторон.

Порядок натяжения арматурных пучков.

ЭТАП 1. Определение коэффициентов потерь. Натяжение 2-х горизонтальных и 2-х вертикальных арматурных пучков – 4 арматурных пучка: V1, V5; H1, H5.

ЭТАП 2. Натяжение вертикальных арматурных пучков по принципу «1 через 3 пропускаемых» – 11 арматурных пучков: V9; V13; V17; V21; V25; V29; V33; V37; V41; V45; V49.

ЭТАП 3. Натяжение горизонтальных арматурных пучков по принципу «1 через 3 пропускаемых» – 17 арматурных пучков: Н9; Н13; Н17; Н21; Н25; Н29; Н33; Н37; Н41; Н45; Н49; Н53; Н57; Н61; НД2; НД6; НД10.

ЭТАП 4. Натяжение вертикальных арматурных пучков по принципу «2 через 2 пропускаемых» – 25 арматурных пучков: V2; V3; V6; V7; V10; V11; V14; V15; V18; V19; V22; V23; V26; V27; V30; V31; V34; V35; V38; V39; V42; V43; V46; V47; V50.

ЭТАП 5. Натяжение горизонтальных арматурных пучков по принципу «1 через 3 пропускаемых» – 19 арматурных пучков: Н2; Н6; Н10; Н14; Н18; Н22; Н26; Н30; Н34; Н38; Н42; Н46; Н50; Н54; Н58; Н62; НД3; НД7; НД11.

ЭТАП 6. Натяжение вертикальных арматурных пучков по принципу «1 через 3 пропускаемых» – 12 арматурных пучков: V4; V8; V12; V16; V20; V24; V28; V32; V36; V40; V44; V48.

ЭТАП 7. Натяжение горизонтальных арматурных пучков по принципу «2 через 2 пропускаемых» – 38 арматурных пучков: Н3; Н4; Н7; Н8; Н11; Н12; Н15; Н16; Н19; Н20; Н23; Н24; Н27; Н28; Н31; Н32; Н35; Н36; Н39; Н40; Н43; Н44; Н47; Н48; Н51; Н52; Н55; Н56; Н59; Н60; Н63; НД1; НД4; НД5; НД8; НД9; НД12; НД13.

Монтаж блока резьбового анкерного крепления и цанг С-15

Для монтажа анкерного блока необходимо иметь:

- Анкерный блок.
- Цанги (входят в комплект анкера, количество 55 шт для одного анкера).
- Специальная графитовая смазка (из расчета 1 грамм смазки на цангу) – ВНИИ НП-232 по ГОСТ 14068-79.
- Специальная оправка-трубка для подбивки цанг в конусные отверстия блока (толстостенная труба с внутренним диаметром 20 мм, длиной 1500÷1600 мм и ровными торцами).
- Краска с кисточкой/маркер по бетону для маркировки пучков.
- Проектная документация для нумерации последовательности натяжения пучков.

По необходимости обеспечить освещение рабочего места.

При необходимости, используя металлическую щетку, очистить поверхность торца анкерного колодца от цементного молочка или

иных загрязнений. Используя кабелерез, зачистить канат от пластика. При помощи ветоши удалить смазку с арматурных канатов. По необходимости, механическим способом, зачистить торцы каната от заусенцев. Перед монтажом анкерного блока, на опорную поверхность анкерного колодца нанести валик силиконового или другого герметизирующего материала, например, Пентэласт-1159.

В монтажное отверстие, расположенное на боковой поверхности анкерного блока, установить рым-болт М12 и подать к месту монтажа. Для вертикальных арматурных пучков подачу анкерного блока осуществлять специальной тележкой. При монтаже блока резьбового анкерного крепления внимательно следить за параллельной установкой канатов в соответствующие отверстия. Перехлест канатов на видимой части пучка не допускается. Наружные конические поверхности цанг смазать ровным слоем специальной смазки из расчета 1 грамм на одну цангу. Надеть на канаты цанги и подбить их в конусные отверстия анкерного блока специальной трубкой-оправкой. При установке цанг обеспечить плотную посадку анкерного блока на опорную поверхность анкерного колодца (Рис. 4.33).

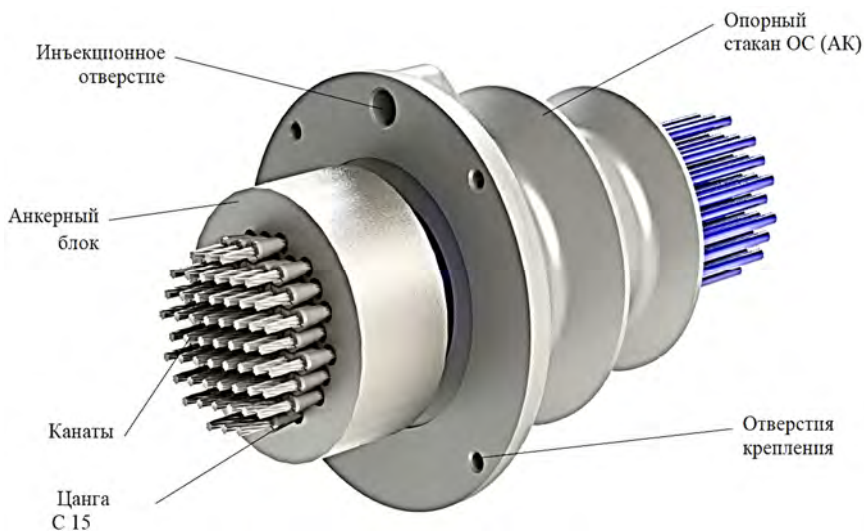


Рис. 4.33. Сборка анкерного «узла»

Ослабить натяжение текстильных стропов, удерживающих анкерный блок. В случае смещения анкерного блока с опорной поверхности анкерного колодца, блок снова установить в проектное положение и подбить цанги.

Используя маркер по бетону, при необходимости, произвести разметку порядка натяжения арматурных пучков.

Составить исполнительную схему монтажа анкерных блоков, в которой необходимо занести заводские номера всех установленных блоков.

После монтажа анкерных блоков с цангами, до момента натяжения арматурных пучков, все технологические выпуски арматурных канатов должны быть защищены полиэтиленовой пленкой от внешних воздействий и загрязнений.

Определение потерь на трение в арматурном пучке

Целью определения потерь на трения является подтверждение того, что принятые в расчетах усилия натяжения арматурных пучков потери на трения не превышают принятые в проекте величин:

Коэффициент трения по углу, $1/\text{рад}$ – не более 0,05.

Коэффициент трения по длине, $1/\text{м}$ – не более 0,001.

Методом измерения является соотношения силы, создаваемой на «пассивном» (ненатягиваемом) конце армопучка к силе, прилагаемой на «активном» (натягиваемом) конце армопучка. Данное отношение отражает потерю силы из-за трения, возникающего между арматурными канатами и полиэтиленовыми трубками, в которые они установлены.

При определении потерь на трение, натяжение арматурного пучка осуществляется стадийно. Коэффициенты трения определять при проектном усилии натяжения, ввиду того, что промежуточные значения в процессе натяжения арматурного пучка не имеют значения для напряженного состояния железобетонной конструкции оболочки.

Технология измерения потерь на трение выполняется одновременно с натяжением соответствующего армопучка, таким образом, данная операция будет закончена передачей проектного усилия на армопучок.

Для выполнения данной операции используется два гидравлических домкрата ДН-55. Один гидравлический домкрат устанавливается на «гидравлическую подушку» – «пассивный», и воспринимает

ет нагрузку, передаваемую вторым гидравлическим домкратом, который выполняет операцию натяжения арматурного пучка – «активный».

Контроль усилия в арматурном пучке ведется по манометру, установленному на полости поршня натяжения гидравлического домкрата ДН-55, класс точности 0,6.

Подачу гидравлической рабочей жидкости обеспечивают специальные насосные станции СН 700/12/150.3.Р. На насосных станциях устанавливаются манометры класса точности не хуже 1,0.

Исходное положение: арматурные пучки смонтированы в каналообразователи. Выполнены работы по инъектированию армопучков. На торцах арматурного пучка смонтированы анкерные блоки и цапги.

При выполнении операции определения потерь на трение, пучок подвергается напряжению с одной стороны.

Монтаж гидравлического домкрата ДН-55 на арматурный пучок:

– С помощью подъемного оборудования смонтировать гидравлический домкрат ДН-55 на армопучок (при монтаже ДН-55 запрещается пользоваться гидравлическими штуцерами как силовыми ручками).

– Выдвинуть поршень натяжения гидравлического домкрата.

– На каждый армоканат смонтировать штатные многообразовые клиновые зажимы, которые необходимо смазать специальной графитовой смазкой, при этом следить, чтобы смазка не попала на резьбу клиновых зажимов.

– Обеспечить плотную посадку анкерного блока в проточку домкрата.

– Снять контрольный отчет упругой вытяжки арматурного каната, записать в протокол измерения потерь на трение в арматурном пучке.

Контроль упругой вытяжки арматурного пучка производить по 1-му контрольному арматурному канату, на котором при первом измерении устанавливается маячок (метка). Измерение производится при помощи мерной рулетки или лазерного дальномера. Точность измерения ± 1 мм. Измерения производить от неподвижной части гидравлического домкрата, до маячка (метки).

Руководителю работ убедиться, что на обоих постах закончена операция по монтажу гидравлических домкратов.

На рабочем месте оператора насосной станции вывесить таблицу с приведенными величинами усилий и соответствующих им давлениям по всем стадиям натяжения пучков.

По команде руководителя работ операторы насосных станций подают в полость поршня натяжения давление равное 100 bar, соответствующее усилию 1884 кН.

После достижения давления, соответствующего усилию 1884 кН, операторы фиксируют его, закрывая подающую магистраль насосной станции. Снимают контрольный отчет упругой вытяжки арматурного пучка на обоих домкратах.

Записать в протокол измерения потерь на трение в арматурном пучке, значение упругой вытяжки арматурного каната и величину давления рабочей жидкости в полости поршня натяжения, по манометру в bar.

После измерения и записи данных в протокол измерения потерь на трение, руководитель работ дает команду на продолжение натяжения.

В дальнейшем натяжение осуществляется только одним гидравлическим домкратом – «активным». При этом необходимо фиксировать:

«Активный» конец арматурного пучка – давление в полости поршня натяжения домкрата ДН-55 и упругую вытяжку арматурного пучка;

«Пассивный» конец арматурного пучка – давление в полости поршня натяжения домкрата ДН-55, после выдвигания штока гидравлического домкрата на 3...5 мм.

При выходе поршня натяжения «активного» гидравлического домкрата более 140 мм, оператору насосной станции необходимо прекратить натяжение, закрыть подающую магистраль насосной станции и сообщить об этом руководителю работ.

По команде руководителя работ плавно поднять давление рабочей жидкости в полости поршня запрессовки клиновых зажимов домкрата до 40 bar.

Произвести обратный ход поршня запрессовки клиновых зажимов.

По команде руководителя работ, плавно сбросить давление в полости поршня натяжения до 0.

Произвести обратный ход поршня натяжения.

Во время обратного хода поршня натяжения внимательно следить за распрессовкой штатных клиновых зажимов гидравлического домкрата ДН-55. При необходимости, с помощью небольшой вибрации на канатах, помочь выйти клиновым зажимам из зацепления.

Сдвинуть гидравлический домкрат до упора в анкерный блок и обеспечить плотную посадку блока в проточку домкрата.

Зафиксировать домкрат ДН-55 на арматурном пучке штатными клиновыми зажимами.

По команде руководителя работ оператор насосной станции подает в полость поршня натяжения домкрата давление, соответствующее давлению, последующего этапа натяжения, согласно, протокола измерения потерь на трение.

После достижения данного значения оператор фиксирует его, закрывая подающую магистраль насосной станции.

Выполнить операцию замера и записи в Протокол измерения потерь на трение в арматурном пучке (смотри Приложение Б) значения упругой вытяжки армопучка и величину давления рабочей жидкости в полости поршня натяжения по манометру в бар в «активном» и «пассивном» домкратах.

Произвести натяжение пучка аналогично описанным выше этапам.

На каждом этапе натяжения арматурного пучка необходимо фиксировать в Протоколе измерения потерь на трение величины давления в полости поршня натяжения гидравлического домкрата ДН-55 и упругую вытяжку армопучка.

В соответствии с Протоколом измерения потерь на трения, оператору насосной станций «активного» домкрата необходимо довести давление рабочей жидкости до расчетного, соответствующего усилию $N_{нк}=11500$ кН, прекратить натяжение и закрыть подающую магистраль насосной станции.

Снять показания давления в полости поршня натяжения «пассивного» гидравлического домкрата.

Записать данные в Протокол измерения потерь на трения.

Оператору насосной станции «пассивного» гидравлического домкрата довести давление рабочей жидкости до расчетного, соот-

ветствующего усилию $N_{нк}$, прекратить натяжение и закрыть подающую магистраль насосной станции.

После достижения в полости натяжения домкрата давления, соответствующего усилию $N_{нк} 11400$ кН, выдержать его 5 минут, для прохождения процесса кратковременных потерь усилия: перераспределении усилий между канатами в пучке, релаксация армоканатов, обмятие опорного узла и т.д.

По истечению 5-ти минутной выдержки давление рабочей жидкости в полости поршня натяжения домкрата может уменьшиться.

При необходимости, по команде руководителя работ, плавно поднять давление рабочей жидкости в полости поршня натяжения домкрата до расчетного, соответствующего усилию $N_{нк} = 11400$ кН.

При давлении, соответствующем усилию $N_{нк} = 11400$ кН записать и записать в Протокол измерения потерь на трения, давление в полости поршня натяжения домкрата ДН-55 и упругую вытяжку арматурного пучка.

После записи в протокол результатов измерения потерь на трение, по команде руководителя работ, плавно поднять давление рабочей жидкости в полости поршня запрессовки клиновых зажимов гидравлического домкрата до 183 bar.

Произвести обратный ход поршня запрессовки клиновых зажимов. По команде руководителя работ плавно сбросить давление в полости поршня натяжения до 0. Произвести обратный ход поршня натяжения.

Во время обратного хода поршня натяжения внимательно следить за распрессовкой штатных клиновых зажимов домкрата. При необходимости, с помощью небольшой вибрации на канатах, помочь выйти клиновым зажимам из зацепления.

При достижении давления рабочей жидкости, в полости поршня обратного хода гидравлического домкрата, не более 100 bar закончить операцию складывания домкрата. Выключить насосную станцию и отсоединить гидравлические рукава высокого давления от домкрата. Произвести демонтаж домкрата с арматурного пучка с помощью вспомогательного грузоподъемного оборудования.

Произвести натяжение оставшихся 3-х арматурных пучков в соответствии с описанными выше процедурами.

После выполнения операции натяжения всех 4-х арматурных пучков и заполнения Протокола измерения потерь на трение в ар-

матурном пучке, получаем исходные данные для определения коэффициентов потерь усилия на трение.

Определение коэффициентов трения по углу и по длине арматурного пучка в каналобразователе выполняется по формуле Эйлера.

$$P_k = P_o \cdot e^{-(f\alpha + \theta \cdot L)} ,$$

где P_k – давление в полости поршня натяжения домкрата со стороны «пассивного» конца арматурного пучка;

P_o – давление в полости поршня натяжения домкрата со стороны «активного» конца арматурного пучка;

f – коэффициент трения арматурного пучка по углу;

α – суммарный угол арматурного пучка;

θ – коэффициент трения арматурного пучка по длине;

L – длина арматурного пучка.

Для определения коэффициентов трения по углу и по длине, необходимо решить два уравнения с двумя неизвестными: задавшись одним из коэффициентов и попеременно изменяя другой коэффициент трения (по углу или по длине арматурного пучка) методом последовательных итераций сводим два коэффициента к значениям, удовлетворяющим решению данных уравнений.

По результатам измерения потерь на трение могут быть откорректированы усилия натяжения пучков арматурных канатов.

Натяжение арматурных пучков

Для выполнения данной операции применяется 2 (два) гидравлических домкрата ДН-55. Осуществляется попеременно – стадийное натяжение арматурного пучка, то есть определенное усилие в арматурном пучке набирает гидравлический домкрат № 1, затем гидравлический домкрат № 1 прекращает натяжение, в работу включается гидравлический домкрат № 2, который набирает также определенное усилие и прекращает работу, продолжает натяжение гидравлический домкрат № 1.

Контроль усилия в арматурном пучке ведется по манометру, установленному на полости поршня натяжения гидравлического домкрата ДН-55, класс точности 0,6.

На рабочем месте оператора насосной станции вывесить таблицу с приведенными величинами усилий, соответствующих им давлениям по всем стадиям натяжения пучков. С помощью вспомогательного оборудования, подать гидравлические домкраты в зону выполнения работ по натяжению арматурного пучка, в соответствии с порядком натяжения.

Для удобства монтажа гидравлического домкрата на арматурный пучок, используя углошлифовальную машинку, зачистить концы арматурного каната от заусенцев. При необходимости резку арматурных канатов осуществлять при помощи углошлифовальной машинки с отрезным кругом.

Расплетение технологических концов арматурного каната и наличие заусенцев на его конце не допускается. Вспомогательным грузоподъемным механизмом застропить домкрат. Вывесить домкрат относительно оси арматурного пучка. Для монтажа гидравлического домкрата на вертикальный арматурный пучок, использовать специальную подъемную тележку. Используя домкратные телескопические трубки, смонтировать гидравлический домкрат ДН-55 на арматурный пучок. При монтаже домкрата, соблюдать ряды арматурных канатов, не допускается их перекрещивание. Обеспечить плотное прилегание гидравлического домкрата к анкерному блоку.

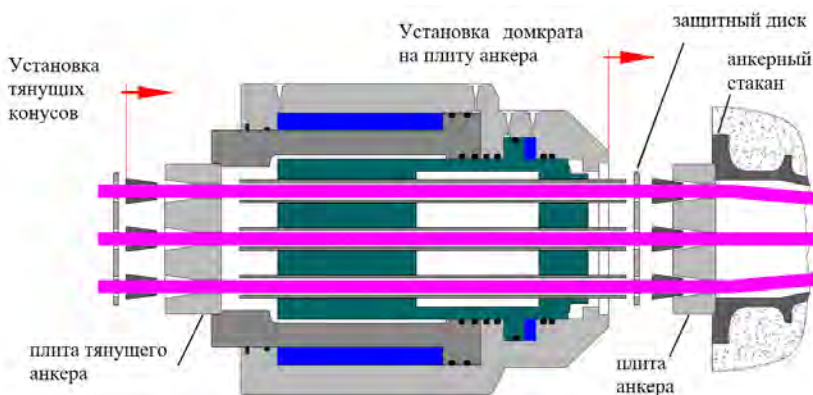


Рис. 4.34. Схема монтажа гидравлического домкрата на арматурный пучок

При монтаже гидравлического домкрата на вертикальный арматурный пучок использовать специальный подъемный стол, при помощи которого произвести передвижение гидравлического домкрата на пучок, до плотного прилегания домкрата к анкерному блоку.

Выдвинуть поршень натяжения гидравлического домкрата, обеспечив плотную посадку анкерного блока в проточку домкрата.

Соединить гидравлический домкрат ДН-55 с насосной станцией СН 700/12/150.3.Р гидравлическими рукавами высокого давления с быстроразъемными соединениями и проверить работоспособность всего оборудования на всех режимах. Для удобства монтажа гидравлических рукавов отметить края каждого рукава и соответствующего штуцера на домкрате и насосной станции изоляционной лентой одного цвета в зависимости от рабочей полости домкрата, а именно:

Полость поршня натяжения домкрата – красного цвета.

Полость поршня запрессовки домкрата – синего цвета.

Полость обратного хода (сливная) – зеленого цвета.

Проверить плотность затяжки и фиксацию быстроразъемных соединений рукавов высокого давления.

Проверить и, при необходимости, вернуть поршень запрессовки клиновых зажимов в исходное положение.

По команде руководителя работ, операторы насосных станций на Посту № 1 и на Посту № 2, подают в полость поршня натяжения гидравлического домкрата давление, соответствующее усилию условного 1884 кН, а именно, 100 bar. После достижения давления, соответствующего усилию 1884 кН, операторы фиксируют его, закрывая подающую магистраль насосной станции. При усилении 1884 кН замерить и записать в протокол натяжения значение упругой вытяжки арматурного каната и величину давления рабочей жидкости в полости поршня натяжения по манометру в bar.

В дальнейшем натяжение осуществляется стадийно, с приложением усилия попеременно, то на одном конце арматурного пучка, то на другом.

При выходе поршня натяжения гидравлического домкрата, хотя бы на одном из постов более 140 мм, операторам насосных станций необходимо прекратить натяжение, закрыть подающую магистраль насосной станции и сообщить об этом руководителю работ.

Операцию по складыванию гидравлического домкрата (натяжение арматурного пучка с перехватом) выполнять только на одном домкрате – у которого шток натяжения вышел более 140 мм.

По команде руководителя работ плавно поднять давление рабочей жидкости в полости поршня запрессовки клиновых зажимов домкрата до 40 bar (Рис. 4.35).

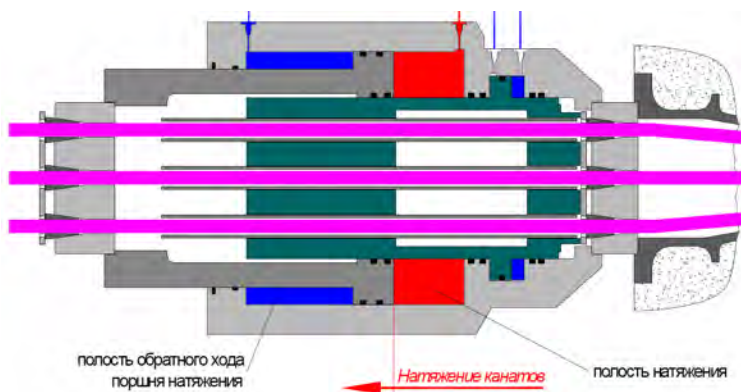


Рис. 4.35. Схема натяжения пучка

Произвести обратный ход поршня запрессовки клиновых зажимов. По команде руководителя работ, плавно сбросить давление в полости поршня натяжения до 0 (Рис. 4.36).

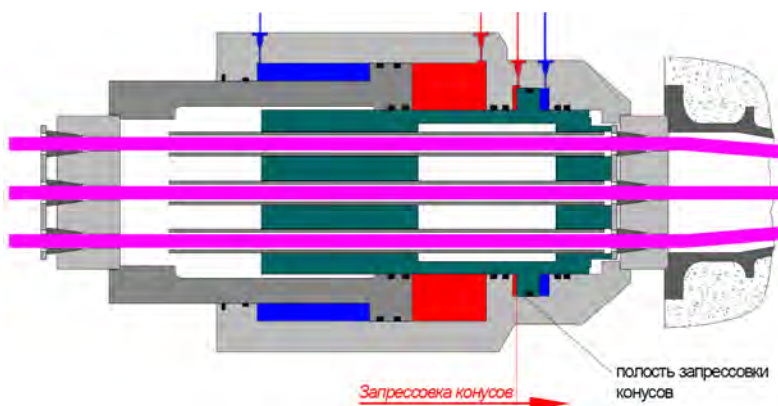


Рис. 4.36. Схема запрессовки клиновых зажимов

Произвести обратный ход поршня натяжения.

Во время обратного хода поршня натяжения внимательно следить за распрессовкой штатных клиновых зажимов гидравлического домкрата ДН-55. При необходимости, с помощью небольшой вибрации на канатах, помочь выйти клиновым зажимам из зацепления.

Сдвинуть гидравлический домкрат до упора к анкерному блоку и обеспечить плотную посадку блока в проточку домкрата.

Зафиксировать домкрат ДН-55 на арматурном пучке штатными клиновыми зажимами (Рис. 4.37).

По команде руководителя работ операторы насосных станций подают в полость поршня натяжения домкрата давление, соответствующее давлению, зафиксированному в протоколе натяжения, перед перестановкой домкрата.

После достижения данного значения оператор фиксирует его, закрывая подающую магистраль насосной станции.

Выполнить операцию замера и записи в «Протокол натяжения арматурного пучка» значения упругой вытяжки арматурного каната и величину давления рабочей жидкости в полости поршня натяжения по манометру в бар.

Произвести натяжение пучка аналогично описанным выше этапам.

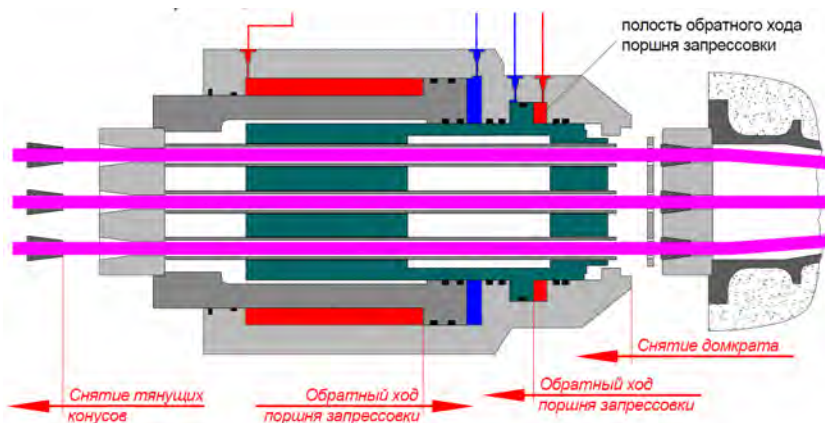


Рис. 4.37. Схема обратного хода домкрата

На каждом этапе натяжения арматурного пучка необходимо фиксировать в протоколе натяжения величины давления в полости поршня натяжения гидравлического домкрата ДН-55 и упругую вытяжку арматурного каната.

В соответствии с таблицей параметров натяжения, операторам насосных станций необходимо довести давление рабочей жидкости до расчетного, соответствующего усилию $N_{нк}$, и прекратить натяжение. Закрыть подающую магистраль насосной станции.

После достижения в полости натяжения домкрата давления, соответствующего

усилию $N_{нк}$, выдержать его 5 минут для прохождения процесса кратковременных потерь усилия: перераспределении усилий между канатами в пучке (релаксации), обмятие опорного узла и прочее.

По истечению 5-ти минутной выдержки давление рабочей жидкости в полости поршня натяжения домкрата может уменьшиться.

При необходимости, по команде руководителя работ, плавно поднять давление рабочей жидкости в полости поршня натяжения домкрата до расчетного, соответствующего усилию $N_{нк}$.

При давлении, соответствующем усилию $N_{нк}$ замерить и записать в Протокол

натяжения, давление в полости поршня натяжения домкрата ДН-55 и упругую вытяжку арматурного каната.

После записи в Протокол результатов натяжения, по команде руководителя работ, плавно поднять давление рабочей жидкости в полости поршня запрессовки клиновых зажимов гидравлического домкрата до 183 bar (Рис. 4.37).

Произвести обратный ход поршня запрессовки клиновых зажимов.

По требованию, выборочно, может быть выполнена операция замера осадки цанг, при передаче проектного усилия с гидравлического домкрата на анкерный блок. Для этого сбросить давление в полости поршня натяжения домкрата до 10...30 bar. Произвести повторный замер длины контрольного арматурного каната. При расчете глубины осадки цанг необходимо учитывать упругую вытяжку арматурного каната в теле гидравлического домкрата ДН-55, равную 6 мм.

По команде руководителя работ плавно сбросить давление в полости поршня натяжения до 0.

Произвести обратный ход поршня натяжения.

Во время обратного хода поршня натяжения внимательно следить за распрессовкой штатных клиновых зажимов домкрата. При необходимости, с помощью небольшой вибрации на канатах, помочь выйти клиновым зажимам из зацепления.

При достижении давления рабочей жидкости, в полости поршня обратного хода гидравлического домкрата, не более 100 bar закончить операцию складывания домкрата.

Выключить насосную станцию и отсоединить гидравлические рукава высокого давления от домкрата.

Произвести демонтаж домкрата с арматурного пучка.

Подать гидравлические домкраты ДН-55 и насосные станции СН 700/12/150.3.Р в зону монтажа – зона натяжения последующего арматурного пучка, в соответствии с порядком натяжения.

Смонтировать гидравлический домкрат ДН-55 на арматурный пучок. Выполнить операцию натяжения арматурного пучка в соответствии этапами, описанными выше. Выполнить операцию натяжения всех арматурных пучков в соответствии порядком натяжения.

4.7. Технология выполнения работ. Монтаж защитных колпаков

Общие данные

Защитный колпак предназначен для защиты выпусков арматурных канатов, анкерного блока и цанг от пожара и внешних механических воздействий.

Технологическая операция по закрытию технологических хвостов арматурных пучков состоит из 2 (двух) этапов:

- 1 Монтаж защитного колпака.
- 2 Заполнение защитного колпака парафином.

Для монтажа защитного колпака необходимо: защитный колпак из расчета 2 колпака на 1 армопучок, комплект крепежных элементов.

Для заполнения защитной крышки парафином необходимо: бочка с парафином, 2-3 ленточных нагревателя, оснащенных термостатическими регуляторами, диск для разогрева, электрическая дрель оснащенная венчиком для размешивания краски или аналогичных материалов, термометр, насос для нагнетания парафина (ориентировочный расход 4,3 л/мин), комплект рукавов для подачи парафина.

Установка защитных колпаков

Защитный колпак монтируется на крепежные болты анкерного колодца. Перед монтажом проверить наличие уплотнительного кольца в пазу защитного колпака. Крепление защитного колпака осуществить 4 гайками с резьбой М20, предварительно установив шайбы.

Подготовительные операции к заполнению защитных колпаков

Используя ленточные нагреватели и диск для разогрева осуществить нагрев парафина до температуры, примерно, равной 95-100 °С. Ориентировочное время нагрева составляет 5-6 часов.

Проверить работоспособность насосов для нагнетания парафина: закрыть подающие краны, подсоединить трубки для всасывания и рециркуляции между насосом для парафина и бочкой, присоединить выпускной шланг насоса для парафина к бочке и перевести трехходовой кран насоса в положение, которое позволит осуществить замкнутую циркуляцию парафина между насосом бочкой.

Когда парафин достигнет необходимой температуры для нагнетания необходимо открыть краны шланга всасывания и шланга в контуре рециркуляции, включить насос подачи парафина на несколько минут и убедиться в том, что он работает правильно (при работающем насосе не должны появляться пузырьки воздуха). Выключить насос для подачи парафина и закрыть шланги всасывания и рециркуляции.

Заполнение защитных колпаков парафином

Защитный колпак снабжен одним подающим входом, расположенным в торце колпака, и двумя выходами для выпуска воздуха. Подсоединить шланг подачи парафина к подающему штуцеру, установленному на защитный колпак. Начать нагнетание парафина. По мере выхода парафина из первого выпускного штуцера закрыть его. Когда парафин выйдет из второго выпускного штуцера, закрыть его и в целях избегания роста давления внутри защитного колпака и прекратить нагнетание парафина. Выключить насос для нагнетания. После того, как парафин остынет, краны можно будет демонтировать, и установить заглушки.

4.8. Контроль качества строительно-монтажных работ

Общие указания

Контроль качества строительно-монтажных работ осуществляется на всех этапах строительства с целью обеспечения выполнения требований проекта, технологической и нормативно-технической документации, выявления и устранения отклонений от этих требований.

Контроль включает:

- Приемку вынесенной в натуру геодезической разбивочной основы.
- Входной контроль проектной документации, предоставленной заказчиком.
- Входной контроль качества поступающих на стройку материалов, изделий и конструкций, деталей, полуфабрикатов.
- Операционный контроль качества строительно-монтажных работ.
- Приемочный контроль законченных видов, этапов работ, конструкций или их элементов.
- Инспекционный контроль технологии производства и качества работ или конструктивных элементов.

Входной контроль проектной документации

Входной контроль проектной, рабочей и технологической документации выполняет производственно-технический отдел строительно-монтажной организации.

При входном контроле проектной документации необходимо проанализировать всю представленную документацию, включая ПОС и рабочую документацию, проверив при этом: ее комплектность, соответствие проектных осевых размеров и геодезической основы, наличие согласований и утверждений, наличие ссылок на материалы и изделия, наличие предельных значений, контролируемых по указанному перечню параметров, допускаемых уровней несоответствия по каждому из них, наличие указаний о методах контроля и измерений, в том числе в виде ссылок на соответствующие нормативные документы, наличие штампа/указания «В производство работ» Заказчика, Застройщика, Генерального подрядчика (Подрядчика).

При обнаружении недостатков соответствующая документация возвращается на доработку. Результаты входного контроля доку-

ментации фиксируются в журналах входного контроля или в соответствующих электронных базах.

Входной контроль материалов и конструкций

Целью входного контроля является предупреждение использования при выполнении строительно-монтажных работ материалов, изделий и конструкций, не отвечающих требованиям проекта и нормативных документов и стандартов, определяющих их качество.

Линейные ИТР (прорабы, мастера) должны проводить визуальный осмотр продукции, поступающей со склада на строительную площадку и наличие сопроводительных документов (паспортов, сертификатов и пр.).

В случае поставки строительных конструкций, изделий и материалов, не соответствующих проектным и нормативным требованиям, работники строительной организации составляют акт на брак и передают его руководству строительной организации.

По результатам входного контроля и приемки продукции изделий, материалов и конструкций составляют заключение о соответствии продукции установленным требованиям и заполняют журнал учета результатов входного контроля и приемки продукции изделий, материалов и конструкций в строительстве.

Форма журнала входного контроля и приемки продукции изделий, материалов и конструкций на строительстве соответствует форме 2 нормативного документа ГОСТ 24297-87.

Операционный контроль

Целью операционного контроля является проверка соблюдения технологии производства работ, также соответствия качества выполняемых работ рабочим чертежам, СНиП, стандартам и другим нормативным документам.

Операционный контроль должен осуществляться линейным ИТР строительно-монтажной организации в процессе выполнения или после завершения определенных операций с целью предупреждения дефектов и, при необходимости, своевременного принятия мер и их устранению.

Операционный контроль осуществляется в соответствии с указаниями проекта, СНиП на производство и приемку работ и других

документов, регламентирующих технологию выполнения работ и правила контроля.

При необходимости проведения в процессе операционного контроля испытаний и измерений привлекаются строительная лаборатория и геодезическая служба.

Прорабы (мастера), ответственные за выполнение работ, обязаны не позднее, чем за сутки информировать эти подразделения о сроке проведения работ и предполагаемом объекте контроля.

СТК строительного-монтажной организации осуществляет выборочный операционный контроль особо важных работ, качество выполнения которых имеет решающее значение для прочности и надежности конструкций (выполнение бетонных работ в зимних условиях, выполнение работ с применением новых типов оборудования, укладка бетонной смеси в особо сложные конструкции, укрупнительная сборка защитных конструкций и другие работы).

Отбор проб (образцов) для проведения лабораторных испытаний при операционном контроле выполняется работниками строительной лаборатории либо под их наблюдением силами подразделений, выполняющих контролируемые работы. Отбор проб регистрируется в журналах отбора проб строительной лаборатории.

Строительная лаборатория фиксирует результаты испытаний (измерений) в рабочих журналах или других формах рабочей документации и сообщает СТК и исполнителям работ сведения о соответствии (или несоответствии) значений проконтролированных показателей установленным требованиям.

Прорабы и мастера обязаны фиксировать случаи отступления от установленных требований, обнаруженные при операционном контроле в журналах операционного контроля. Последующие операции не должны производиться до устранения обнаруженных дефектов.

Форма Общего журнала производства работ приведена в РД-11-05-2007 «Порядок ведения общего и (или) специального журнала учета выполнения работ при строительстве, реконструкции, капитальном ремонте объектов капитального строительства». Формы Специальных журналов производства работ приведены в приложениях к СП 70.13330.2012.

СТК должна контролировать своевременность и полноту проведения исполнителями работ по исправлению обнаруженных дефектов.

Приемочный контроль

Целью приемочного контроля является проверка соответствия качества законченных строительством зданий, сооружений, их конструктивных элементов или отдельных видов работ требованиям проектной и нормативной документации

Промежуточная приемка ответственных конструкций и освидетельствование скрытых работ осуществляется приемочными комиссиями в составе:

- Представитель лица, осуществляющего строительство, по вопросам строительного контроля (представителя технической инспекции).

- Представитель Застройщика или Заказчика (представителя технического надзора заказчика).

- Представитель Генподрядчика.

- Представитель лица, осуществляющего подготовку проектной документации (представителя авторского надзора проектной организации).

- Представитель лица, осуществляющего строительство, выполнившего конструкции, подлежащие освидетельствованию (при необходимости).

- Представитель лица, осуществляющего строительство, выполнившего работы по разбивке осей объекта капитального строительства на местности (при необходимости).

- Представитель лица, осуществляющего строительство, выполнившего работы по созданию геодезической разбивочной основы (при необходимости).

- Представитель организации, осуществляющей эксплуатацию сетей инженерно-технического обеспечения (при необходимости).

При необходимости к работе комиссии могут привлекаться представители субподрядных организаций, выполняющих последующие работы: строительной лаборатории, геодезисты и другие специалисты.

В задачи приемочной комиссии входят:

- Проверка соответствия выполненных в натуре элементов сооружений (работ) проекту и требованиям нормативных документов.

- Проверка соответствия качества применяемых материалов, изделий, конструкций требованиям стандартов и технических условий.

- Выдача разрешения на дальнейшее производство работ.
- Проверка наличия полноты и комплектности исполнительной документации.
- Оформление актов приемки ответственных конструкций и актов освидетельствования скрытых работ.

При готовности элементов сооружений (ответственных конструкций) к приемке, производитель работ официально уведомляет об этом техническую инспекцию Генподрядчика и согласовывает с ней время приемки.

Приемка выполненных видов работ (ответственных конструкций) оформляется записью в журнале работ и составлением акта промежуточной приемки ответственных конструкций или акта освидетельствования скрытых работ.

Форма Акта освидетельствования скрытых работ и Акта освидетельствования ответственных конструкций приведены в РД-11-02-2006 «Требования к составу и порядку ведения исполнительной документации при строительстве, реконструкции, капитальном ремонте объектов капитального строительства и требования, предъявляемые к актам освидетельствования работ, конструкций, участков сетей инженерно-технического обеспечения».

Приемке подлежат работы (конструкции), выполненные в полном соответствии с требованиями проектной и нормативной документации.

В случае обнаружения дефектов или отклонений от требований проектной и нормативной документации они фиксируются в журнале производства работ и акте/отчете (при необходимости) с указанием сроков исправления и исполнителей. После исправления работ (конструкций) подлежат повторной приемке.

Инспекционный контроль

Целью инспекционного контроля является выборочная проверка соблюдения технологии производства работ, а также качества выполненных работ, законченных конструктивных элементов, осуществляемая после операционного или приемочного контроля специально уполномоченными лицами или службами.

Инспекционный контроль осуществляют:

- Работники СТК в своих строительномонтажных и субподрядных организациях.

– Комиссии, назначаемые руководством генподрядной организации.

– Комиссии, назначаемые руководством строительно-монтажной организации, должны проводить инспекционные проверки работы контрольных служб. При этом проверяют полноту и своевременность осуществления контрольных испытаний и измерений, проводимых строительной лабораторией, геодезической службой или другими службами контроля; правильность заполнения всех видов исполнительной и рабочей документации и общих журналов работ; правильность поставленных оценок; своевременность устранения недоделок или исправления дефектов, обнаруженных при проведении контроля. По результатам инспекционного контроля делаются записи в общих журналах работ или составляются акты/отчеты.

Таблица 4.6

Карта операционного контроля качества при выполнении работ по монтажу защитной оболочки

| № п/п | Наименование технологического процесса и его операций | Контролируемые параметры (по какому нормативному документу) | Допускаемые значения параметра, требования качества | Способ (метод) контроля, средства, приборы контроля |
|-------|---|---|---|---|
| 1 | Монтаж горизонтальных арматурных пучков | Проверить: - проходимость и диаметр сечения каналообразователя - качество монтируемого арматурного каната и смазочного материала - соответствие пучка арматурных канатов требованиям ПСД | Визуальный, сопроводительная документация завода-изготовителя | В – Визуальный, И – измерительный |
| 2 | Монтаж вертикальных арматурных пучков | - проходимость и диаметр сечения каналообразователя - качество монтируемого арматурного каната и смазочного материала - соответствие пучка арматурных канатов требованиям ПСД | Визуальный, сопроводительная документация завода-изготовителя | В, И |

Продолжение табл. 4.6

| № п/п | Наименование технологического процесса и его операций | Контролируемые параметры (по какому нормативному документу) | Допускаемые значения параметра, требования качества | Способ (метод) контроля, средства, приборы контроля |
|-------|---|--|---|---|
| 3 | Инъецирование каналобразователем | <ul style="list-style-type: none"> - наличие и комплектность инъекционных узлов каналобразователя - качество применяемых материалов и состав раствора - комплектность и исправность оборудования для подачи раствора - контроль заполнения каналобразователя инъекционным раствором - сохранность, длина, отсутствие повреждений технологических выпусков армоканатов | Визуальный, сопроводительная документация завода-изготовителя | В, И |
| 4 | Натяжение арматурных пучков | <ul style="list-style-type: none"> - наличие и комплектность установки блока анкерного и цапг - комплектность и исправность оборудования для натяжения - контроль величины давления в полости поршня натяжения гидравлического домкрата ДН-55 и упругую вытяжку армопучка | Визуальный, сопроводительная документация завода-изготовителя | |

Продолжение табл. 4.6

| № п/п | Наименование технологического процесса и его операций | Контролируемые параметры (по какому нормативному документу) | Допускаемые значения параметра, требования качества | Способ (метод) контроля, средства, приборы контроля |
|-------|--|--|---|---|
| 5 | Монтаж защитных колпаков и установка системы противопожарной защиты | <ul style="list-style-type: none"> - наличие крепежных элементов - качество применяемых материалов и оборудования - наличие ровного слоя герметизирующего клея и защитной ткани <p>Проверить: - соответствие деталей</p> | Визуальный, сопроводительная документация завода-изготовителя | В, И |
| 6 | Приемка марок и изделий металлоконструкций (блоков рабочего настила, люков откидных ЛО, отбортовок, стремянок с ограждением, блоков ограждений, стоек, балок и швеллеров) в монтаж | <p>поставочной ведомости; -качество поверхностей в соответствии с инструкцией по транспортировке и хранению;</p> <p>- соответствие геометрических размеров деталей и узлов проектным размерам - наличие заводской маркировки (маркировка должна быть доступной для осмотра и соответствовать проектной)</p> <p>- наличие разметки, определяющей проектное положение площадок обслуживания (осевые риски)</p> | Данные КМД, сопроводительная документация завода-изготовителя | В, И |

| № п/п | Наименование технологического процесса и его операций | Контролируемые параметры (по какому нормативному документу) | Допускаемые значения параметра, требования качества | Способ (метод) контроля, средства, приборы контроля |
|-------|--|--|---|---|
| 7 | Перевозка и временное складирование марок и изделий м/к (блоков рабочего настила, люков откидных ЛО, отбортовок, стремянок с ограждением, блоков ограждений, стоек, балок и швеллеров) | - перевозку и складирование согласно ОС ППР | Визуальный. Мастер, прораб | Общий журнал работ |
| 8 | Строповка марок и изделий м/к (блоков рабочего настила, люков откидных ЛО, отбортовок, стремянок с ограждением, блоков ограждений, стоек, балок и швеллеров) | - схемы строповки в ПОС и ППР | В соответствии со схемами строповок | В |
| 9 | Контроль монтажа металлоконструкций | Проверить: Соответствие установки марок и изделий металлоконструкций: отклонение положения в плане от проектного; отклонение высотных отметок от проектных; | отклонение положения в плане от проектного – ± 15 мм; отклонение высотных отметок от проектных – ± 4 мм | И |

Мероприятия по обеспечению сохранности материалов, изделий, конструкций и оборудования на строительной площадке

Охрану строительной площадки осуществляет Генподрядная организация, соблюдение на строительной площадке требований по складированию и хранению материалов, изделий и оборудования обеспечивает Исполнитель работ. Допуск на строительную площадку посторонних лиц, а также работников в состоянии алкогольного опьянения либо в состоянии, вызванном употреблением наркотических средств, психотропных, токсических или других одурманивающих веществ, в болезненном или утомленном состоянии или не занятых на работах на данной территории запрещается. Организация транспортирования, складирования и хранения материалов, деталей, конструкций и оборудования должна соответствовать требованиям стандартов и технических условий и исключать возможность их повреждения, порчи и потерь.

Конструкции складируют в соответствии с технологической последовательностью монтажа. Материалы, изделия, конструкции и оборудование на стройплощадке должны хранить следующим образом:

- Арматурный канат следует хранить под навесом от дождя и солнца.
- Профильный прокат следует хранить в стеллажах с отдельными стойками высотой не более 1,5м, а листовой прокат — на специально оборудованных местах.
- Крепежные изделия (болты, гайки, шайбы) следует хранить в заводской или специальной таре в закрытом помещении. При длительном сроке хранения при необходимости следует восстанавливать консервационные защитные покрытия.
- Сварочные материалы (сварочную проволоку, электроды, флюс, порошковую проволоку) следует хранить отдельно по маркам и партиям в теплом и сухом помещении в заводской упаковке или специальной таре.
- Рулонную сталь следует хранить вертикально или на специальных поддонах в горизонтальном положении.
- Панели стеновой опалубки следует хранить вертикально в кассетах.

Штабеля (стеллажи) размещают так, чтобы между ними были проезды для транспорта, ширина которых зависит от габаритов транспортных средств и погрузочно-разгрузочных механизмов, обслуживающих склад и проходы для людей шириной не менее 1 м. Пакеты сеток и каркасов, пучки стержней, а также отдельные штабеля нужно снабжать специальными табличками (бирками) с указанием марки арматуры, ее количества, номера заказа и позиции по заказной спецификации.

Условия хранения металлоконструкций должны исключать коррозию, загрязнение, поломки и деформации. Штабеля и крупногабаритные арматурные заготовки располагают длинной стороной вдоль автодорог, чтобы упростить погрузочно-разгрузочные операции. Хранение элементов должно производиться на складе или под навесом в условиях обеспечивающих его защиту от повреждений и коррозии. При сроке хранения до 12 месяцев элементы опалубки должны быть рассортированы по маркам и размерам, уложены на деревянные прокладки в штабеля и храниться в закрытых помещениях или под навесом. Для хранения грузозахватных приспособлений и тары на стройплощадке отводится специальное место, где стропы хранятся в специальных шкафах или ларях, куда не попадают атмосферные осадки, тара – на подкладках.



Рис. 4.42. Пример выполнения работ по устройству защитной оболочки

ГЛАВА 5. ТЕХНОЛОГИЯ УСТРОЙСТВА ОБЛЕГЧЕННЫХ ПУСТОТООБРАЗОВАТЕЛЯМИ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ ПЛИТ ПЕРЕКРЫТИЯ С ПРЕДВАРИТЕЛЬНЫМ НАПРЯЖЕНИЕМ АРМАТУРЫ В ПОСТРОЕЧНЫХ УСЛОВИЯХ

5.1. Область применения

Технология предварительного напряжения арматуры в построечных условиях находит свое применение при строительстве зданий с монолитным рамным и рамно-связевым каркасами. Предварительное напряжение плит перекрытия и покрытия значительно повышает трещиностойкость и жесткость данных конструкций, что в сочетании с использованием высокопрочных арматуры и бетона позволяет уменьшить сечения изгибаемых элементов, снижая, таким образом, собственный вес каркаса здания, а также увеличить пролеты (разредить сетку вертикальных несущих конструкций). Помимо свободной планировки здания и рационального использования внутреннего объема с меньшим количеством колонн и диафрагм жесткости происходит упрощение и удешевление конструкций фундаментов здания, сокращает также на сроки строительства. Существующая технология предварительного напряжения позволяет производить армирование перекрытий и покрытий сложных очертаний, детали и узлы систем достаточно универсальны и могут применяться для реализации самых нетривиальных проектов.

В зависимости от выбора используемой технологии пост-напряжения, возможно устройство как плоских, так и балочных перекрытий и покрытий. Выбор конструктивного решения продиктован геометрией возводимого здания, величинами перекрываемых пролетов и действующими нагрузками. Очевидно, что значительную часть нагрузки на перекрытие составляет его собственный вес.

При расчете и конструировании предварительно напряженных перекрытий рассматривается работа конструкций при действии изгибающих моментов, поперечных сил и местного действия нагрузок. В первом случае пост-напряжение позволяет за счет использования высокопрочной арматуры и предварительного обжатия растянутой зоны сечения значительно повысить жесткость элемента и уменьшить размеры его поперечного сечения. При расчете же на

действие изгибающих моментов и поперечных сил вдоль граней диафрагм жесткости и при продавливании (местном срезе) перекрытия по периметру колонн и на углах диафрагм предварительное напряжение в меньшей степени влияет на прочность элемента, потому предварительное напряжение плоских перекрытий посредством установки одиночных прядей с определенным шагом отнюдь не означает отказ от устройства капителей, требуется снижение действующей нагрузки.

Достаточно рациональным способом облегчения монолитного перекрытия является устройство в нем пустот путем установки полых пустотообразователей сферической или иной формы из переработанного полиэтилена. Пустотообразователи поставляются объединенными в блоки арматурным каркасом, который служит для их фиксации на сетках нижнего армирования перекрытий. Свободная и достаточно простая установка таких элементов в сочетании с гибкостью технологии пост-напряжения позволяет производить устройство плоских облегченных монолитных перекрытий. Прочность при действии изгибающих моментов в пролете обеспечивается работой сжатого бетона и предварительно напряженной или ненапрягаемой арматуры. Прочность при действии изгибающих моментов и поперечных сил и при местном срезе достигается постановкой каркасов поперечной арматуры (типа Reikko и прочих подобных, либо изготовленных в построечных условиях) при армировании одиночными прядями, причем пустотообразователи в пределах периметра, где наблюдается местный срез, не устанавливаются.

Устройство облегченных пустотообразователями предварительно напряженных плит перекрытия и покрытия целесообразно выполнять при возведении каркасов зданий различного назначения и усилении существующих конструкций. Улучшение планировки и более рациональное использование внутреннего пространства достигается для всех типов зданий. Снижение собственного веса каркаса в большей степени проявится при возведении высотных зданий ввиду общей массивности каркаса и большего количества плит перекрытия, однако и для зданий меньшей этажности снижение нагрузок значительно.

Для каждого возводимого объекта должен выполняться сравнительный анализ возможных конструктивных решений, при котором основными параметрами, определяющими выбор того или иного

решения, становятся материальные и временные затраты, а также надежность и долговечность здания. Устройство плоского облегченного перекрытия вместо решения с балками выглядит значительно более технологичным за счет упрощения работ по устройству опалубки и упрощения работ по монтажу арматуры. Получаемые плоские потолки помещений позволяют значительно упростить и удешевить процесс прокладки коммуникаций и отделочные работы. Более эффективное использование характеристик строительных материалов сокращает расход стали и бетона, а повышенная жесткость и трещиностойкость обеспечивает повышение надежности конструкций перекрытий.

Также следует упомянуть снижение затрат на электропрогрев бетона при бетонировании в зимнее время менее массивных в сравнении с традиционными пустотных конструкций. Ввиду применения пустотообразователей из переработанного полиэтилена и снижения объема бетона, а также сокращения расхода электроэнергии на прогрев в зимнее время, процесс возведения зданий с облегченными пустотными предварительно напряженными перекрытиями оказывает меньшее влияние на окружающую среду.

5.2. Системы пост-напряжения монолитных железобетонных перекрытий

В зависимости от наличия сцепления между арматурной прядью и бетоном конструкций различают системы со сцеплением (bounded) и без сцепления (unbounded) арматуры с бетоном.

При отсутствии сцепления между прядью и бетоном передача усилия предварительного обжатия осуществляется посредством анкерных устройств, потому особенно пристальное внимание должно быть уделено как качеству данных компонентов системы, так и защите анкерных зон от коррозии, обеспечению достаточной прочности бетона в местах передачи нагрузки.

В случае, когда прядь имеет сцепление с окружающим бетоном, передача обжимающего усилия осуществляется по всей длине пряди.

Известны также системы с расположением арматуры вне бетонного сечения. Данные решения используются для устройства кон-

струкций усиления, при армировании мостов и путепроводов. Отметим, что в случае применения таких решений необходима тщательная защита канатов от коррозии, особенно в условиях действия агрессивных сред. Актуальна также проблема обеспечения достаточного предела огнестойкости таких конструкций.

В зависимости от типа армируемой конструкции и количества требуемой арматуры различают системы с одиночными прядями, расположенными с определенным шагом (monostrand) и пучком прядей (multistrand). Системы с одиночными прядями находят применение при устройстве плоских безбалочных перекрытий при ячейке здания до 8×8 м – 10×10 м. Системы с пучками прядей применяются при армировании большепролетных балок перекрытий либо участков с высокой плотностью армирования. Системы пост-напряжения различаются как используемыми материалами и изделиями, так и осуществляемыми технологическими операциями и применяемым оборудованием.

5.3. Используемые материалы и изделия

Рассмотрим материалы и изделия, применяемые для устройства пост-напряжения с использованием систем monostrand и multistrand.

Материалы и изделия системы пост-напряжения monostrand

Компоненты системы пост-напряжения monostrand должны поставляться на строительную площадку в сборе в виде бухт арматурных прядей, комплектуемых закладными деталями с направляющими трубками, цангами, пластиковыми нишеобразователями и защитными колпаками. Каждая бухта маркируется прочно закрепленным ярлыком, позволяющим точно идентифицировать прядь и установить ее в соответствии с проектной документацией.

Арматурная прядь в индивидуальной оболочке со смазкой – семи-проволочный арматурный канат класса S1400 или иного, номинальным диаметром 15,5-15,7 мм, шаг свивки проволок – 220-280 мм, максимальное нормативное усилие в пряди (f_m) – до 280 кН, нормативное усилие в пряди при условном пределе текучести ($F_{p0,1k}$) – 230-240 кН, общее минимальное удлинение при максимальной нагрузке – 3.5%.

Максимальная релаксация:

70% f_m при 20°C (240h) – 2.5%,

80% f_m при 20°C (240h) – 4.5%,

70% f_m при 40°C (240h) – 3.0%.

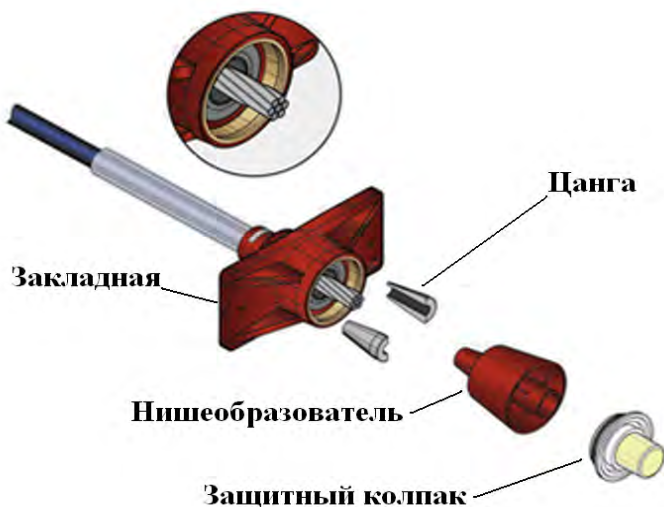


Рис. 5.1. Детали системы пост-напряжения monostrand

Закладная деталь изготавливается из ковкого чугуна с пластинчатым графитом EN 6JL-250 EN 1561 или с аналогичными свойствами. Для закусывания цанги в закладной детали размещают втулку из легированной цементированной стали NF EN 10084. Форма закладной детали должна обеспечивать ее надежную анкерровку в теле плиты и удобство крепления к арматурным каркасам. Для исключения изломов в месте входа пряди в закладную деталь устанавливают стальные либо пластиковые направляющие трубки.

Цанги применяют конусные трех- либо двухлепестковые, с резьбой в отверстии для надежного заклинивания арматурного каната. Они изготавливаются из легированной цементированной стали NF EN 10084, как и втулки в закладной детали.

Нишеобразователи пластиковые, размер их должен обеспечивать получение в торце бетонируемой конструкции ниши, достаточной

для размещения носа гидравлического домкрата. Могут быть как съёмными, многократного использования, так и одноразовыми.

Защитный навинчиваемый колпак служит для защиты конца арматурного каната после натяжения, изготавливается из пластмассы.

Материалы и изделия систем multistrand

Анкерные устройства системы multistrand служат для передачи на бетон конструкции усилия предварительного обжатия от пучка прядей, нагрузка, приходящаяся на данный узел, достаточно велика. Потому, данные изделия имеют дополнительные передаточные поверхности и могут комплектоваться дополнительным спиральным элементом армирования.



Рис. 5.2. Принципиальная схема анкерного узла системы multistrand

Непосредственно закладная деталь имеет форму раструба с развитой наружной поверхностью, изготавливается из ковкого чугуна с пластинчатым графитом по EN 6JL-250 EN 1561. Для упрощения процесса нагнетания инъекционной смеси в канал целесообразно комплектовать закладную деталь съёмным штуцером. Крепление арматурных канатов для передачи обжимающего усилия через закладную деталь на бетон осуществляется в анкерном блоке круглой формы с отверстиями по числу натягиваемых канатов. Анкерный блок должен обеспечивать надежное закусывание цапг, потому он изготавливается из легированной цементированной стали NF EN 10084 обработанной, цианированной и закаленной, или другой с

аналогичными свойствами. Из этого же материала изготавливаются и цанги, имеющие форму усеченного конуса, разделенного на два или три лепестка. Внутреннее отверстие цанги снабжается резьбой для надежной фиксации каната.

Оболочки-каналообразователи, прикрепляемые концами к рас-трубам закладных деталей, служат для размещения арматурных канатов в теле конструкции после бетонирования. Они изготавливаются путем непрерывной навивки и сварки стальной ленты, либо из пластика. Оболочки должны быть герметичны и не иметь деформаций в процессе их транспортировки, монтажа и последующего бетонирования конструкции.

Штуцеры инъектирования служат для выпуска воздуха, вытесняемого раствором из канала в процессе инъектирования. Они закрепляются в отверстие в оболочке и имеют гибкий конец-патрубок, выводимый из тела забетонированной конструкции.

Арматурная прядь в индивидуальной оболочке со смазкой – аналогична арматурным канатам систем monostrand.

Цементный раствор для инъектирования каналов должен обеспечивать достаточную для нагнетания его в канал подвижность на протяжении всего процесса инъектирования, обеспечивать сплошное заполнение всех полостей, расслоение его с отстаиванием линз воды недопустимо. Потому, приготовление такого раствора осуществляется при минимальном водоцементном отношении и с добавлением суперпластификатора.

Материалы и изделия для устройства пустот в монолитном перекрытии

В зависимости от производителя, пустотообразователи могут иметь различия в геометрических размерах и некоторые конструктивные особенности, однако общая концепция остается неизменной.

Пустотообразователь представляет собой полую оболочку сферической или уплощенной формы из переработанного полиэтилена. Форма и размеры применяемых пустотообразователей определяются толщиной армируемой конструкции. Так, одним из ведущих поставщиков комплектующих для облегченных перекрытий, компанией Sobiax (Швейцария) пустотообразователи в виде модулей (длиной 2500 мм, см. рис. 4.3) предлагаются в двух исполнениях: Eco-line (для плит толщиной 30-60 мм) и Slim-line (для плит толщиной 20-35 мм).

Модуль представляет собой ряд пустотообразователей, объединенных легким арматурным каркасом. Каркас служит не только для укрупнения сборочной единицы, что ускоряет монтаж, но и препятствует всплытию полых элементов при бетонировании, которое осуществляется в два этапа.

Выбор системы предварительного напряжения для устройства облегченного пустотообразователями перекрытия

При устройстве плоского пост-напряженного перекрытия возможно использование как систем пост-напряжения monostrand с одиночными пряжами, так и multistrand с пучками прядей. Выбор того или иного решения определяется в ходе сравнения вариантов по их экономичности и технологичности.

В общем случае, при строительстве общественных зданий различного назначения (торгово-развлекательные комплексы, паркинги и прочее) целесообразно устройство перекрытий с использованием систем multistrand. Укладка пучков прядей в пределах некоторой полосы с облегчением при помощи пустотообразователей пролетов между полосами позволяет получить, по сути, балочную клетку с достаточно большой величиной пролета, жесткую, в высокой трещиностойкостью. При этом конструкция имеет плоские верхнюю и нижнюю грани, что упрощает опалубочные работы. Как было сказано выше, получаемый плоский потолок предпочтительнее с точки

зрения прокладки коммуникаций под ним и отделки. Потому, далее рассмотрим процесс устройства облегченного перекрытия с армированием пучками прядей (см. рис. 5.3).

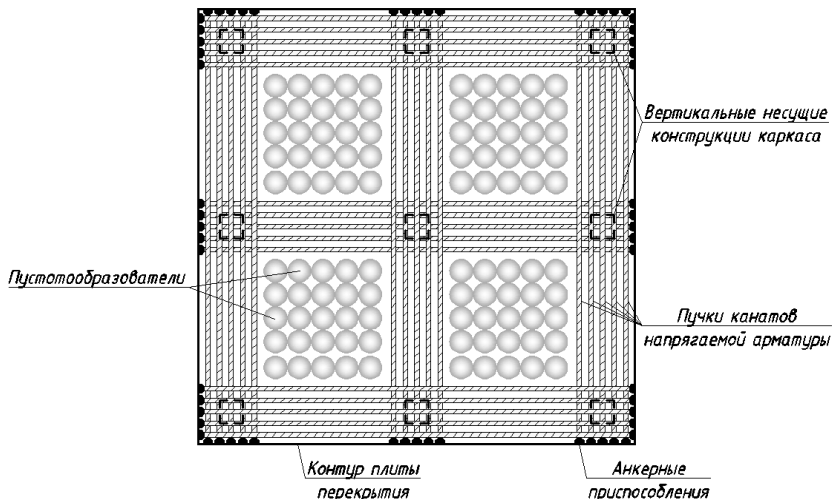


Рис. 5.3. Принципиальная схема облегченного пост-натяженного перекрытия.

Цикл работ по устройству облегченного пост-натяженного перекрытия (multistrand)

Цикл работ по устройству облегченного пост-натяженного перекрытия включает в себя следующие операции:

- Опалубочные работы;
- Раскладка нижней ненапрягаемой продольной арматуры перекрытия;
- Установка закладных деталей и оболочек-каналообразователей;
- Установка штуцеров инъектирования и герметизация всех стыков;
- Монтаж модулей пустообразователей;
- Раскладка верхней продольной ненапрягаемой арматуры;

- Бетонирование захватки – 1-й этап – первый слой с покрытием нижнего стержня каркасов, объединяющих пустотообразователи;
- Бетонирование – 2-й этап – до проектной отметки верха плиты;
- Протягивание канатов внутрь оболочек-каналообразователей;
- Натяжение прядей после набора бетоном конструкции предаточной прочности;
- Инъектирование каналов цементным раствором;
- Установка защитных колпаков для консервации анкерных приспособлений с целью защиты их от коррозии;
- Распалубка перекрытия.

Технологические схемы операций по устройству облегченного пост-напряженного перекрытия (система multistrand)

При устройстве облегченного предварительно напряженного перекрытия, как было сказано выше, применяются решения с одиночными прядями (monostrand) и с пучками прядей (multistrand).

Процедура протягивания канатов

Протягивание канатов осуществляется при помощи проталкивающего приспособления, обеспечивающего равномерную и непрерывную подачу пряди в канал. Бухта с прядью устанавливается на горизонтальную ось (разматывающее приспособление), и канат по ряду роликов подводится к проталкивающему приспособлению. Для того, чтобы исключить заклинивание конца каната в канале, на него наживляют гладкий стальной наконечник.

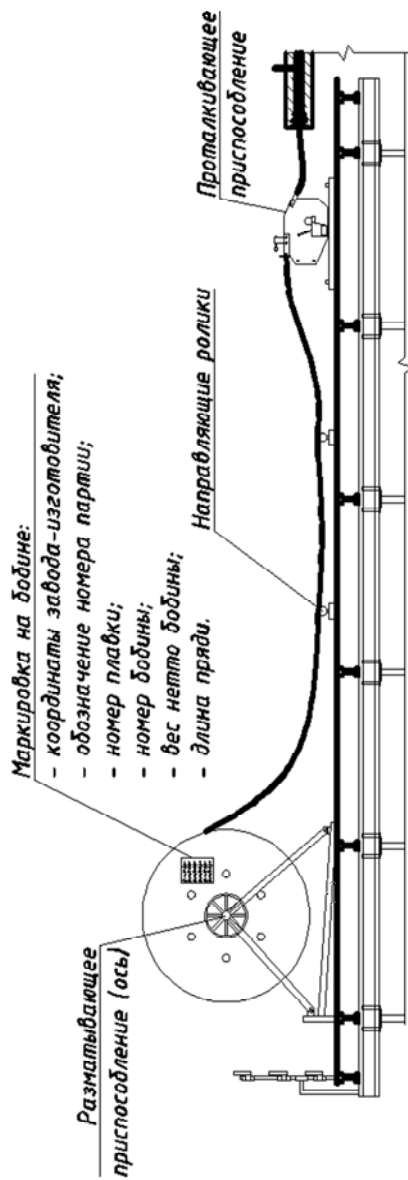


Рис. 5.4. Размещение оборудования при протягивании прядей

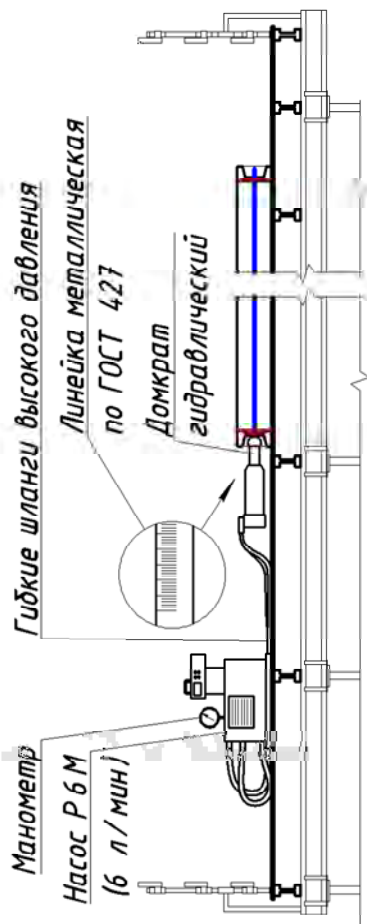


Рис. 5.5. Технологическая схема операции натяжения прядей

Процедура натяжения прядей

Для натяжения арматурных канатов используются гидравлические домкраты двойного действия. При натяжении канатов систем с относительно небольшим количеством прядей, приходящихся на одну закладную (до 7) целесообразно использовать домкраты для одновременного натяжения единственной пряди (монопрядные), развивающие усилие до 260-280 кН. Рабочее давление – 70-75 МПа,

ход поршня – 200 мм. Масса домкрата – до 15-18 кг. При потребности в большей производительности используются домкраты для одновременного натяжения пучка прядей (от 4 до 19), развивающие усилие до 5300 кН при рабочем давлении 70-75 МПа и ходе поршня 200-400 мм. Данные механизмы могут иметь массу до 800 кг.

Насосные станции гидравлические должны обеспечивать пропускную способность не более 6 л/мин. Для контроля давления в гидравлической системе насосные станции оснащают манометром.

Соединение всех компонентов гидравлической системы осуществляется при помощи шлангов высокого давления, оснащенных вентилями.

В процессе производства работ требуются некоторые дополнительные приспособления: траверсы для подъема и перемещения бобин с канатами, разматывающие устройства (горизонтальная ось, на которой разматывается бобина), шаблоны для проверки проходимости канала, наконечники для облегчения проталкивания пряди в канал. Для замены каната потребуются домкрат с ходом 300 мм и более и куплер для прикрепления конца новой пряди к концу заменяемой.

Защита анкерных зон и сохранение свободных концов прядей с активной стороны обеспечивается установкой защитных колпаков, заполняемых парафином. Колпаки должны иметь достаточную механическую прочность и исключать проникновение внутрь влаги.

Процедура инъектирования каналов цементным раствором

Приготовление инъекционного раствора производится при помощи смесительной станции, снабженной электронным блоком управления, который позволяет точно соблюдать длительность приготовления раствора по рецептуре. В смесительный бак помещается требуемое количество цемента, а в дозировочный бак для воды – воды. Добавка-суперпластификатор может поставляться в водорастворимых мешках. Для удобства дозировки зачастую водорастворимая упаковка содержит количество добавки на один мешок цемента. Смесительные станции имеют также накопительно-смесительный бак, где приготовленный раствор сохраняется непрерывно помешиваемым в процессе инъектирования.

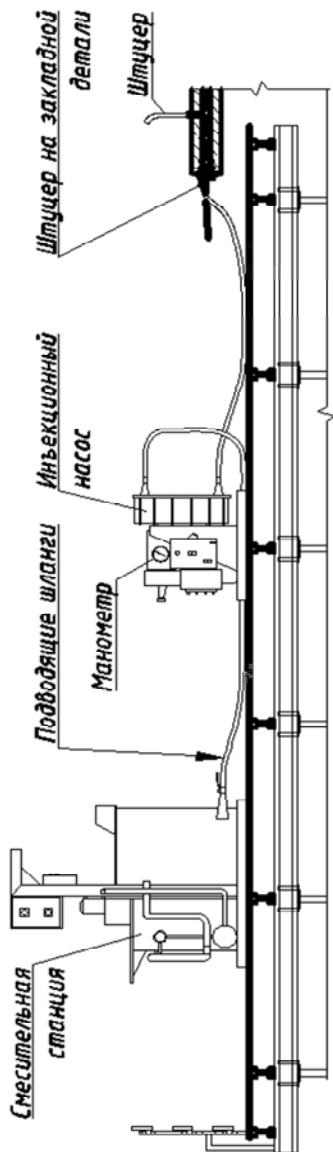


Рис. 5.6. Размещение оборудования при операции инъекирования каналов цементным раствором (смесительная станция и насос – отдельные агрегаты)

В некоторых случаях производители совмещают растворонасос для нагнетания смеси в канал со смесительной станцией в единый агрегат, либо же данные устройства разделяются, и питание растворонасоса осуществляется от накопительного бака. Основное требование к смесительной станции – возможность приготовления достаточного количества раствора с соблюдением требований рецептуры. Растворонасос должен обеспечивать равномерное нагнетание смеси со скоростью 25-40 л/мин и оснащаться манометром для контроля давления в системе.

При производстве работ в зимнее время температура в зоне производства работ не должна опускаться ниже 5°C в течение 72 часов после окончания процедуры инъектирования, в противном случае необходимо обеспечить выполнение ряда мероприятий по повышению температуры приготавливаемого раствора, по предварительному прогреву оборудования и устройству электропрогрева каналов.

Контроль качества производства работ

Мероприятия по контролю качества производства работ должны включать процедуры технического и авторского надзора в соответствии с действующими в Республике Беларусь ТНПА, а также приемку готовой конструкции.

Качество исходных материалов и комплектующих должно гарантироваться поставщиком и подтверждаться сертификатами. Параметры поставляемых деталей должны быть указаны в паспортах и должны соответствовать требованиям проекта. Производители работ должны соблюдать правила хранения, транспортировки и использования материалов.

Каждый из этапов производства работ, включая раскладку ненапрягаемой арматуры, установку каналаобразователей, закладных деталей, пустотообразователей и проч. должен подвергаться процедуре авторского надзора с внесением замечаний в журнал авторского надзора и их своевременным устранением. Скрытые работы должны подвергаться приемке с оформлением соответствующего акта.

В процессе производства работ выполняется ряд мероприятий по контролю исправности гидравлического и инъекционного оборудования, по контролю правильности монтажа компонентов системы пост-напряжения, герметичности каналов и проч. Также

контролю подвергается инъекционная смесь как на стадии приготовления для определения оптимальной дозировки ингредиентов, так и для контроля ее прочности. Данные виды контроля приводятся в технологической карте на устройство облегченного предварительно напряженного перекрытия и являются обязательными к выполнению.

Бетон готовой конструкции и напрягаемые арматурные канаты подвергаются испытаниям неразрушающими методами.

Целесообразно устройство систем неразрушающего мониторинга для наблюдения за напряженно-деформированным состоянием пост-напряженных конструкций.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В монографии рассмотрены вопросы технологии предварительного напряжения железобетонных конструкций, выполнен патентно-информационный поиск зарубежных систем предварительного напряжения монолитных железобетонных элементов в построечных условиях, оборудования, компонентов и материалов; оценены технические и экономические достоинства и недостатки той или иной технологии; исследована экономическая целесообразность и эффективность применения технологии в условиях строительной отрасли Республики Беларусь, разработан номенклатурный ряд компонентов, материалов и оборудования; разработана технология предварительного напряжения монолитных железобетонных элементов в построечных условиях, методы и средства контроля качества, а также указания по технике безопасности при производстве работ.

Применение технологии предварительного напряжения монолитных железобетонных конструкций в построечных условиях (пост-напряжения) обеспечивает сокращение расходов стали (до 40%) и бетона (до 30%) на конструкцию при повышении ее жесткости и снижении собственного веса.

Данный эффект достигается за счет размещения в теле конструкции высокопрочных стальных канатов, натяжение которых осуществляется при помощи гидравлического домкрата непосредственно на бетон конструкции после набора им достаточной прочности. Усилие, передаваемое на конструкцию посредством натягиваемых канатов, противодействует нагрузкам, прикладываемым к ней в процессе эксплуатации, повышает жесткость и трещиностойкость, что положительно сказывается на долговечности здания.

Предварительное напряжение позволяет применить более легкие и технологически простые конструкции перекрытия, что сокращает сроки строительства, снижаются затраты на электропрогрев бетона за счет применения менее массивных элементов. Предлагаемая технология позволяет выполнить предварительное напряжение элементов каркаса зданий различного назначения (паркинги, офисные, жилые и общественные здания, промышленные сооружения и др.) и очертания, становится возможным устройство меньшего количества вертикальных несущих конструкций, возможно упрощение конструкций фундаментов. Уве-

личение пролетов положительно сказывается на использовании внутреннего пространства. Так, применение предварительного напряжения конструкций перекрытия в здании паркинга позволяет получить дополнительно до 20% машиномест при неизменной площади и этажности за счет увеличения пролетов.

Приоритетным направлением деятельности кафедры «Технология строительного производства» Белорусского Национального Технического университета являются исследования, направленные на ресурсосбережение и повышение качества продукции строительного комплекса Республики Беларусь, в том числе исследования в области создания новых композиционных материалов и конструкций, проектирование эффективных технологических систем их производства и возведения в условиях строительной площадки, контроль качества строительства, диагностика зданий и сооружений.

Внедрение технологии предварительного напряжения монолитных железобетонных конструкций в построечных условиях может быть выполнено по следующим направлениям:

- определение области эффективного применения технологии, инженеринговые изыскания;
- технологическое проектирование (разработка технологической карты, ППР, временных инструкций на пост-напряжение);
- подбор системы предварительного напряжения и комплекта оборудования для производства работ;
- проектирование конструкций с предварительным напряжением в построечных условиях в соответствии с ТНПА РБ;
- научное сопровождение процесса строительства, контроль качества производства работ.

Практическое применение накопленного научного опыта, направленное на повышение привлекательности технологии, позволит значительно повысить качество монолитных конструкций и снизит стоимость строительства.

ПРИЛОЖЕНИЯ

ПРИЛОЖЕНИЕ 1. ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ КАРТА НА УСТРОЙСТВО ПРЕДВАРИТЕЛЬНОГО НАПРЯЖЕНИЯ В ПОСТРОЕЧНЫХ УСЛОВИЯХ. СИСТЕМА UNBOUNDED MULTISTRAND

Устройство предварительного напряжения в построечных условиях систем multistrand заключается в выполнении следующих операций:

- установка каналообразователей для внутреннего предварительного напряжения;
- протягивание горизонтальных канатов внутри каналообразователя;
- приготовление бетонной смеси и инъектирование каналов;
- индивидуальное натяжение прядей в оболочке со смазкой;
- замена пряди в оболочке со смазкой (в процессе технического обслуживания конструкции).

Рассмотрена последовательность работ в случае монтажа системы с использованием муфты герметичности. В случае использования систем со встроенными в закладную штуцерами производство операций по установке муфты герметичности не требуется.

П1.1. Установка закладных деталей и каналообразователей для внутреннего предварительного напряжения

Установка закладных деталей

Закладные крепятся к опалубке в предусмотренной для анкера зоне гаек, навинчивающихся на четыре резьбовых стержня, как это показано на рисунке П1.1. Очень важно установить все стержни и гайки. Они позднее послужат для крепления колпаков инъектирования. Гайки и стержни должны покрываться смазкой для обеспечения демонтажа резьбовых стержней.

Обратить внимание на ориентацию закладной детали: штуцер инъектирования на закладной детали должен быть размещен в верхней части для того, чтобы инъектирование было произведено надлежащим образом.

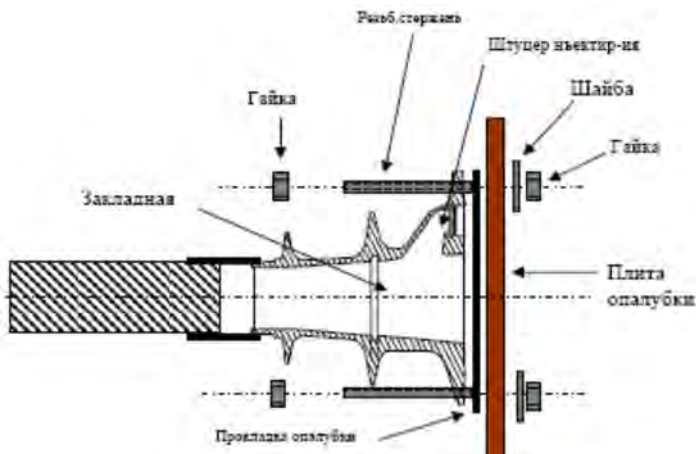


Рис. П1.1. Схема установки закладной детали

Соединение гофрированных оболочек в их свободной части

Механическое соединение металлических гофрированных оболочек обеспечивается соединительными муфтами. Обычно, отрезки оболочки поставляются с одной муфтой, полностью навинченной на одном конце отрезка (рис. П1.2).

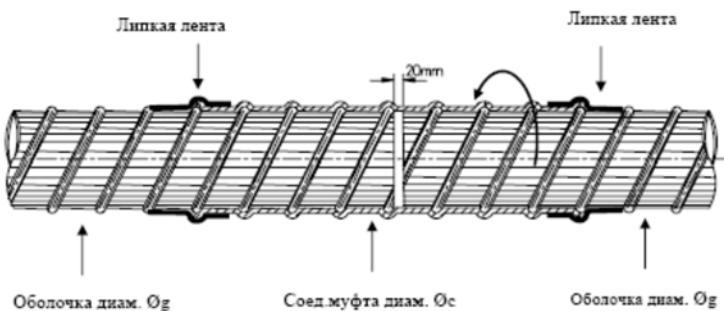


Рис. П1.2. Стык гофрированных оболочек

Оба отрезка оболочки укладываются встык, затем муфта отвинчивается до тех пор, когда она закроет оба отрезка на одинаковую длину. Для того чтобы быть в этом уверенным, необходимо нанести на присоединяемой оболочке маркировку на желаемую длину.

Герметичность обеспечивается путем нанесения липкой ленты на каждое соединение оболочка/муфта.

Присоединение каналообразователя к закладной детали

Присоединение к закладной детали (рис. П1.3) осуществляется при помощи стальной трубы, предварительно развальцованной, а затем установленной на наружную поверхность закладной детали. Как показано на схеме, последний отрезок оболочки присоединен к закладной детали при помощи стальной трубы. Необходимо следить за тем, чтобы все соединения были бы герметизированы при помощи липкой ленты.

Примечание: Обычно необходимо уменьшить длину последнего отрезка оболочки или трубы для выполнения соединения с закладной деталью. Необходимо принять меры предосторожности для того, чтобы чисто обрезать эти элементы при помощи пилы по металлу или резака («болгарка»), затем снять заусенцы.

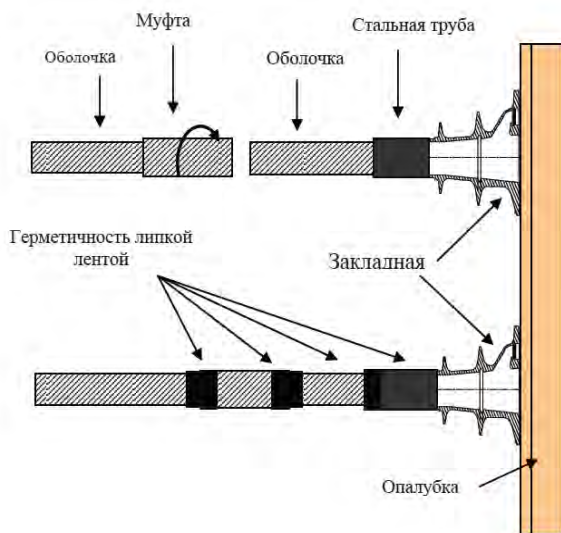


Рис. П1.3. Схема соединения гофрированной оболочки с закладной деталью

Герметизация соединений

Необходимо выполнить герметичность каналообразователя на каждом соединении оболочка/муфта. Этот момент должен быть предметом особого внимания, учитывая тот факт, что при нарушении герметичности в процессе бетонирования создается риск проникновения бетонного молока в каналообразователь, что приведет к уменьшению проходного сечения и даже к закупориванию каналообразователя, и создаст препятствие для затягивания всего предусмотренного проектом количества прядей каната.

Герметичность на уровне соединений осуществляется при помощи липкой ленты. Она наносится тщательным образом, в несколько (минимум 3) наносимых друг на друга слоев.

Поддержание оболочек в их свободной части

Гибкие оболочки должны поддерживаться в их положении при помощи стоек, размещенных через 80-100 см для металлических оболочек или фиксироваться вязальной проволокой на сетках ненапрягаемой арматуры. В изогнутых зонах может оказаться необходимым размещать стойки более часто для того, чтобы получить более точную геометрию трассировки. Эти стойки обычно выполняются из металлической арматуры с минимальным диаметром 12 мм для того, чтобы не прорвать гибкие оболочки. Специальные меры предосторожности, адаптированные к каждой стройплощадке должны приниматься в процессе бетонирования для того, чтобы не повредить оболочки.

После выполнения всех соединений каналообразователя, оболочки и трубы надежно закрепляются на их стойках при помощи металлической проволоки таким образом, чтобы они не могли сдвинуться в процессе бетонирования. Кроме того, необходимо следить за тем, чтобы сами стойки были правильно прикреплены к арматуре конструкции.

Установка штуцеров инъектирования

Штуцеры должны быть размещены в верхних точках профиля канала, чтобы обеспечить выпуск воздуха и сплошность инъектирования.

Поскольку штуцеры не являются точками продолжения инъектирования, трубки $\varnothing 1/2''$ достаточны для выведения оставшегося в оболочках воздуха и для выпуска раствора.

Если каналообразователь сформирован из гибких металлических оболочек, штуцеры инъектирования образуются из соединителя и пластмассовой трубки. Насечки трубки позволяет прочно закрепить ее в пластмассовом соединителе. Герметичность между оболочкой и соединителем обеспечивается при помощи сжимающейся прокладки из пенопласта.

После закрепления пластмассовой опоры с пенопластовой прокладкой при помощи двух крестообразных и прямых крепежей, просверлить оболочку стальным сверлом с диаметром 12. Вставить пластмассовую трубку концом с насечками в образованное отверстие (рис. П1.4).

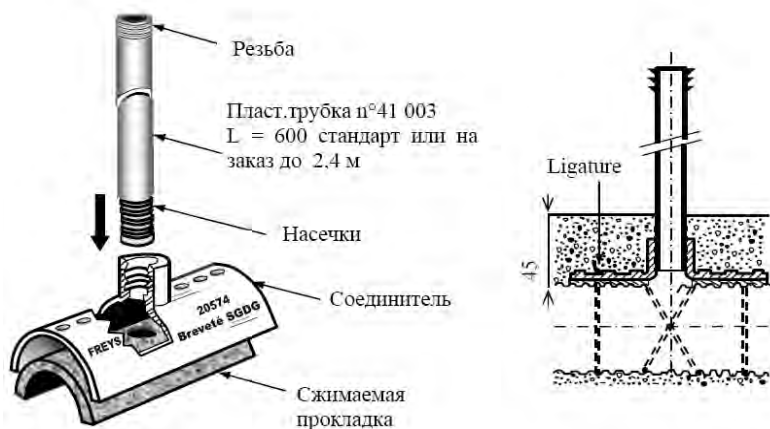


Рис. П1.4. Штуцер инъектирования

Продолжение бетонирования следующей захватки

Выпуски штуцеров и оболочек должны быть тщательным образом закупорены для того, чтобы избежать проникновения в них воды или нежелательного предмета. Минимальное расстояние между краем выпуска оболочки и краем следующей захватки бетонирования равно 40 см.

III.2. Протягивание канатов

Оборудование и дополнительные приспособления

Оборудование состоит из:

- траверса для подъема бобин;
- одного или нескольких разматывающих устройств - ось горизонтальная;
- проталкивающее приспособление;
- резак типа «болгарка» и диск для резки к нему;
- защитные очки и рабочие перчатки;
- метр;
- ножницы для резки крепежных обручей.

Размещение и подготовка оборудования

На входе в каналобразователь устанавливается следующее оборудование (рис. III.5):

- разматывающее устройство,
- проталкивающее приспособление;
- наконечники для протягивания

После того, как будет выбрано наиболее обоснованное место расположения бобины с прядью, установить бобину на разматывающее устройство. После завершения установки и подготовки, операции по протягиванию могут быть начаты в соответствии с указаниями, приведенными далее.

Процедура протягивания

Пряди предварительно нарезаются на земле или на перекрытии (крыше) конструкции в зависимости от уровня, на котором располагается протягиваемый канат. Длина прядей соответствует расчетной длине каната, увеличенной на 605 мм технологического конца с активной стороны и на 250 мм технологического конца с пассивной стороны.

Конец протягиваемой пряди подводится к рабочей платформе (рабочему месту), затем с него снимается оболочка приблизительно на 10 см для того, чтобы на прядь можно было надеть наконечник для протягивания.

Прядь вручную проталкивается в каналобразователь одним или двумя рабочими. Абсолютно необходимо убедиться в том, что прядь в оболочке со смазкой не трется ни о какую поверхность, способную повредить индивидуальную оболочку пряди. В том случае, если не удастся протянуть прядь вручную, используется приспособление для протягивания (проталкивания) прядей в оболочке со смазкой.

Когда прядь выходит за опорную поверхность закладной детали с пассивной стороны приблизительно на 250 мм, протягивание прерывается.

Наконечник для протягивания снимается, затем отрезок индивидуальной оболочки ПЭВП вновь надевается на оголенную часть пряди для того, чтобы предотвратить возникновение коррозии и загрязнение технологического конца.

Затем операция повторяется до тех пор, пока все пряди ни будут затянуты.

Если прядь упирается в некое препятствие в процессе выполнения операции по протягиванию, требуется отвести прядь назад и возобновить протягивание. Если заклинивание продолжает иметь место, вытянуть прядь и осуществить ее протягивание с другой стороны.

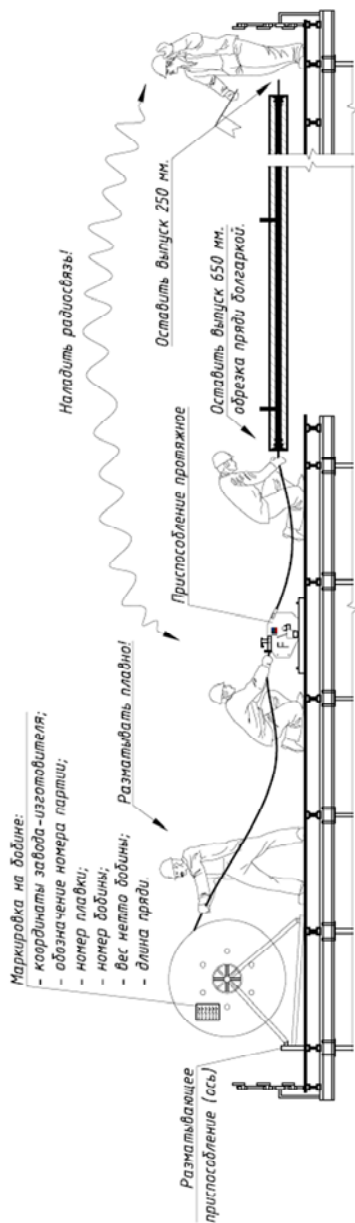


Рис. П1.5. Размещение оборудования при протягивании прядей

П1.3. Инъектирование каналов цементным раствором

Приготовление раствора

Рецептура приготовления смеси зависит от поставщика оборудования, типа смесительной станции, используемых добавок и проч. В общем случае последовательность действий следующая:

- вылить в смеситель точное, определенное (в ходе испытания на соответствие) количество воды для изготовления смеси;
- ввести добавки в соответствии с указанной дозировкой;
- включить смеситель для растворения добавок;
- поместить в смеситель цемент в соответствии с указанной дозировкой, произвести его перемешивание в течение 5-7 минут (в зависимости от смесителя);
- перелить смесь в ёмкость для работы, обеспечивающую ее медленное помешивание.

Тесты смеси на соответствие производятся согласно указаниям, изложенным далее в разделе Контроль качества приготовления инъекционного раствора.

Подготовка к процедуре инъектирования

В ходе подготовки к процедуре инъектирования производят тест герметичности системы путем нагнетания в канал сжатого под давлением 0.5 Бар воздуха и удержанием давления в течение минимум 1 минуты (рис. П1.6).

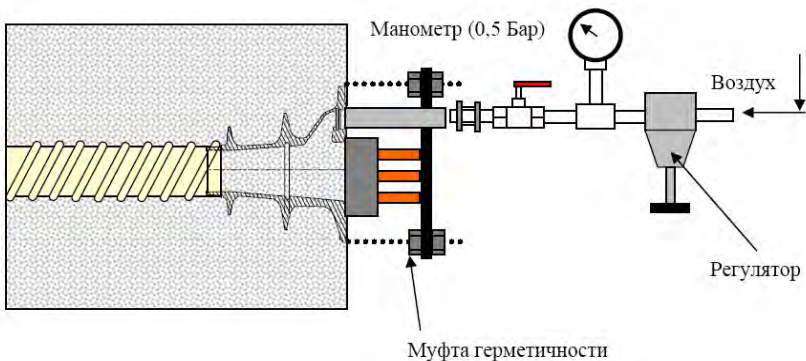


Рис. П1.6. Проверка герметичности системы сжатым воздухом

Пропускная способность насоса на выходе должна быть проверена и отрегулирована, должна быть обеспечена герметичность всех соединительных элементов, вентилях и шлангов системы, а также их стыков. Насос для инъектирования должен быть оборудован вентилем для уменьшения давления, до начала закачки смеси необходимо удостовериться, что вентиль легко поворачивается. Система охлаждения насоса должна быть исправна и включена, необходимо обеспечить постоянную циркуляцию охлаждающей жидкости. Необходимо проверить наличие и исправность манометра на входе, а также наладить радиосвязь между насосом и концом каждого каната (рис. П1.7). У каждого из концов каната должны иметься емкости для излишков смеси.

После смешивания раствор переливается в ёмкость для хранения. Он может быть закачан, когда объём в ёмкости достаточен для того, чтобы заинъектировать один канат. Если раствор хранится более одного часа, необходимо выполнить тест на текучесть для того, чтобы убедиться в том, что этот раствор может инъектироваться. Раствор не должен храниться более двух часов. Все данные о процессе инъектирования вносятся в контрольную карту.

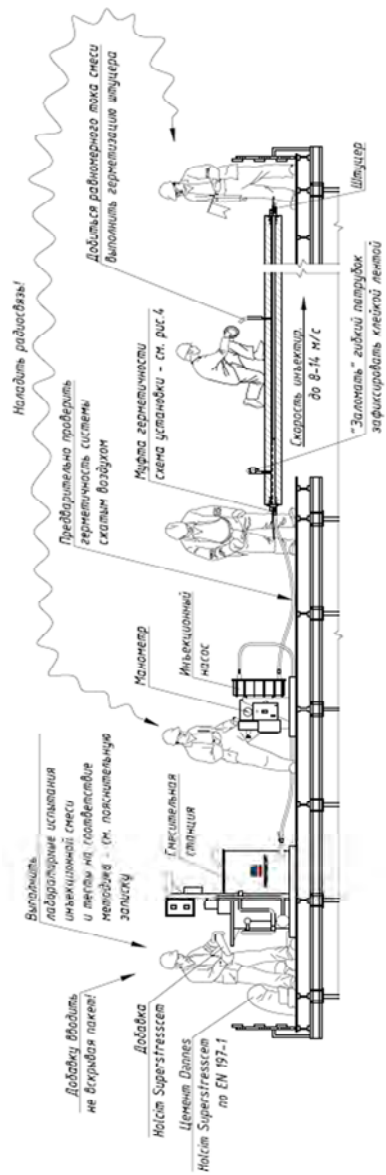


Рис. III.7. Подготовка к процедуре инъектирования

Инъе́ктирование каналов

Перед включением насоса необходимо убедиться в том, что объем цементного раствора в ёмкости для хранения достаточен для того, чтобы заполнить один каналобразователь с канатом. Перед соединением шлангов с вентилем на входе в каналобразователь (трубу), включить насос, затем отключить его, когда поток смеси станет постоянным, без воздуха и с удовлетворительной текучестью.

Присоединить шланги к вентилю на входе. Необходимо поддерживать постоянство потока. Смесь закачивается через шланг. Инъе́ктирование каната производится непрерывно. Каждый выпускной штуцер закрывается после того, как из него начинает выступать раствор хорошего качества.

Примечание 1: Для канатов 7С15 объем инъе́ктирования составляет приблизительно 3 литра на метр.

Примечание 2: Оператор должен постоянно следить за манометром и немедленно остановить инъе́ктирование в случае поднятия давления выше обычного уровня.

Примечание 3: Для расчета количества цемента, необходимого для каждой серии инъе́ктирования, нужно учитывать, что из 100 кг цемента получается около 65 л. раствора. Необходимо предусмотреть 20% на потери, обусловленные, в частности, продувкой шлангов и самим канатом.

Скорость инъе́ктирования должна находиться в пределах от 8 до 14 м/с. Насос работает до тех пор, пока смесь не начнет выступать из второго колпака. Дать раствору вытекать в ведро до тех пор, пока струя не станет непрерывной и хорошего качества (без воды, воздуха, масла и приобретет надлежащую текучесть). Когда качество раствора стало приемлемым, закрыть выходной вентиль, оставив работать насос для того, чтобы воздух не остался в канате. Давление продолжает расти, затем, когда оно окажется на 5 бар выше давления инъе́ктирования, насос отключается. Давление в оболочке должно продержаться в течение 1 минуты, затем входной вентиль закрывают.

В случае блокирования, давление в насосной системе резко возрастает. Необходимо немедленно отключить насос. Давление в каналобразователе не должно превысить 15 бар.

Уменьшить давление производится при помощи выпускного вентиля насоса. Требуется закрыть вентиль входного колпака и отсоединить шланги.

Возможны 2 типа причин:

1. Блокирование произошло в шлангах. Надлежит немедленно заменить шланги. Произвести накачивание до полного заполнения шланга и выливания смеси из его концов. Присоединить новый шланг к входному колпаку и продолжить инъектирование.

2. Блокирование произошло в каналообразователе. Постараться прочистить при помощи прокачивания сжатого воздуха со стороны выхода. Если такой способ не действует, в этом случае, необходимо промыть оболочку водой и затем высушить сжатым воздухом. Данная операция должна быть произведена незамедлительно после блокирования во избежание схватывания цементного раствора.

После проведения каждой серии инъектирования все оборудование должно быть очищено. Ёмкость и смеситель должны быть тщательно вымыты водой под давлением, в особенности вращающиеся части и шланги.

Указания по инъектированию в холодное время

Европейский норматив EN 446:2007 указывает, что цементный раствор не может инъектироваться, если температура конструкции в зоне нахождения оболочек может опускаться ниже 5°C в течение 72 часов после завершения процедуры инъектирования. В случае, если температура ниже 5°C, необходимо принятие специальных мер:

Цемент и добавки должны храниться при температуре выше 20°C.

Вода должна быть нагрета до температуры, позволяющей изготавливать раствор с температурой от 22°C до 32°C.

Оборудование для замешивания должно находиться в крытом помещении при температуре выше 20°C. Насос для инъектирования должен находиться в крытом помещении при температуре выше 5°C, шланги для всасывания и подачи должны быть обернуты изолирующим материалом. Необходимо осуществлять циркуляцию горячей воды в насосной системе в течение 15 минут перед каждой серией инъектирования.

Зоны, примыкающие к преднапряженным канатам, инжецируемым в холодное время, должны быть укрыты защитным тентом и

прогреты до температуры минимум 5°C в течение 72 часов до и после операций по инъектированию. Крытая зона должна располагаться перпендикулярно к инъектируемым преднапряженным канатам, на расстоянии как минимум 5 м с обеих сторон. Обогреваемая зона должна также охватывать анкерную часть.

Воздух при температуре 40°C подается в оболочку, предназначенную для инъектирования, в течение 72 часов до операции для подогрева конструкции, прилегающей к канату.

До проведения первых операций по инъектированию и после осуществления процедуры подогрева, описанной выше, в оболочку помещается термометр на 72 часа для того, чтобы убедиться в том, что температура не опускается ниже 5°C.

III.4. Индивидуальное натяжение арматурных канатов в оболочке со смазкой

Как было сказано выше, арматурные канаты могут натягиваться как индивидуально, так и целым пучком в зависимости от типа применяемого домкрата. Рассмотрим технологию натяжения канатов монопрядным домкратом двойного действия.

Натяжение канатов

Индивидуальное натяжение прядей посредством монопрядного гидравлического домкрата производится в два этапа:

- первый касается всех прядей и позволяет прикладывать нагрузку, соответствующую приблизительно 50% от предусмотренного усилия;
- в ходе второго этапа все пряди натягиваются на окончательное усилие.

Фракционирование приложения усилий необходимо для того, чтобы не нарушить равновесие в пучке прядей, которые удерживается цементным раствором, еще не достигшим оптимальной прочности.

Операции выполняются в следующей очередности:

- обрезка прядей с учетом указанной дополнительной длины в целях упрощения контроля удлинения прядей. Пряди обрезаются на расстоянии как минимум 605 мм от опорной поверхности закладного раструба с активной стороны и около 100 мм с пассивной стороны.

- установка цанг. Цанги вставляются в отверстия блока и забиваются при помощи трубки соответствующего диаметра.

- нумерация прядей для исключения их перепутывания. Перед началом каждой операции натяжения, определить активный конец, затем пронумеровать пряди. Для проведения операции присоединить домкрат к пряди №1 на активном конце. Затем выполнить небольшое перемещение этой пряди. Прядь, переместившаяся с пассивной стороны, каким бы ни было ее положение, маркируется №1. Эта же операция повторяется для всех прядей с соблюдением порядка, указанного на рисунке П1.8.



Рис. П1.8. Нумерация канатов в пучке

В процессе натяжения пряди контролируется ее конечное удлинение. Его значение определяется исходя из значения удлинения A , взятого между опорными поверхностями пассивного и активного анкеров.

Поскольку удлинение считано по градуированному поршню домкрата, необходимо учитывать два явления:

- измеренное удлинение касается длины пряди, которая соответствует длине, взятой из расчетов, плюс дополнительная длина между опорной поверхностью и рабочей цангой домкрата;

– в ходе натяжения зажим рабочей канги домкрата выражается в движении в цилиндре, что также необходимо учитывать.

Также осуществляется контроль обратного хода канг анкера. Это измерение осуществляется, когда в камере натяжения остается еще давление в 50 бар. Для расчета чистого (нетто) обратного хода в зависимости от общего (брутто) обратного хода, считываемого на поршне, необходим, также, принять в расчет поправочный член. Выполняя расчет для поршня, открытого приблизительно на 80 % от его максимального хода с прядью, натянутой на 80 % $P_{m,0}$, расчетная поправка дает чистый обратный ход (мм) = общий обратный ход (мм) – 4 мм.

Натяжение производится по 2 фазам.

В фазе 1:

Перед натяжением одинаково обрезать технологические концы (дополнительные длины) прядей со стороны домкрата. Операция выполняется при помощи шаблона (отрезок трубки).

Произвести установку опоры натяжения в соответствии с рисунком П1.9.

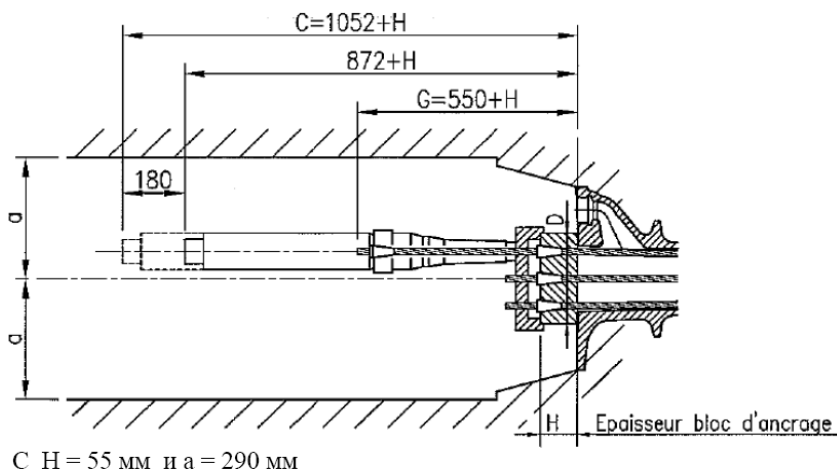


Рис. П1.9. Схема установки опоры натяжения

Произвести натяжение всех прядей в порядке возрастания числа вплоть до достижения давления блокировки без промежуточного интервала - остановки.

Измерить удлинение и обратный ход цанг (с активной и пассивной стороны) на второй и последней пряди, в качестве проверки. На других прядях осуществляется только контроль давления на манометре.

Произвести блокировку цанг и передачу: не измерять обратный ход цанг с активной стороны, поскольку это промежуточная потеря натяжения будет компенсирована во время второй фазы натяжения.

В фазе 2:

Когда домкрат установлен на последней пряди, продолжить натяжение вплоть до достижения конечного давления и, таким образом приступить ко второй фазе, соблюдая ступени.

Натяжение продолжается в порядке убывания числа - от последней к первой пряди.

На прочих прядях выполнить натяжение, прикладывая усилие путем непосредственного повышения давления (без промежуточной ступени).

Проконтролировать давление и проверить удлинение, измерив полученную новую длину технологического конца.

Необходимо обратить внимание:

После определения ступеней и удлинений приступить к установке на месте домкрата (домкратов).

Если предусматривается один или несколько перехватов, постараться выполнить операцию при давлении, ниже на 20 - 30 бар давления ступени таким образом, чтобы считывание удлинения, которое произойдет только после перехвата, не было бы искажено из-за заклинивания цанги в анкер.

Необходимо постоянно следить за раскрытием поршня домкрата для того, чтобы не прийти к концу хода еще до достижения конечного давления, или выполнить перехват при подходе к этому значению.

Если это произошло, необходимо установить домкрат и начать натяжение, установив нос домкрата приблизительно на расстоянии 10 см от анкера для того, чтобы избежать затруднений, обусловленных возможными проблемами разблокировки рабочей цанги.

Расчет удлинения между ступенями соответствует совокупности перемещение поршня до и после перехвата, с поправкой на значение обратного хода цанг с пассивной стороны.

После расчета окончательного удлинения заблокировать окончательно цангу, затем приступить к считыванию общего обратного хода при давлении 50 бар.

В случае обрыва пряди:

- остановить операцию;
- выполнить последнее измерение удлинения с активной стороны и обратного хода цанги с пассивной стороны (возможно);
- отметить конечную величину давления на манометре;
- заблокировать цангу;
- сбросить давление и замерить обратный ход цанги с активной стороны;
- рассчитать величину конечного удлинения;
- после удаления домкрата и подтверждения разрыва, проинформировать Генерального Подрядчика и Проектировщика.

Заделка анкерных зон

Пряди не обрезаются ни с пассивной, ни с активной стороны, что позволяет при необходимости выполнить их ослабление. На анкеры устанавливаются колпаки. С пассивной стороны устанавливается стандартный колпак. С активной стороны используется специальный колпак, позволяющий сохранить требующиеся технологические концы, как это показано на рисунке 4.10. Затем колпаки заполняются парафином.

Замена пряди в оболочке со смазкой

Система предварительного напряжения канатов в оболочке со смазкой, протянутых в основную оболочку и заинъецированных до натяжения, позволяет производить замену и повторное натяжение каждой пряди в отдельности либо на этапе строительства, либо при эксплуатации объекта. Также она позволяет производить периодические наблюдения за состоянием прядей. Эти операции могут быть произведены в указанных ниже случаях:

- замена пряди, поврежденной в ходе натяжения;
- замена пряди, поврежденной в ходе эксплуатации конструкции;
- замена пряди с целью проверки.

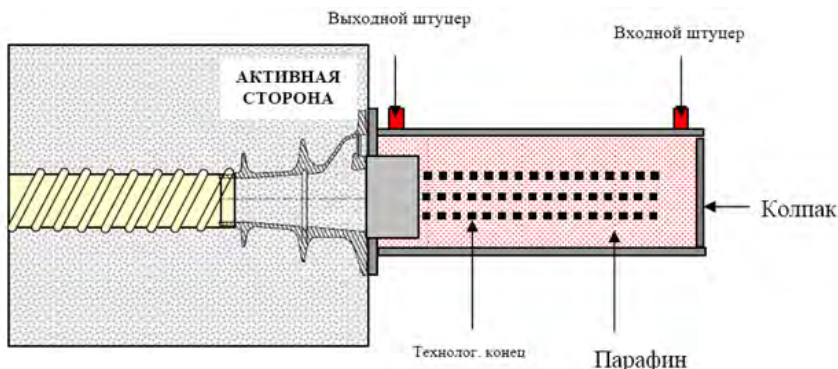


Рис. П1.10. Защитный колпак активного анкера

Идентификация заменяемой пряди

Канат, выбранный для проведения операции, должен быть точно идентифицирован. Необходимо снять колпаки и вынуть мягкий защитный материал (смазка или парафин) для обеспечения доступа к прядям.

Прядь, используемая для замены существующей, должна быть, по меньшей мере, такого же класса, как заменяемая, если иное не предписано Проектировщиком. Её сечение не должно быть больше, чем у существующей пряди для обеспечения беспрепятственного протягивания в индивидуальную оболочку. Прядь на замену должна быть также в оболочке со смазкой, то есть с уже заполненными смазкой пространствами.

Необходимо, также убедиться в том, что канаты обладают достаточной длиной технологического конца для выполнения полного ослабления. Длина технологического конца соответствует длине, необходимой для захватывания каната домкратом, к которой добавляется определенная дополнительная длина, обусловленная упругим удлинением.

Ослабление пряди

Пряди ослабляются при помощи монопрядного домкрата. Из соображений безопасности запрещено работать одновременно с обоих концов пряди.

Ослабление завершено, когда проверено выполнение двух, указанных ниже условий:

- определенный технологический конец ослаблен;
- отсутствует какое бы то ни было остаточное усилие в пряди.

Операции производятся в указанной ниже последовательности:

На анкер устанавливается опора для ослабления натяжения с тем, чтобы обеспечить доступ к цангам во время операции. Применяется домкрат с ходом порядка 200-300 мм.

Поршень домкрата выдвигается таким образом, чтобы оставить приблизительно 50 мм его хода, в домкрат устанавливается на прядь вплоть до упора на опоре для ослабления натяжения.

Затем, в камере натяжения домкрата нагнетается давление до того момента, пока не расклинится цанга. После этого цанги удерживаются вне конических отверстий анкерного блока при помощи отвертки или аналогичного инструмента.

В камере натяжения постепенно снижается давление так, чтобы ослабить прядь.

Если ход домкрата недостаточен для полного ослабления пряди за один раз, прядь снова анкерится забиванием цанги до полного возврата поршня.

Операция повторяется до достижения нулевого давления в камере натяжения и до того момента, пока полностью не прекращается движение пряди. Затем можно извлечь цангу на пассивном конце.

Извлечение пряди

Могут иметь место 2 различные ситуации:

- заменяемая прядь между 2-мя анкера не разорвана;
- прядь разорвана в ее свободной части.

В первом случае прядь на замену прикрепляется куплером к заменяемой пряди. Таким образом, замена осуществляется одновременно с извлечением заменяемой пряди из каната. Во втором случае операции извлечения и замены производятся независимо.

Извлечение пряди производится при помощи домкрата с большим ходом поршня (до 1000 мм). Операция продолжительна ввиду того, что ход домкрата невелик по сравнению с длиной пряди, но она позволяет произвести аккуратное извлечение пряди, без риска повреждения индивидуальной оболочки. Извлеченный участок необходимо удерживать во избежание неконтролируемого движения пряди.

Замена пряди

Прядь на замену должна быть в оболочке со смазкой. Она должна быть предварительно обрезана с учетом необходимой длины технологического конца. Индивидуальная оболочка должна быть надрезана вдоль, но она удаляется непосредственно перед затягиванием для того, чтобы не допустить потери смазки и возможного загрязнения.

Применяются 2 разные технологии:

В случае если заменяемая прядь сохранила целостность между 2-мя анкерами, прядь на замену протягивается заменяемой прядью в ходе ее извлечения.

В случае если прядь порвана в свободной части, после извлечения фрагментов пряди, в индивидуальную оболочку протягивается проволока диаметром 5 мм от одного конца до другого, затем к ней прикрепляется прядь на замену для затягивания в оболочку.

У пряди на замену и у заменяемой пряди 6 периферических проволок обрезаются круглым резакром на минимальную длину 80 мм. Центральная проволока не должна быть повреждена в ходе этой операции. Концы шести обрезанных проволок должны быть зачищены от заусенцев во избежание повреждения индивидуальной оболочки. Затем точка сварки соединяется с центральной проволокой.

Соединение пряди на замену с заменяемой прядью или с проволокой диаметром 5 мм может быть выполнено 2-мя способами:

- сваркой центральных проволок;
- специальным куплером.

В первом случае сварка не должна оставить шва, который может повредить индивидуальную оболочку. Утолщения должны быть отшлифованы.

Во втором случае куплер должен быть плотно прикреплен к центральным проволокам во избежание проскальзывания.

Конец проволоки диаметром 5 мм должен быть защищен в ходе ее протягивания в индивидуальную оболочку для того, чтобы ее не повредить. Проталкивающая машина может применяться в случае, если проволока не может быть протянута вручную.

В случае применения проволоки диаметром 5 мм, перед затягиванием пряди на замену, необходимо впрыснуть смазку на глубину первых 10 метров индивидуальной оболочки, а именно около 2 литров. Таким образом, пространства между прядью и индивидуальной оболочкой будут заполнены смазкой. Затем прядь затягивается до того момента, пока она не выйдет с одной и другой стороны на заданную длину технологического конца, производят натяжение новой пряди.

Контроль качества и приемка работ

Контроль качества, подписание актов на скрытые работы и акта об окончательной приемке конструкций должны осуществляться следующими должностными лицами, несущими юридическую ответственность за качество работ:

- инженерно технический персонал исполнителя (мастер, прораб), которые должны следить за правильным выполнением всех работ, не допускать нарушения технологии и своевременно исправлять допущенные ошибки, организовывать коллективное освидетельствование и приемку скрытых работ с составлением актов;

- проектировщики – авторы проекта, которые должны следить за правильным выполнением проектных решений по составу и качеству выполнения. С этой целью на строительной площадке должен быть организован авторский надзор с ведением журнала.

- представитель технического надзора должен регулярно следить за правильностью исполнения проектных решений, соблюдением технологии производства работ, участвовать в контроле за качеством и приемке скрытых работ. Представитель технического надзора заказчика имеет право запретить производство работ в случае выявления обстоятельств, вызывающих ухудшение качества.

Качество исходных материалов и комплектующих должно гарантироваться поставщиком. Параметры поставляемых деталей должны быть указаны в паспортах и должны соответствовать требованиям проекта. Производители работ должны соблюдать правила хранения, транспортировки и использования материалов.

Входной контроль

Входной контроль поставляемых материалов и изделий заключается в определении степени их соответствия требованиям, изложенным в п. 3.3 настоящей технологической карты. Поставляемые элементы системы предварительного напряжения должны:

- соответствовать требованиям производителя комплектующих, включая геометрические размеры, материал, особые свойства, оговоренные отдельно;
- снабжаться сертификатом соответствия;
- отвечать прочим требованиям, оговоренным особо.

Приемка элементов системы предварительного напряжения осуществляется в присутствии сотрудника компании-производителя.

Операционный и приемочный контроль

Представлен в форме, регламентированной ТКП 45-1.01-159-2009 прил. Г.

Прочие указания по контролю качества

Допуски при монтаже каналобразователей

Максимальный разрешенный угол между осями закладной детали и каналобразователя равен $\pm 1^\circ$. Допуск по положению каналобразователя по отношению к плоскости преднапряженной арматуры равен ± 10 мм в трех измерениях. Установка каналобразователя на уровне соединения с закладной деталью должна быть исполнена тщательнейшим образом. Допуск по положению каналобразователя в этой зоне также равен ± 10 мм. Ось оболочки не должна отклоняться более чем на 10 мм/м по отношению к расчетной оси трассировки.

Необходимо проверить после установки каналобразователя и перед бетонированием, чтобы трассировка не образовывала ника-

ких видимых невооруженным глазом угловых точек. Во время установки стержней опалубки или арматуры поблизости от каналаобразователя, следить за тем, чтобы не сдвинуть или не повредить каналаобразователь.

Контроль качества монтажа каналаобразователей

Целью контроля является проверка того факта, что установка каналаобразователей и закладных элементов была бы выполнена правильно.

Перед бетонированием:

- проверить, чтобы положение оболочек по отношению к их расчетному положению оставалось в пределах определенных допусков;
- проверить, чтобы трассировка не образовывала угловых точек;
- проверить крепление стоек и каналаобразователя на них;
- проверить установку и крепление всех штуцеров инъектирования;
- проверить, чтобы все закладные были бы надлежащим образом закреплены;
- проверить отсутствие отверстий и бугров по всей длине каналаобразователя;
- проверить прочность и герметичность каждого соединения.

После бетонирования: протянуть шаблон («мышку») через каналаобразователь.

Если проход затруднен, составляется карта несоответствия для того, чтобы предупредить Генерального подрядчика.

Контроль качества приготовления инъекционного раствора

Перечисленные ниже документы отражают качество приготовления раствора для инъектирования:

- карта испытания на соответствие - заполняется в ходе проведения каждого теста на соответствие (перед началом работ);
- карта инъектирования – заполняется при каждом инъектировании.

Смесь должна соответствовать приведенным ниже свойствам:

- текучесть, определяемая конусом Марша в соответствии с нормативом EN 445 должна быть в пределах от 9 до 25 секунд

непосредственно после замешивания, и менее 25 секунд в течение 2 часов после замешивания;

- количество воды выпота в верхней части трубы длиной 1 м по истечении 3 часов, при соблюдении условий, описанных в нормативе EN 445, должно быть ниже 0.3%. Вода выпота должна быть полностью впитана обратно по истечении 24 часов;

- прочность на сжатие по истечении 28 дней должна превышать 30 МПа или превышать 27 МПа на 7 день в призме $4 \times 4 \times 16$ мм³. Испытание выполнено в соответствии с нормативом EN 196-1;

- изменение объема, измеренного в соответствии с нормативом EN 445 должно быть в рамках от -1% до +5% в течение 24 часов производства раствора;

- температура раствора должна быть от 5°C до 35°C.

Необходимо производить контроль качества поставляемых компонентов:

- сертификат соответствия должен быть предоставлен вместе с каждой партией цемента, поставляемой на стройплощадку; каждая упаковка должна содержать дату изготовления и номер партии;

- вода должна быть признана соответствующей нормативу EN 1008, либо питьевой;

- сертификат соответствия должен быть предоставлен вместе с каждой партией добавки, поставляемой на стройплощадку; каждая упаковка должна содержать дату изготовления и номер партии;

Соответствие смеси критериям данной спецификации должно быть проверено по меньшей мере за 3 месяца до первых операций по инъектированию соответствующими испытаниями.

Параметр, требующий уточнения и определения в ходе данного теста – это дозировка воды. Соотношение В/Ц (Масса воды/Масса цемента) может варьироваться от 0.35 до 0.39. Могут потребоваться неоднократные испытания. Тесты, проводимые в ходе испытаний на соответствие, указаны в таблице П1.1. Испытание подтверждено, если все тесты находятся в пределах допустимых критериев (рис. П1.11).

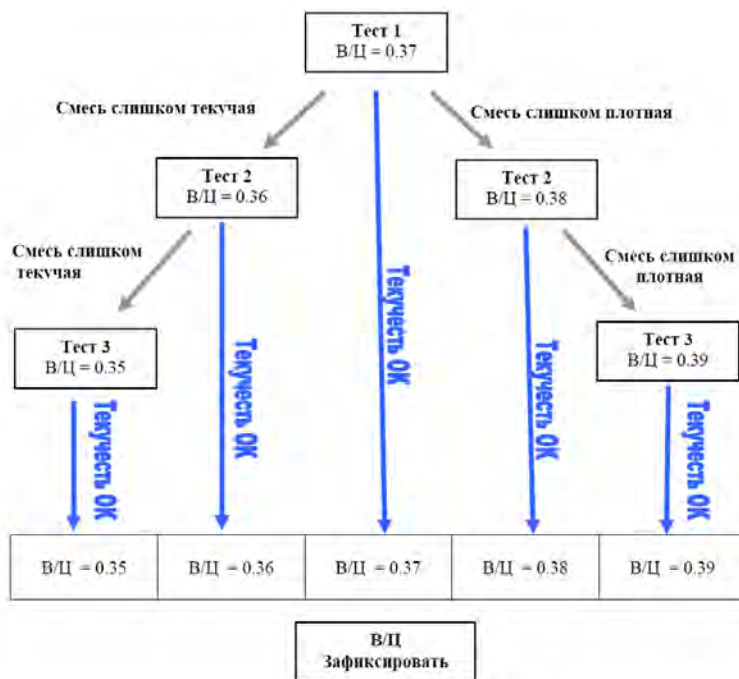


Рис. П1.11. Определение водоцементного отношения инъекционной смеси

Дозировка воды, используемая при производстве раствора для выполнения работ, должна быть такой же, как дозировка, зафиксированная в ходе испытания на соответствие.

Во время производства смеси и работ по инъектированию необходимо выполнение различных контрольных тестов. Продолжительность тестов и их количество должны соответствовать указанному в таблице П1.1.

Ответственный за выполнение операции по инъектированию должен осуществлять внутренний контроль за приготовлением смеси. Результаты должны соответствовать полученным в ходе испытаний на соответствие и критериям допустимости.

Таблица П1.1

Контрольные тесты смеси в процессе работ
по инъектированию

| Свойство | Количество тестов – Частота | Критерий допу- стимости | Описание |
|--|---|---|---|
| Текучесть | 3 теста в день (2 теста при 0,5 дня) | $9 \leq t_0 \leq 25s$ И 2 секунды по отношению ко времени, измеренному в ходе испытания | Измерение времени истечения 1 л смеси через конус Марша |
| Температура | 3 замера в день (2 замера при 0,5 дня) | $5 \leq T \leq 35^\circ C$ | Измерение температуры смеси |
| Выпот* | 1 тест в 0,5 дня при инъектировании | Количество воды при выпоте не должно быть больше 0,3% от начального объема после 3 часов отдыха | Измерение уровня воды выпота на градуированном образце 1 м |
| Изменение объема | 1 тест в 0,5 дня при инъектировании | Изменение объема смеси при отдыхе в течение 24 ч должно находиться – 1% et +5% | Измерение уровня смеси на градуированном образце 1 л в течение 24 ч |
| Соппротивление сжатию | 1 тест (с 3 раздавливаниями) в день инъектирования на образце, изготовленном в подготовительной емкости | $\geq 30 \text{Н/мм}^2$ за 28 дней | Раздавливание 3 образцов |
| * тест на выпот и изменение объема производится на одном образце | | | |

П1.6. Техника безопасности, охрана труда и окружающей среды

Общие указания по технике безопасности

При производстве работ по устройству предварительного напряжения в построечных условиях необходимо руководствоваться требованиями в области безопасности и охраны труда, изложенными в ТКП 45-1.03-40-2006 «Безопасность труда в строительстве. Общие требования».

Особые указания

Предварительные меры предосторожности при протягивании канатов

До начала выполнения работ Уполномоченный по выполнению работ по созданию преднапряжения должен убедиться на конструкции объекта в том, что:

- концы каналообразователей свободны, и свободное прохождение по каналообразователям обеспечено (осуществить проверку при помощи шаблона);
- закладные детали в надлежащем состоянии;
- проверить тип и количество прядей, подлежащих протягиванию.

Перед установкой выбранной бобины в разматывающее устройство, проверить состояние поверхности оболочек прядей.

Меры безопасности при протягивании прядей

Во время протягивания, прядь может «хлестнуть». Следовательно, совершенно необходимо ограничить ее возможное биение отклонение, пропуская ее через «направляющие» между разматывающим устройством и проталкивающим приспособлением. Применяемые «направляющие», обычно, образуются из труб или оболочек преднапряжения.

Зона выхода прядей со стороны каналообразователя обозначается таким образом, чтобы ограничить в нее доступ. Помощник оператора располагается в стороне от оси каналообразователя, на котором ведутся работы по протягиванию.

Техника безопасности при выполнении работ по приготовлению раствора и инъектированию каналов

Рабочий персонал должен быть обеспечен перечисленным ниже снаряжением:

- каска;
- защитная обувь;
- защитные очки;
- страховочные ремни безопасности;
- перчатки;
- маска для защиты от пыли.

Проверить перечисленное ниже оборудование:

- лестницы для подмостей;
- электрические аппараты и устройства.

Добавка рассматривается как материал, представляющий опасность. Руководство по использованию должно быть доступно в месте выполнения работ. На стройплощадке должна находиться ёмкость для излишков цементной смеси. На стройплощадке должен находиться контейнер для цементного мусора.

Необходимо оборудовать дренажную систему для воды охлаждения насоса (в случае применения поршневого насоса).

Охрана окружающей среды

В процессе выполнения строительно-монтажных работ не должен наноситься ущерб окружающей среде.

Категорически запрещается слив ГСМ в грунт на территории строительной площадки или вне ее при работе строительных машин и механизмов или их заправке. В случае утечки горюче-смазочных материалов. Это место должно быть локализовано путем засыпки песком. Затем грунт, пропитанный ГСМ, должен быть собран и удален в специально отведенные места, где производится его переработка.

Строительный мусор удаляется с помощью желобов или контейнеров непосредственно в автотранспорт. Не допускается при уборке отходов и мусора сбрасывать их с этажей зданий и сооружений без применения закрытых лотков и бункеров-накопителей.

Не допускается захоронение ненужных строительных конструкций в грунт или их сжигание на стройплощадке. Все они должны вывозиться в отведенные места для утилизации.

На территории строящихся объектов не допускается не предусмотренное проектной документацией сведение древесно-кустарниковой растительности и засыпка грунтом корневых шеек и стволов растущих деревьев и кустарника. Растительный покров, нарушенный при производстве работ, должен быть восстановлен.

Выпуск воды со строительных площадок непосредственно на склоны без надлежащей защиты от размыва не допускается.

ПРИЛОЖЕНИЕ 2. ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ КАРТА НА УСТРОЙСТВО ПРЕДВАРИТЕЛЬНОГО НАПРЯЖЕНИЯ В ПОСТРОЕЧНЫХ УСЛОВИЯХ. СИСТЕМА UNBOUNDED MONOSTRAND

П2.1. Общие сведения. Отличия от технологии устройства систем unbounded multistrand

Системы monostrand предполагают ряд упрощений по сравнению с системами multistrand за счет отсутствия необходимости в установке каналообразователей и их инъектировании. Данные системы чаще применяются для армирования плоских плит перекрытия и покрытия. При относительно простом очертании плит в плане целесообразно произвести разбиение прядей на марки по длине, и осуществлять их поставку в сборе с закладными деталями, цангами, защитными колпаками и прочими элементами.

В целях упрощения, в данной технологической карте даны ссылки на аналогичные операции, выполняемые при устройстве систем unbounded multistrand.

П2.2. Раскладка канатов в индивидуальных оболочках

Как было сказано ранее, канаты системы monostrand без сцепления с бетоном поставляются на строительную площадку в сборе с анкерными устройствами, защитными колпаками и нишеобразователями в бухтах. Маркировка в зависимости от длины пряди производится как краской, так и при помощи прочно закрепленных на бухте ярлыков. Раскладка прядей осуществляется согласно исполнительной документации, правильность установки канатов подтверждается актом на скрытые работы до бетонирования конструкции.

После раскладки фоновой арматуры расставляют гнутые детали, служащие для поддержания прядей в соответствии с их проектным положением в сечении элемента (рис. П2.1). Для восприятия сминающих усилий и из конструктивных соображений по периметру плиты устанавливаются пространственные каркасы (рис. П2.2).

Далее производят установку верхней фоновой и дополнительной арматуры конструкции в соответствии с проектом.

Для образования ниши в зоне анкера при бетонировании на свободный конец пряди наживляют пластиковую конусную деталь – нишеобразователь (см. рис. 2.2 и 2.3), после чего монтируют боковые щиты опалубки с отверстиями под канаты. Необходимо загерметизировать место примыкания нишеобразователя к щиту опалубки, чтобы в процессе бетонирования полость не оказалась заполненной бетоном. Также следует обеспечить герметичность системы в месте входжения пряди в закладную деталь намоткой клейкой ленты минимум в 3 слоя.

Далее производят бетонирование захватки.

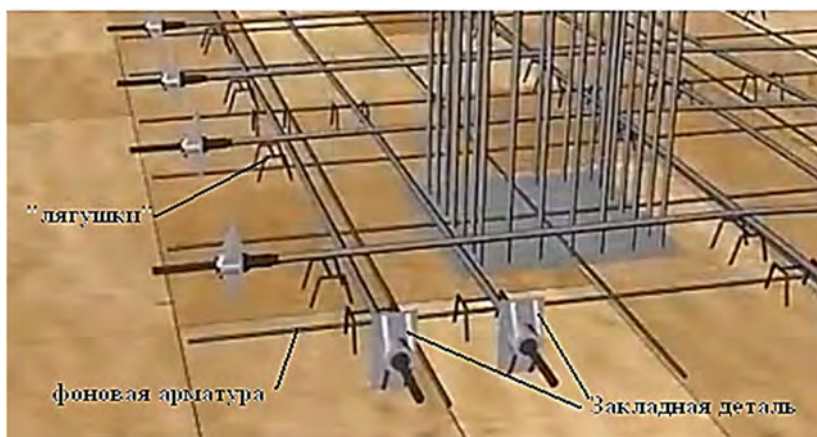


Рис. П2.1. Установка прядей системы monostrand



Рис. П2.2. Установка пространственных каркасов

П2.3. Индивидуальное натяжение прядей

После набора бетоном достаточной передаточной прочности производят демонтаж боковых щитов опалубки и очистку ниш анкерных зон при необходимости. Некоторые системы предполагают использование съемных нишеобразователей. В этом случае данная деталь перед бетонированием должна быть покрыта слоем смазки, а после – с осторожностью извлечена. Прядь и анкерное приспособление должны быть очищены от остатков бетонной смеси, но домкрата должен беспрепятственно входить в нишу анкерной зоны.

Натяжение канатов производится при помощи монопрядного домкрата. Процедура натяжения в целом аналогична описанной в п. П1.4. До начала натяжения в обязательном порядке проверяется исправность и герметичность гидравлического оборудования.

В случае обрыва пряди требуется:

- остановить операцию;
- выполнить последнее измерение удлинения с активной стороны и обратного хода цанги с пассивной стороны (возможно);
- отметить конечную величину давления на манометре;
- заблокировать цангу;

- сбросить давление и измерить обратный ход цанги с активной стороны;
- рассчитать величину конечного удлинения;
- после удаления домкрата и подтверждения разрыва, проинформировать Генерального Подрядчика и Проектировщика.

Замена пряди осуществляется согласно процедуре, описанной в п. П1.4.

П2.4. Заделка анкерных зон

В практике РТИ системы monostrand не предполагают возможности замены пряди, после ее натяжения свободный конец обрезается, а ниша анкерной зоны замоноличивается. Таким образом, индивидуальная оболочка служит лишь для защиты каната от коррозии. Немаловажное достоинство систем без сцепления арматуры с бетоном, а именно высокая ремонтпригодность, утрачивается. С другой стороны, для возможности замены пряди необходимо оставить свободный конец длиной порядка 600 мм и загерметизировать его, закрыв защитным колпаком с парафином (рис. П2.3).



Рис. П2.3. Защитные колпаки активной стороны системы monostrand

При армировании плит перекрытия жилых и общественных зданий данная проблема становится достаточно острой, ведь скрыть достаточно массивный колпак без ущерба для архитектурной выразительности сооружения затруднительно. С другой стороны, решение данной проблемы позволит полнее использовать положительные качества технологии предварительного напряжения в построчных условиях.

П2.5. Прочие указания

В случае необходимости замены пряди при обрыве в процессе натяжения осуществляется в соответствии с процедурой, описанной в п. П1.4.

При бетонировании захватки особенно важно не допустить смещения напрягаемых канатов от проектного положения, потому их закрепляют вязальной проволокой к «лягушкам». Отогнутые лапки «лягушек» подвязывают к нижней фоновой арматуре плиты, либо пристреливают скобами к щитам опалубки.

Некоторые поставщики услуг по предварительному напряжению наносят на внутреннюю поверхность опалубки маркеры яркой медленно сохнущей краской, которые при бетонировании переносятся на нижнюю поверхность плиты. Таким образом, обозначается положение напрягаемой арматуры в конструкции.

При перемещении рабочих и инвентаря по связанной арматуре в процессе армирования не допускается ступать на напрягаемые канаты. При недостаточно густом шаге верхней фоновой арматуры (более 300 мм) обязательно использование деревянных инвентарных щитов.

**ПРИЛОЖЕНИЕ 3.
ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ КАРТА
НА ПРЕДВАРИТЕЛЬНОЕ НАПРЯЖЕНИЕ
МОНОЛИТНЫХ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ ПЛИТ ПЕРЕКРЫТИЯ
И ПОКРЫТИЯ В ПОСТРОЕЧНЫХ УСЛОВИЯХ.
СИСТЕМА ПРЕДВАРИТЕЛЬНОГО НАПРЯЖЕНИЯ
СО СЦЕПЛЕНИЕМ НАПРЯГАЕМОЙ АРМАТУРЫ
С БЕТОНОМ**

ПЗ.1. Область применения

Технологическая карта разрабатывается с целью обеспечения строительства рациональными решениями по организации и технологии производства строительно-монтажных работ, способствующих повышению производительности труда в строительстве и качества строительной продукции, снижению себестоимости строительства при соблюдении в процессе производства работ требований безопасности и охраны окружающей среды.

Технологическая карта является составной частью организационно-технологической документации, регламентирующей правила выполнения технологических процессов, выбор средств технологического обеспечения (технологической оснастки, инструмента, инвентаря и приспособлений), машин, механизмов и оборудования, необходимых материально- технологических ресурсов, требования к качеству и приемке работ, а также мероприятия по технике безопасности, охране труда и окружающей среды.

Настоящая технологическая карта описывает процесс предварительного напряжения в построечных условиях монолитных железобетонных плит перекрытия и покрытия. Рассматривается система предварительного напряжения со сцеплением напрягаемой арматуры с бетоном конструкции.

Предварительное напряжение плит создается путем обжатия монолитного железобетона в результате натяжения арматурных прядей, пропущенных через каналообразователи в теле конструкции. Передача усилия предварительного обжатия производится при наборе бетоном достаточной для восприятия усилия обжатия прочности.

Канаты высокопрочной арматуры проталкивают в предварительно установленные в конструкцию каналобразователи.

Пучки высокопрочной арматуры натягиваются непосредственно на анкерные закладные детали, установленные в теле конструкции. Анкеровку напрягаемой арматуры осуществляют с применением специальных анкерных устройств на конце пучка. Закрепление арматуры после ее натяжения с помощью гидравлического домкрата осуществляется путем закусывания канатов клинообразными устройствами-цангами.

После полного натяжения арматуры и заделки бетоном анкерных ниш производится инъектирование цементным раствором каналобразователей. Нагнетание раствора производится через инъекционные трубки, установленные в начале, в конце пучка, а также в средних точках трассы. Раствор нагнетается с одного края до тех пор, пока не начнет выходить из трубки на противоположном краю.

Данную технологическую карту читать совместно с технологическими картами на устройство опалубки монолитных конструкций, на их бетонирование, на электропрогрев конструкций в зимнее время и прочими, в соответствии с перечнем выполняемых при устройстве предварительно напряженной монолитной конструкции работ.

Режим труда в данной технологической карте принят из условия оптимального темпа выполнения трудовых процессов при рациональной организации рабочего места, четкого распределения обязанностей между рабочими бригады с учетом разделения труда, применения усовершенствованного инструмента и инвентаря.

Настоящая технологическая карта предназначена для работников подрядных организаций, выполняющих работы по устройству постнапряженных конструкций, разрабатывающих проектно-сметную документацию на указанные работы, проекты производства работ и может быть использована при условии выполнения следующих обязательных условий производства работ:

- работы производятся в строгом соответствии с проектно-сметной документацией (далее – ПСД), проектом производства работ (далее – ППР), требованиями действующих норм охраны труда, пожарной безопасности и производственной санитарии;

– натяжение арматурных канатов и инъектирование каналов выполняется при температуре окружающего воздуха от +5 до +35°C.

Работы по устройству опалубки монолитных плит, по их бетонированию и электропрогреву в зимнее время в данной технологической карте не рассматриваются.

Привязку технологической карты к условиям производства работ на конкретном объекте осуществляет организация-разработчик либо организация, выполняющая строительно-монтажные работы на объектах, где такая организация является подрядчиком. При привязке карты к объекту необходимо в зависимости от конкретных условий строительства уточнять отдельные технологические операции, объем работ, трудозатраты и нормы расхода материалов.

Привязка технологической карты состоит в рассмотрении проектно- сметной документации и выборе необходимого варианта производства работ, предусмотренного технологической картой; корректировке мероприятий по охране труда и окружающей среды.

При использовании данной технологической карты в период ее действия рекомендуется проверять сроки действия ТНПА, используемых при разработке данной технологической карты по Перечню технических нормативно-правовых актов в строительстве, действующих на территории Республики Беларусь, каталогам, составляемым по состоянию на 1 января каждого года, а также по соответствующим информационным указателям, публикуемым в течении года.

Если ссылочные ТНПА в течение срока действия данной технологической карты изменены или заменены, то при ее использовании следует руководствоваться измененными или заменяющими ТНПА.

Если ссылочные ТНПА отменены без замены, то положение, в котором дана ссылка на такие отмененные ТНПА, применяется в части, не затрагивающей указанную ссылку.

П3.2. Нормативные ссылки

В настоящей технологической карте использованы ссылки на следующие технические нормативно-правовые акты:

ТКП 45-1.03-40-2006 Безопасность труда в строительстве. Общие требования

ТКП 45-1.03-44-2006 Безопасность труда в строительстве. Строительное производство

ТКП 45-1.01-159-2009 Строительство. Технологическая документация при производстве строительного-монтажных работ. Состав, порядок разработки, согласования и утверждения технологических карт

ТКП 45-1.03-161-2009 Организация строительного производства

СТБ 1306-2002 Строительство. Входной контроль продукции. Основные положения

СТБ 8014-2000 Система обеспечения единства измерений Республики Беларусь. Калибровка средств измерений. Организация и порядок проведения

ГОСТ 12.1.004-91 ССТБ. Пожарная безопасность. Общие требования ГОСТ 12.1.013-78 ССТБ. Строительство. Энергобезопасность. Общие требования

ГОСТ 12.1.046-85 ССТБ. Строительство. Нормы освещения строительных площадок

ГОСТ 12.3.033-84 ССТБ. Строительные машины. Общие требования безопасности при эксплуатации

ГОСТ 12.4.010-75 ССТБ. Средства индивидуальной защиты. Рукавицы специальные. Технические условия

ГОСТ 12.4.013-85 ССТБ. Очки защитные. Общие технические условия

ГОСТ 12.4.026-76 ССТБ. Цвета сигнальные и знаки безопасности

ГОСТ 12.4.087-84 ССТБ. Строительство. Каски строительные. Технические условия

ГОСТ 12.4.100-80 ССТБ. Комбинезоны мужские для защиты от нетоксичной пыли, механических воздействий и общих производственных загрязнений. Технические условия

ГОСТ 12.4.137-2001 Обувь специальная с верхом из кожи для защиты от нефти, нефтепродуктов, кислот, щелочей, нетоксичной и взрывоопасной пыли. Технические условия

ГОСТ 427-75 Линейки измерительные металлические. Технические условия

ГОСТ 7502-98 Рулетки измерительные металлические. Технические условия

ГОСТ 11042-90 Молотки стальные строительные. Технические условия
ГОСТ 23267-78 Аптечки индивидуальные. Технические условия

ГОСТ 23407-78 Ограждения инвентарные строительных площадок и участков производства строительного-монтажных работ. Технические условия

ГОСТ 24258-88 Средства подмащивания. Общие технические условия

ГОСТ 25573-82 Стропы грузовые канатные для строительства. Технические условия

ГОСТ 26433.0-82 Система обеспечения точности геометрических параметров в строительстве. Правила выполнения измерений. Общие положения

ГОСТ 26433.2-94 Система обеспечения точности геометрических параметров в строительстве. Правила выполнения измерений параметров зданий и сооружений

ППБ 2.09-2002 Правила пожарной безопасности Республики Беларусь при производстве строительного-монтажных работ

ПБМиП Правила безопасности при работе с механизмами, инструментом и приспособлениями

СТБ EN 10138-2009 Арматура напрягаемая канатная для железобетонных конструкций. Технические условия

EN ISO 15630-3 Ненапрягаемая и напрягаемая арматура. Методы испытаний. Часть 3. Арматура напрягаемая для железобетонных конструкций.

СТБ 1704-2012 Арматура ненапрягаемая для железобетонных конструкций. Технические условия.

Межотраслевые правила по охране труда при проведении погрузочно-разгрузочных работ. Утверждены постановлением Министерства труда и социальной защиты Республики Беларусь от 12 декабря 2005 г. №173.

Правила устройства и безопасной эксплуатации грузоподъемных кранов. Утверждены постановлением Министерства по чрезвычайным ситуациям Республики Беларусь от 28 июня 2012 г. №37.

Правила охраны труда при работе на высоте. Утверждены постановлением Министерства труда Республики Беларусь от 28 апреля 2001 г. №52.

П3.3. Характеристики основных применяемых материалов и изделий

Общие требования

В технологических процессах, рассматриваемых в настоящей ТК, применяются следующие материалы:

- арматурные канаты
- гофрированные оболочки-каналообразователи
- закладные детали
- анкерные блоки с цангами
- смесь для инъектирования каналов
- фиксаторы положения каналообразователей
- прочие материалы и изделия

Материалы и изделия, применяемые в процессе производства работ, подлежат подтверждению соответствия существующим требованиям безопасности технического регламента Республики Беларусь «Здания и сооружения, строительные материалы и изделия. Безопасность» (ТР 2009/013/ВУ) в форме декларирования соответствия, обязательной сертификации либо декларирования соответствия на основании технической оценки пригодности.

Импортируемые строительные материалы и изделия, на которые отсутствуют действующие в республике ТНПА, должны иметь технические свидетельства Министерства архитектуры и строительства Республики Беларусь.

Материалы и изделия, подлежащие гигиенической регламентации, должны иметь удостоверения о гигиенической регистрации.

Арматурный канат

В качестве напрягающих арматурных элементов в системах со сцеплением напрягаемой арматуры с бетоном применяются семи-проволочные арматурные канаты диаметров 15.3 и 15.7 мм.

Могут применяться арматурные канаты с различными геометрическими и прочностными характеристиками. Применяются канаты по СТБ EN 10138-3.

Наиболее часто применяется семипроволочная необжатая канатная арматура. Диаметр прямой сердцевинной проволоки должен превышать диаметр внешних спиральных проволок на 2%. Внешние спиральные проволоки должны быть плотно свиты вокруг центральной прямой проволоки с шагом свивки, равным 14-18 – кратному значению номинального диаметра канатной арматуры.

Допускается применение обжатой канатной арматуры сниженного диаметра по СТБ EN 10138-3.

Прочностные и геометрические характеристики наиболее часто применяемых арматурных канатов приведены в таблице 2 СТБ EN 10138-3- 2009.

Условия поставки и складирования

Арматурные канаты поставляются на строительную площадку в мотках, которые впоследствии устанавливаются в разматывающее приспособление (диспенсер, см. рис. ПЗ.1). Внутренний диаметр мотка должен быть не менее 50-кратного значения диаметра семи-проволочной канатной арматуры.

Перевозка должна осуществляться в закрытом транспорте. Любой контакт с предметами, способными оказать химическое или физическое воздействие, должен быть исключен. Пол транспортного средства должен быть чистым.

Транспортные операции во время погрузочно-разгрузочных работ должны осуществляться с большой осторожностью, с использованием надлежащих приспособлений для того, чтобы не повредить и не деформировать пряди. Разгрузка на стройплощадке должна производиться под ответственным контролем генподрядчика.



Рис. ПЗ.1. Моток канатной арматуры, установленный в диспенсер

Мотки должны быть складированы в крытом хранилище (ангаре). Не допускается складирование бобин либо мотков более чем в 1 ряд. Каждый моток должен быть промаркирован двумя прочными несмываемыми ярлыками: один прикреплен к концу пряди перед упаковкой и второй - к внешней части мотка. Оба ярлыка несут перечисленные ниже данные:

- координаты завода-изготовителя;
- обозначение номера партии;
- номер плавки;
- номер мотка;
- вес нетто мотка;
- длина каната.

Канатная арматура для предварительного напряжения монолитных железобетонных конструкций подлежит обязательной сертификации, качество импортируемой на территорию Республики Беларусь канатной арматуры должно быть подтверждено техническим свидетельством Минстройархитектуры. Методы испытаний канатной арматуры регламентированы EN ISO 15630-3.

Оболочки-каналообразователи

Оболочки и соединительные муфты предназначены для замоноличивания в бетоне с целью формирования пространства (канала) для протягивания в нем арматурных канатов и его последующего инъектирования цементным раствором. Размещение арматурных канатов в канале обеспечивает им возможность необходимого при натяжении на бетон конструкции перемещения.

Оболочки могут быть выполнены из пластика или металла и быть круглыми либо овальными в сечении, в зависимости от числа канатов в пучке, который предполагается разместить в канале (рис. ПЗ.2).

Металлическая гофрированная оболочка для внутреннего преднапряжения изготавливается путем непрерывного наматывания и скрепления плоской гофрированной ленты из листовой стали, либо путем непрерывной продольной сварки, либо путем вальцовки. Металлическая лента должна иметь качество «DX 51 D» в соответствии с европейским нормативом EN 10142.

Оболочка должна быть герметична для цементной смеси, для бетона и его выпота. Местные дефекты, такие как выпуклости или впадины, допустимы при условии, что внутренний номинальный диаметр не уменьшается более чем на 5 мм. Данный критерий обеспечивает допустимую деформацию при транспортировке и хранении.

Соединение отдельных каналообразователей с целью наращивания длины производится при помощи муфт, имеющих диаметр, превышающий диаметр оболочек. Таким образом, обеспечивается механическая непрерывность и герметичность канала.

Условия поставки и складирования

Оболочки должны быть помещены на деревянные поддоны и защищены от влаги. Они должны быть покрыты герметичным чехлом и проветриваться в достаточной степени во избежание конденсации влаги. Оболочки собираются связками для транспортировки в контейнере. Поддоны помещаются между связками для облегчения разгрузки и избежания образования конденсата на оболочках. Ярлык с указанием размеров и номера партии должен быть прикреплен к каждой связке оболочек.



Рис. ПЗ.2. Оболочка-каналообразователь, один из вариантов исполнения

Закладные детали

Закладная деталь в форме раструба служит для анкеровки активного конца арматурного пучка и для передачи усилия обжатия на бетон в точке анкеровки (рис. ПЗ.3).



Рис. ПЗ.3. Закладная деталь, анкерный блок и комплект цанг. Один из вариантов исполнения

Закладная деталь имеет передающие поверхности, служащие для передачи усилия от арматурного каната в тело конструкции, она снабжена пазами и отверстиями, обеспечивающими крепление к опалубке при помощи болтов, шайб и гаек.

В зависимости от производителя системы пост-напряжения и приходящегося на закладную деталь усилия обжатия, она может иметь дополнительный элемент спирального армирования, который предотвращает местное разрушение бетона конструкции в зоне анкерования. В общем случае, прочность бетона в зоне закладной обеспечивается дополнительным местным армированием.

Закладные детали должны снабжаться штуцерами для инъекции каналов, либо же иметь отверстия для их крепления.

Закладные детали изготавливают из ковкого чугуна с пластинчатым графитом EN GJL-250 в соответствии с нормативом EN 1561.

Анкерные блоки с цангами

Закрепление арматурных канатов в процессе натяжения осуществляется при помощи цанг, закусываемых в анкерных блоках. Анкерный блок в свою очередь передает усилие от канатов на закладную деталь, замоналиченную в теле конструкции.

В общем случае, анкерный блок представляет собой стальную цилиндрическую либо иной формы плоскую деталь с рядом конических отверстий, в которых закусываются цанги. Количество отверстий соответствует количеству канатов, приходящихся на один блок (рис. ПЗ.3).

Анкерные устройства конструируют из расчета восприятия нагрузки при напряжениях в арматуре величиной в 0.95 предела текучести, что обеспечивает их достаточную надежность.

Цанги служат для передачи усилия каната анкерному блоку посредством конического захватывания. Форма цанги, чаще всего применяемой в системах предварительного напряжения - усеченный конус с отверстием, разделенный на три равных части (сектора по 120°), называемые лепестками, соединенные при помощи пружинного кольца. Внутреннее отверстие снабжено фрикционной резьбой для обеспечения сцепления цанги с прядью во время обжатия, обусловленного передачей усилия. Прочность цанги должна быть достаточна для выполнения этой функции.

Конусность и состояние внешней поверхности цанги являются важными факторами для обеспечения радиального давления, необходимого для анкеровки системы цанга-прядь.

Цанги и анкерные блоки изготавливаются из легированной цементованной стали в соответствии с нормативом NF EN 10084, обработанной, цианированной и закаленной.

Смесь для инъектирования каналов

Цементная инъекционная смесь служит для обеспечения сцепления арматуры с бетоном конструкции и защиты ее от коррозии.

В процессе инъектирования должно быть обеспечено сплошное заполнение канала без полостей, что достигается использованием подвижной смеси, не расслаивающейся с течением времени.

Отслоение воды в инъекционных растворах приводит к образованию полостей, а в случае промерзания конструкции – к ее местному повреждению. Достаточная подвижность раствора при отсутствии расслоения достигается внесением добавок-суперпластификаторов при минимальном водоцементном отношении.

Выделяют 4 типа инъекционных растворов:

А – для использования в условиях неагрессивных сред;

В – для использования в условиях действия агрессивных сред;

С – универсальная, для сред вне зависимости от их агрессивности;

Д – раствор с особыми свойствами, для особо ответственных конструкций.

В общем случае инъекционная смесь состоит из воды, добавок и цемента, приготовление ее осуществляется в смесителе высокой турбулентности.

Вода должна соответствовать нормативу СТБ 1114-98. Условия хранения компонентов

Мешки с цементом должны храниться в сухом проветриваемом помещении во избежание конденсации.

Цемент с признаками намокания должен быть удален.

Дата производства цемента должна быть четко указана на упаковке для возможности контроля срока годности цемента перед его применением.

Фиксаторы положения каналобразователей

Фиксаторы положения каналобразователей необходимы для раскладки пучков арматурных канатов в соответствии с предусмотренной проектом трассировкой.

Фиксаторы представляют собой гнутые детали из арматуры диаметра 8-10 мм класса S240 и выше по СТБ 1704-2012.

Форма фиксаторов должна обеспечивать проектное положение арматурных пучков во время выполнения всех операций по устройству монолитного перекрытия и не допускать их смещения.

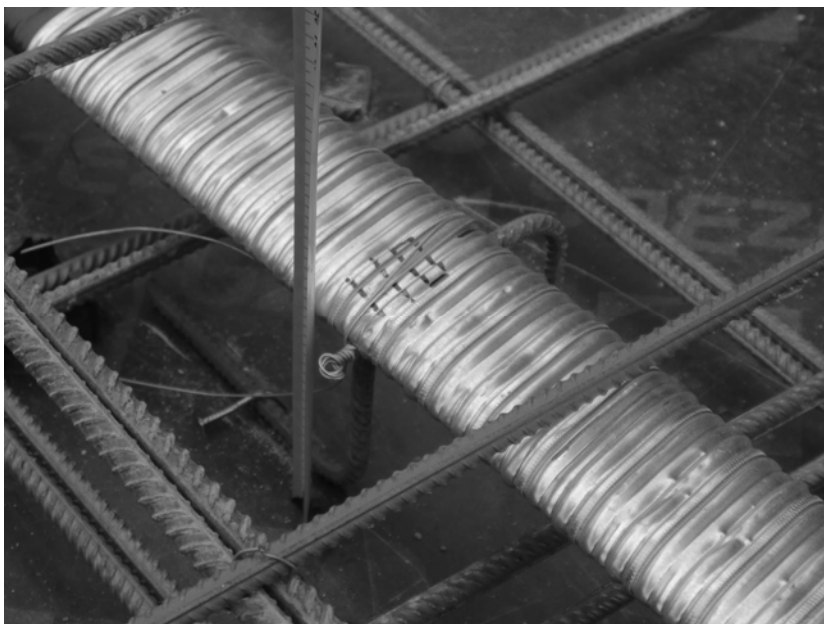


Рис. ПЗ.4. Гнутый фиксатор положения каналобразователя из стержневой арматуры. Оболочка с канатами подвязана к фиксатору вязальной проволокой. На верхней поверхности оболочки проставлена высотная отметка относительно плоскости опалубки согласно проектной трассировке пучка

Прочие материалы и изделия

Ниши анкерных узлов в торцах плит получают при помощи пластиковой формообразующей детали, прикрепляемой к борту опалубки при помощи шпилек с гайками. Данное изделие может иметь различную форму и размеры в зависимости от поставщика системы пост-напряжения, может иметь также специальные пазы и отверстия для легкого извлечения в процессе распалубки.

Промежуточные анкерные ниши устраиваются при помощи изготавливаемых из опалубочной фанеры по месту элементов опалубки, их габаритные размеры определяются размерами ниш, что должно быть отражено в проектной документации.

Т.к. нарушение герметичности оболочек-каналообразователей и проникновение в них бетона в процессе бетонирования плит может привести к заклиниванию арматурного каната в процессе натяжения и затруднить или сделать невозможным процесс инъектирования, необходимо выполнить герметизацию всех стыков системы предварительного напряжения изоляционной клейкой лентой. Для герметизации всех стыков системы предварительного напряжения должна применяться клейкая лента достаточной ширины и прочности.

Для сплошного заполнения каналов с напрягаемой арматурой в процессе инъектирования необходимо предусмотреть дополнительные штуцеры инъектирования, выполняемые в виде трубок из ПВХ, выпускаемых из верхней грани плиты на 30-40 см, концы которых закрываются изоляционной клейкой лентой.

П3.4. Организация и технология производства работ

Общие положения

Организацию строительно-монтажных работ по устройству предварительного напряжения монолитных железобетонных плит следует выполнять в соответствии с проектной документацией, проектом производства работ, разработанным в соответствии с требованиями ТКП 45-3.01-161 и утвержденном в установленном порядке, настоящей технологической картой и инструкциями по устройству каждой конкретной системы предварительного напряжения. Производство работ без утвержденного ППР не допускается.

Изделия и материалы, применяемые при производстве работ, должны соответствовать требованиям проектной документации и действующих ТНПА на их изготовление.

Изделия и материалы, поступающие на объект строительства, следует хранить в соответствии с требованиями главы 3 настоящей технологической карты.

Условия складирования и хранения должны обеспечивать:

- свободное и безопасное осуществление операций по перемещению грузов;
- читаемость маркировочных надписей, знаков и этикеток со стороны проходов;
- устойчивое положение изделий и материалов в течение срока складирования;
- защиту изделий и материалов от механических повреждений, загрязнений, а также от воздействия неблагоприятных погодных факторов, снижающих их качество.

Сведения о производстве работ должны ежедневно вноситься в журнал производства работ.

Организация производства работ

Предварительное напряжение монолитных железобетонных плит выполняют по захваткам, определенным в привязке технологической карты к объекту.

Границы захваток целесообразно увязывать с положением швов бетонирования либо температурно-деформационных швов таким образом, чтобы каждая захватка представляла собой плиту либо ее часть, на которой бетонирование выполняется одновременно.

Расстановка звеньев зависит от выполняемой в ходе устройства предварительного напряжения операции.

Работы по монтажу системы предварительного напряжения выполняет звено рабочих следующего состава:

- монтажник 5 разряда (М1) – 1 человек;
- монтажник 4 разряда (М2) – 1 человек;
- монтажник 3 разряда (М3) – 1 человек.

Звено является самостоятельной производственной ячейкой, в полном объеме автономно выполняющей работы, входящие в тех-

нологический процесс. В зависимости от объема работ на объекте могут работать несколько звеньев.

Монтажники, входящие в состав звена, должны быть аттестованы для выполнения работ по монтажу системы предварительного напряжения, должны уметь самостоятельно выполнять все технологические операции и быть способны заменить друг друга, а также знать основные свойства применяемых материалов, владеть безопасными методами производства

работ, быть знакомы с требованиями, предъявляемыми к качеству монтажа элементов системы предварительного напряжения.

Работы по разматыванию арматурного каната с диспенсера и его нарезке выполняет звено из 2 арматурщиков 4 разряда (А1, А2).

Работы по натяжению арматурных канатов выполняет звено рабочих следующего состава:

- монтажник 5 разряда (М5) – 1 человек;
- монтажник 4 разряда (М4) – 1 человек;
- монтажник 3 разряда (М3) – 1 человек.

Монтажники, выполняющие работы по натяжению арматурных канатов, должны быть обучены работе с гидравлическим оборудованием, знать правила безопасного производства работ, должны быть аттестованы для выполнения операций по натяжению арматурных канатов.

Работы по пневматическим испытаниям и инъектированию каналов с арматурными канатами, а также по заделке анкерных ниш выполняет звено рабочих следующего состава:

- бетонщики 5 разряда (Б5) – 2 человека;
- бетонщики 4 разряда (Б4) – 2 человека;
- бетонщик 3 разряда (Б3) – 1 человек.

Бетонщики, выполняющие цикл работ по инъектированию каналов, должны владеть процедурой пневматических испытаний системы предварительного напряжения, владеть технологией приготовления инъекционной смеси в соответствии с рецептурой, владеть навыками работы с растворомасосом. Рабочие должны быть аттестованы для выполнения работ по инъектированию каналов, владеть безопасными методами производства работ.

Технологические операции, связанные с подачей монтируемых изделий и материалов к месту производства работ, а также выгруз-

кой их из транспортных средств, осуществляет звено рабочих следующего состава:

- машинист крана 5 разряда либо иного грузоподъемного механизма, предусмотренного ППР (МК5) – 1 человек;
- стропальщики 2 разряда (С2) – 2 человека.

Работы по горизонтальному и вертикальному перемещению материалов в зонах складирования и производства работ могут также производить один или два подсобных рабочих 1 разряда (ПР1).

Установку и разборку применяемых средств подмащивания выполняют рабочие соответствующих специальностей, обученные и аттестованные в установленном порядке.

Приведенные составы звеньев являются рекомендуемыми. Состав звена необходимо уточнять при привязке технологической карты в зависимости от конкретных условий производства работ, имеющегося кадрового состава наличия у рабочих звена смежных профессий.

Технология производства работ

Работы по предварительному напряжению монолитных железобетонных плит перекрытия и покрытия выполняются в следующей технологической последовательности:

- подготовительные работы;
- монтаж анкерных узлов, каналобразователей, протягивание прядей;
- натяжение прядей;
- консервация анкерных ниш бетоном;
- проверка на герметичность (пневмоиспытания) каналобразователей;
- инъектирование каналобразователей цементным раствором;
- окончание работ;
- оформление отчетной документации.

Подготовительные работы

Перед выполнением работ по устройству систем предварительного напряжения должны быть выполнены подготовительные работы в соответствии с требованиями ТКП 45-1.03-161-2009.

Подрядной организацией при подготовке к производству работ по предварительному напряжению должно быть выполнено следующее:

- получена лицензия на выполнение лицензируемых строительного- монтажных работ;
- аттестованы специалисты, отвечающие за производство строительного- монтажных работ;
- получена и проверена в установленном порядке проектная документация;
- разработаны проекты производства работ;
- разработаны и осуществлены мероприятия по организации труда и обеспечению строительных бригад технологическими картами;
- организовано инструментальное хозяйство для обеспечения бригад необходимыми средствами малой механизации, инструментом, средствами измерений и контроля, средствами подмащивания, ограждениями и монтажной оснасткой в составе и количестве, предусмотренных нормокомплектами;
- создан необходимый запас строительных конструкций, изделий и материалов;
- поставлены или перебазированы на рабочие места строительные машины и передвижные (мобильные) механизированные установки;
- разработаны мероприятия по снижению энерго- и материалоемкости производства, уменьшению отходов, потерь сырья и материалов при производстве работ, хранении и транспортировании материалов и конструкций.

К моменту начала работ по устройству систем предварительного необходимо:

- обеспечить место проведения работ электричеством, сжатым воздухом, освещением, водой, теплом (при ведении работ в зимний период);
- доставить и подготовить механизмы, инвентарь и приспособления;
- подготовить место под площадки временного складирования;
- установить ограждение по границе опасной зоны с предупредительными надписями;

- подготовить необходимые материалы (анкерные узлы с креплениями, каналобразователи, арматурные пряди) в соответствии с рабочими чертежами;
- закончить монтаж опалубки плит перекрытия;
- оформить и согласовать график совмещенных работ и наряд-допуск;
- установить и принять средства подмащивания (установка необходимых подмостей для работы по отдельному проекту);
- подготовить к работе и проверить такелажную оснастку, грузоподъёмные приспособления, инструмент.

Если часть пучка выходит за пределы захватки, то опалубку следует устанавливать минимум на два метра дальше границы захватки со стороны этого пучка.

Приемка работ по монтажу опалубки плит должна быть выполнена в соответствии с требованиями соответствующей технологической карты, проекта производства работ и действующих ТНПА с составлением актов приемки.

После распалубки плиты перекрытия необходимо выполнить переопирание и проверить правильность положения устанавливаемой на нее опалубки плиты вышележащего этажа.

Монтаж анкерных узлов, каналобразователей, протягивание прядей

До начала работ необходимо убедиться, что следующие материалы заготовлены и доставлены к месту монтажа в достаточном количестве и не имеют дефектов, повреждений:

- каналобразователи соответствующего размера;
- изоляционная липкая лента;
- полиэтиленовые трубки инъектирования;
- анкера, раструбы, ниши и крепления к ним;
- фиксаторы каналобразователей соответствующей высоты;
- диспенсеры с катушками с арматурными прядями.

Процедура ведения работ.

Отметить на опалубке места расположения раструбов, ниш и отверстий под их крепление согласно рабочим чертежам. Записать какие-либо несоответствия положения между рабочими чертежами и фактическим, оповестить ответственное за монтаж системы предварительного напряжения лицо в случае невозможности установить раструб в пределах проектного допуска (см. рис. ПЗ.5).

Установить диспенсер с катушкой с прядями в положение для протягивания прядей. Записать номер катушки для учета местоприменения расходуемых материалов. Для ускорения процесса работ диспенсер с катушкой необходимо разместить на один уровень с монтируемой плитой либо в другое удобное для вытягивания, нарезки и подачи канатов положение. Вес диспенсера с катушкой не превышает 3.5 т.



Рис. ПЗ.5. Монтаж анкерного узла. На опалубке отмечено место установки закладной детали и нанесен номер пучка. Деталь между закладной и бортом опалубки – нишеобразователь

Прикрепить нишу и раструб к опалубке при помощи болта, шпильки с гайкой или другими предусмотренными проектом и производителем системы предварительного напряжения способами.

Необходимо следить за правильностью расположения узлов крепления инъекционных приспособлений на закладной детали, они должны быть обращены вверх для удобства последующего инъектирования (рис. ПЗ.6).

Смонтировать нижнюю арматурную сетку. Ввиду того, что работы по монтажу системы пост-напряжения выполняются параллельно с установкой ненапрягаемой арматуры, следует избрать такую последовательность установки арматурных изделий, при которой на каждом этапе монтаж системы пост-напряжения не будет затруднен.

Установить опоры каналобразователей.

Установить каналобразователи по всей длине пучка, плотно загерметизировать стыки и соединения липкой лентой.

Протянуть прядь в каналобразователь. Обрезать прядь при помощи углошлифовальной машинки, оставив технологические концы необходимой длины с активной и пассивной сторон. Продолжать протягивание остальных прядей пучка.

При одностороннем натяжении на пассивном конце пучка сформировать луковичеобразный анкер (рис. ПЗ.6) на каждой пряди при помощи специального домкрата. Расположить концы прядей с луковичеобразными анкерами таким образом, чтоб при бетонировании они были полностью покрыты бетоном. Расположить пассивные анкера на необходимой по проекту высоте, установить фиксаторы по длине каналобразователей.



Рис. ПЗ.6. Анкерный узел в сборе.

Раструб закладной детали соединен с бортом опалубки шпилькой с гайкой. Стык закладной с каналообразователем (горизонтальная трубка) и со штуцером инъектирования (вертикальная трубка) загерметизирован клейкой лентой



Рис. ПЗ.7. Луковицеобразные анкера на пассивных концах прядей

Установить местное армирование анкерных зон, завершить монтаж арматуры (местное армирование анкерной зоны показано на рис ПЗ.6 – арматурный каркас, перпендикулярный каналообразователю с пучком).

Установить инъекционные трубки и загерметизировать соединения. Метод фиксации трубок инъектирования может различаться в зависимости от поставщика системы пост-напряжения. Необходимо закупорить свободные концы трубок, чтобы предотвратить попадание в них бетона и посторонних предметов.

Проверить положение пучков в плане и по высоте. Для контроля правильности трассировки пучков в соответствии с проектом целесообразно проставлять на оболочке величину превышения (расстояние от нижней грани бетонируемой плиты до оси пучка, мм) при помощи несмываемого маркера.

Убедиться в герметичности соединений и стыков. Максимальная длина герметизируемого липкой лентой участка каналообразователя не ограничивается (см. рис.ПЗ.8).



Рис. ПЗ.8. Герметизация каналаобразователя с пассивной стороны пучка
клеейкой лентой

В некоторых случаях (например, при выполнении работ в стесненных условиях), целесообразно выполнить нарезку прядей перед их протягиванием внутрь оболочек. В этом случае выполняют нарезку прядей необходимой длины на свободном участке площадки при помощи углошлифовальной машинки, далее осуществляют их подачу к месту установки (рис. ПЗ.9).

При затрудненном протягивании канатов внутрь оболочек требуется отшлифовать конец каната при помощи углошлифовальной машинки или использовать гладкие съёмные наконечники.

По окончании работ по монтажу системы пост-напряжения необходимо осуществить приемку армирования плит с составлением актов освидетельствования скрытых работ на работы по установке

ненапрягаемой арматуры и на работы по монтажу деталей системы пост-напряжения. В процессе приемки необходимо проверить правильность положения пучков в плане и по высоте (корректность трассировки) и убедиться в герметичности соединений и стыков.



Рис. ПЗ.9. Пост предварительной нарезки прядей



Рис. ПЗ.10. Монтаж системы предварительного напряжения.
Общий вид конструкции

Натяжение прядей

С целью обеспечения безопасности персонала и для снижения риска повреждения конструкций, перед началом работ необходимо:

- провести инструктаж персонала по безопасному ведению работ по натяжению прядей;
- выполнить проверку исправности шлангов и фитингов домкратов;
- выполнить проверку исправности домкрата, гидравлического насоса, оборудования для его подвешивания и манипулирования им;
- выполнить проверку соответствия марки стали, диаметра и числа прядей, установленных в анкерном креплении, проектным. Проверить состояние поверхности прядей;
- выполнить проверку соответствия составных частей анкерного крепления проекту касательно их типа, устройства и правильного расположения в конструкции;

- выполнить проверку соответствия оборудования типу анкерного крепления и его наличия в достаточном количестве согласно методу натяжения и графику производства работ;
- проверить величину припуска (длины свободного конца) пряди на предмет соответствия применяемому домкрату;
- учесть все возможные внешние ограничения, оказывающие влияние на процесс натяжения (демонтаж опалубки, раскружаливание, периоды между этапами).

Последовательность натяжения пучков, если в проекте не указано иное:

- пучки главных балок;
- пучки второстепенных балок;
- сгруппированные пучки;
- распределенные пучки. Процедура ведения работ:

Удалить нишу, проверить состояние поверхностей прядей и раструба.

Установить анкерный блок и цанги (рис. ПЗ.11).

Оградить зону ведения работ в радиусе 3 м, установить предупреждающие знаки (рис. ПЗ.12)



Рис. ПЗ.11. Анкерный блок и цанги, установленные в положение перед натяжением. Проставка на пряди служит для правильного приложения усилия при возможности отклонения оси домкрата от оси пряди



Рис. ПЗ.12. При натяжении у края конструкции существует риск падения домкрата вниз при обрыве пряди, потому необходимо установить защитный щит напротив точки натяжения

В общем случае, операция натяжения ведется в два этапа. На первом этапе все пряди натягиваются на 25% от финального усилия по проекту. Первый этап натяжения может осуществляться сразу по достижении соответствующей прочности бетона на сжатие согласно графику натяжения (рис. ПЗ.13 – ПЗ.14).

Последовательность действий на первом этапе:

- проверить правильность расположения анкерного блока на посадочном углублении раструба: в горизонтальном и вертикальном направлениях;
- натянуть каждую прядь до 25% от окончательного усилия;
- выполнить механическую (с помощью пружины) или гидравлическую блокировку цанги.

Применительно к активному анкерному креплению, в процессе натяжения не допускается анкеровка с самофиксацией цанги и забивка молотом.

Второй этап натяжения осуществляется до финального усилия при достижении бетоном своей расчетной прочности на сжатие, либо минимальной прочности на сжатие, указанной в проекте.

Последовательность действий на втором этапе:

Проверить правильность расположения анкерного блока на посадочном углублении раструба в горизонтальном и вертикальном направлениях.

Распылить краску на все пряди на одинаковом расстоянии от анкерного блока, чтобы можно было измерить удлинение канатов в процессе натяжения.

Измерить начальный припуск по длине прядей между отметками, нанесенными краской, и опорной поверхностью анкерного крепления ($D_{\text{начальн}}$).

Натянуть пряди до окончательного усилия натяжения (т.е. конечного давления P_0).



Рис. ПЗ.13. Установка домкрата в рабочее положение при расположении анкера на верхней грани плиты



Рис. ПЗ.14. Установка домкрата в рабочее положение при расположении анкера на торце плиты

Выполнить механическую или гидравлическую блокировку цанг в соответствии с используемым домкратом; применительно к активному анкерному креплению, в процессе натяжения не допускается анкеровка с самофиксацией цанги и забивка молотом.

Сбросить давление в камере натяжения до 50 бар и измерить общее втягивание (передача нагрузки на анкерное крепление). Это значение с учетом поправки, указанной в приложении А, позволяет получить чистое втягивание. Предельные значения чистого втягивания указаны в приложении А (рис. ПЗ.15).

Если значение чистого втягивания не соответствует указанной в приложении А величине, необходимо снова приложить к пряди нагрузку натяжения до значения P_0 , затем передать нагрузку на анкерное крепление и повторно отрегулировать втягивание цанги.

Убрать домкрат. Измерить окончательное расстояние (D_k) между отметками, нанесенными краской, и опорной поверхностью анкерного крепления.



Рис. ПЗ.15. При натяжении выполняется непрерывный контроль давления в гидравлической системе

Записать полученное значение ($D_k - D_n$) в акт выполнения натяжения. Это удлинение может составлять от $0,93\Delta_0$ до $1,10\Delta_0$, при значении Δ_0 в соответствии с расчетом в приложении А (форма протокола натяжения – приложение Б).

Минимальная прочность бетона на сжатие, необходимая для выполнения натяжения прядей до финального усилия, должна составлять 33 МПа для кубических образцов или 27 МПа для цилиндрических.

Величина минимальной передаточной прочности устанавливается при расчете плиты по первой группе предельных состояний. Использование электропрогрева для ускорения набора прочности бетоном не запрещается.

Важно следить за правильностью расположения анкерного блока во время и после операций натяжения каждой пряди. Операторы должны убедиться в надлежащей центровке анкерного блока: по горизонтали и вертикали на опорной поверхности (углублении) раструба анкерного блока.

Во время операции натяжения домкрат ни в коем случае не должен достигать конца своего хода. Если давление в домкрате внезапно увеличится, а поршень при этом не будет двигаться, может произойти повреждение домкрата.

При выполнении операций натяжения находиться за домкратами строго запрещено.

Никакая часть тела оператора не должна располагаться за или над натянутыми ранее прядями пучка.

Посторонним запрещается находиться поблизости от места, проведения работ по натяжению арматурного пучка.

По окончании операций необходимо оформить документацию.

Демонтаж опалубки должен быть согласован с исполнителем работ по предварительному напряжению. Бетонирование колонн и монолитных стен для вышестоящего уровня разрешается до проведения операции натяжения.

Перед бетонированием следующего уровня необходимо произвести переопирание перекрытия в соответствии с рекомендациями проектировщика

Консервация анкерных ниш бетоном

После получения подтверждения от главного инженера проекта о соответствии удлинения натянутого пучка, необходимо отрезать припуски прядей с помощью углошлифовальной машинки до расстояния 30 мм от анкерных цапг. Припуски по длине не должны обрезаться с помощью газорезки (или при ином температурном воздействии).

Затем необходимо законсервировать нишу бетоном того же класса, что и основная конструкция. Для удобства заполнения ниши бетоном при устройстве опалубки в верхней ее части закладывают отрезок деревянного бруса или доски, который после извлечения образует паз, через который и выполняют заполнение ниши бетоном (рис. ПЗ.16).

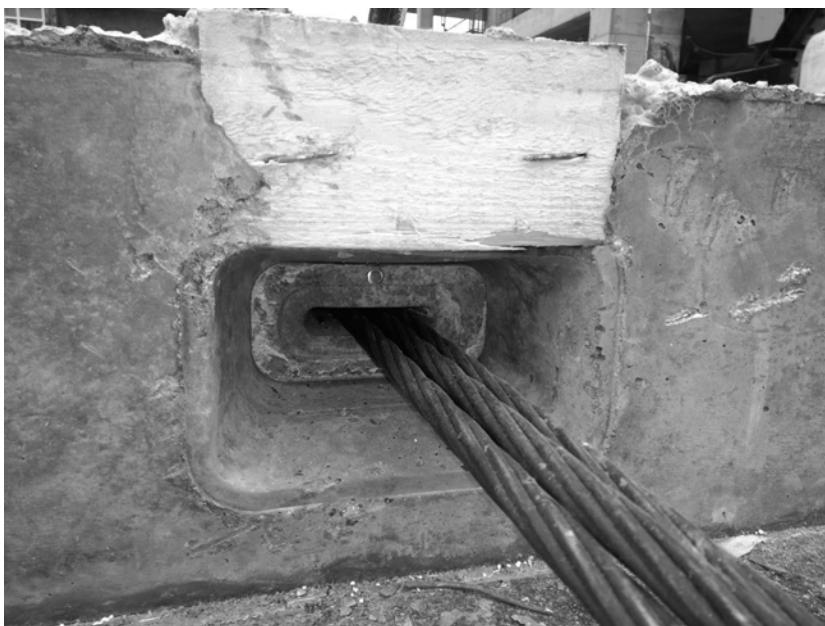


Рис. ПЗ.16. Извлекаемый отрезок доски позволяет облегчить процедуру замоноличивания анкерной ниши. К торцевой плоскости плиты приставляется деталь опалубки, а заполнение ниши бетоном ведется через полученный за счет извлечения доски паз сверху

Проверка на герметичность (пневмоиспытания) каналообразователей

Проверка каналообразователей на герметичность (пневмоиспытания) выполняется после консервации анкерных ниш бетоном с целью выявления утечек.

Пропускная способность насоса на выходе должна быть отрегулирована, должна быть обеспечена герметичность всех соединительных элементов, вентилях и шлангов системы, их стыков.

Потери давления, нагнетаемого в канал сжатого воздуха не должны превышать 1 бар в течение 3 минут при начальном давлении 3 бар.

Инъектирование каналов с размещенной в них напрягаемой арматурой

Общие положения

Инъектирование каналов с натянутыми прядями требуется для предотвращения процесса коррозии и увеличения срока службы конструкции (см. рис. ПЗ.17).

Инъектирование осуществляется с помощью выпускных труб (точек инъектирования), расположенных на закладной детали (раструбе). При этом цементный раствор должен отвечать требованиям проекта.

Выпускная труба для заливки цементного раствора в верхней части раструбы должна быть подсоединена герметично (с помощью липкой ленты), чтобы исключить попадание бетона в зону анкерного крепления (см. рис. ПЗ.5).

Сроки осуществления инъектирования пучков устанавливаются в зависимости от условий строительства и качества поставляемых прядей. В случае использования прядей, покрытых специальным водоразбавляемым составом для предотвращения коррозии, процесс инъектирования не имеет критических сроков выполнения. Перед началом инъектирования данное покрытие должно быть удалено с прядей путем промывки каналообразователя водой до отсутствия у воды «молочного» оттенка.

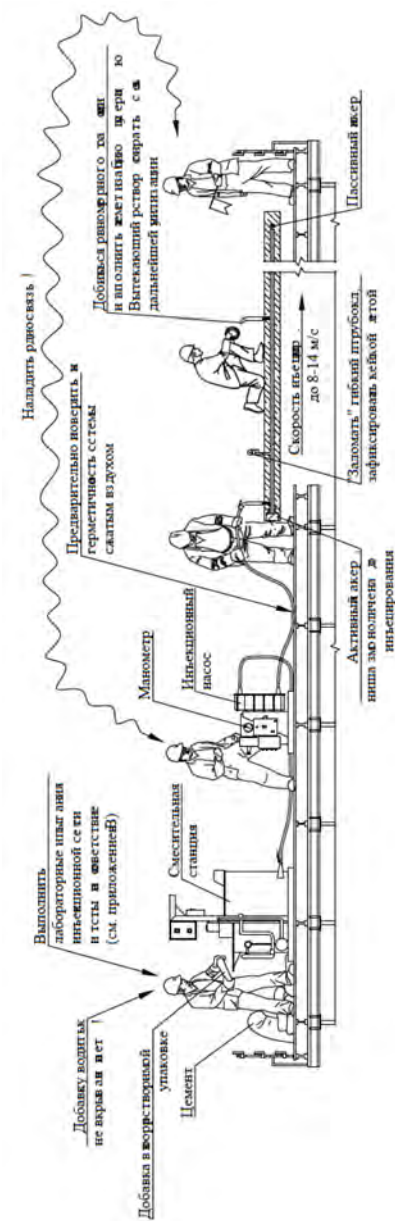


Рис. ПЗ.17. Схема выполнения операции инъектирования каналов

Перед началом операций инъектирования необходимо проверить следующее:

- места подключения к источникам электричества, сжатого воздуха и воды доступны и находятся в исправном состоянии;
- необходимое количество цементного раствора и добавок заготовлено и доставлено к месту ведения работ;
- требуемое оборудование (рис. ПЗ.18), оснастка и принадлежности для контроля и испытаний находятся в исправном состоянии.



Рис. ПЗ.18. Смесительная станция для приготовления инъекционного раствора, один из вариантов исполнения

Физико-механические характеристики раствора, его компоненты, дозировки и указания по контролю качества и испытаниям приведены в приложении В.

Процедура ведения работ

Приготовить в смесительном оборудовании раствор в количестве достаточном для инъектирования каналобразователя плюс 20%.

Подключить шланги инъектирования к инъекционной трубке. Во избежание образования воздушных полостей в случае замедления цементного раствора в канале в процессе инъектирования скорость нагнетания цементного раствора должна находиться в пределах от 8 до 14 м/мин.

Давление инъектирования не должно превышать 10 бар в случае подачи раствора выше места его приготовления.

Цементный раствор подается до тех пор, пока не начнет вытекать через трубку на противоположном конце каналобразователя. Вытекающий раствор должен быть той же консистенции, что и на входе в каналобразователь и не иметь разрывов сплошности (рис. ПЗ.19).

Вытекающий раствор следует собирать в емкость для дальнейшей утилизации.

После завершения операции, подать давление 5 бар в течение 1 минуты. Потери давления не должны превышать 2 бар в течении 1 минуты.

После окончания инъектирования оборудование следует тщательно промыть водой.

Оформить необходимую документацию.

Дополнительные меры при работе при низких температурах

Инъектирование пучков цементным раствором не должно выполняться, если температура ниже +5 °С или выше 35 °С. Следовательно, необходимо принять специальные меры в том случае, если температура выходит за пределы указанных параметров, и, в частности, в отношении низких температур.

Следующее оборудование должно быть предоставлено заказчиком:

- система обогрева горячим воздухом;
- теплоизоляция шлангов подачи раствора;
- обогреваемый тепляк или помещение для изготовления раствора;
- обогреваемое складское помещение для хранения цемента и добавки;
- горячая вода.



Рис. ПЗ.19. Процедура инъектирования. Рабочий следит за консистенцией вытекающего через штуцер раствора

Инъектирование каналов образателей целесообразно выполнять сразу после окончания электропрогрева уложенного в конструкцию бетона.

Если температура, измеренная внутри каналов образателей, ниже $+2^{\circ}\text{C}$, канал образатели прогреваются при температуре $+40^{\circ}\text{C}$ в течение 48-72 часов перед выполнением процедуры инъектирования таким образом, чтобы температура внутри канала образателя не опускалась бы ниже 5°C в течение 6 часов после остановки обогрева. Система обогрева каналов образателей будет остановлена лишь за несколько минут до начала операции инъектирования.

Обогрев может быть осуществлен путем продувки горячим воздухом каналов образателей.

Шланги для инъектирования, которые обеспечивают подачу раствора от станции изготовления на вход в пучок, должны быть теплоизолированы при помощи теплоизоляционного материала (стекловолокно).

Необходимо пропустить горячую воду по шлангам для того, чтобы поддержать достаточную температуру перед подачей раствора.

Смеситель, технологическая емкость и pompa подачи раствора, служащие для изготовления и хранения смеси, устанавливаются в отапливаемом тепляке, при этом температура должна превышать +20°C.

Твердые составляющие раствора, цемент и добавка, должны храниться в обогреваемом помещении, где температура окружающей среды как минимум +20°C.

Компоненты смешиваются с водой, температура которой должна быть достаточно высокой, чтобы обеспечить получение цементного раствора с температурой после изготовления в диапазоне от +10°C до +32°C.

П3.5. Контроль качества и приемка работ

Входной контроль

Входной контроль предусматривает проверку наличия сопроводительной документации, включая гигиенический сертификат и сертификат соответствия (техническое свидетельство), осмотр деталей для установления маркировки, а также трещин, сколов, рисок и других механических повреждений, выборочные испытания по определению разрушающей нагрузки образцов.

Все детали должны иметь маркировку, указывающую характеристики и назначение. На поверхности деталей не должно быть механических повреждений и заломов.

Для каждой партии цемента следует проверить наличие сертификата соответствия. На каждом мешке должна быть указана дата изготовления и номер партии. Необходимо убедиться, что срок годности цемента удовлетворяет срокам проведения работ.

Контроль качества работ

Монтаж арматуры последующего натяжения должен проводиться в полном соответствии с требованиями инструкций предприятий-изготовителей оборудования, действующих СНБ, правил пожарной безопасности и указаниями проекта.

Комплектность поставки оборудования определяется путем сопоставления упаковочной ведомости с действительным наличием документации, оборудования, деталей, запасного инструмента и приборов.

Оборудование с истекшим гарантийным сроком может быть допущено к монтажу только после проведения на нем комплекса работ, предусмотренных документацией предприятия изготовителя (ревизии, устранения дефектов и т.п.). Результаты проведенных работ должны быть оформлены актом.

До проведения монтажных работ соединительные детали, арматура и средства крепления, поступившие на объект, должны быть подвергнуты входному контролю. Количество изделий и материалов, подлежащих входному контролю, должно соответствовать нормам, приведенным в технических условиях и стандартах. Результаты входного контроля оформляются Актом и заносятся в журнал учета входного контроля материалов и конструкций.

Соединительные детали, а также средства крепления, поступившие на объект, должны иметь сопроводительный документ, подтверждающий соответствие их нормативным требованиям. К каждому контейнеру и пакету с деталями должна быть прикреплена табличка с маркировкой упакованных узлов в соответствии с действующими стандартами и техническими условиями на изготовление изделий.

При отсутствии сертификатов качество изделий и материалов должно быть подтверждено результатами лабораторных испытаний.

При операционном (технологическом) контроле проверять соответствие выполнения основных производственных операций по монтажу требованиям, установленным строительными нормами и правилами. Результаты операционного контроля должны быть зарегистрированы в журнале производства работ.

При инспекционном контроле проверять качество монтажных работ выборочно по усмотрению заказчика или генерального подрядчика с целью проверки эффективности ранее проведенного производственного контроля. Этот вид контроля может быть проведен на любой стадии монтажа.

Результаты контроля качества, осуществляемого техническим надзором заказчика, авторским надзором, инспекционным контролем и замечания лиц, контролирующих производство и качество

работ, должны быть занесены в журнал производства работ и фиксируются также в Общем журнале работ.

Подрядчик должен предъявлять представителю заказчика общий журнал работ, акты освидетельствования скрытых работ, протоколы, исполнительную документацию, сертификаты и паспорта на примененные материалы, оборудование и изделия для сопоставления с требованиями проекта, технических условий, норм и стандартов.

П3.6. Техника безопасности, охрана труда, охрана окружающей среды, противопожарные мероприятия

Техника безопасности и охрана труда

Монтаж системы постнатяжения является особо ответственной работой повышенной опасности, обусловленной рядом обстоятельств:

- применение оборудования, развивающие большие тяговые усилия (гидродомкраты, тяговые лебедки и т.д.);
- работа с электроинструментом;
- перепад высот при переходе с одного уровня на другой;
- проведение работ на высоте при ограниченной видимости;
- верхолазные работы при натяжке канатов;
- подъём и перемещение оснастки, имеющей значительную массу;
- выполнение совмещенных работ;
- работа кранов и другой техники;
- зависимость от погодных условий.

При выполнении работ должны соблюдаться требования следующих нормативно-технических документов:

- Правил пожарной безопасности.
- Правил устройства и безопасной эксплуатации грузоподъемных кранов.
- Правил безопасности при работе с инструментом и приспособлениями.
- Безопасность труда в строительстве. Общие требования.

Часть 1.

- Межотраслевые правила по охране труда (правила безопасности) при эксплуатации электроустановок.
- Межотраслевые правила по охране труда при работе на высоте.
- Правила устройства электроустановок. Издание 7.
- Стропы грузовые общего назначения. Требования к устройству и эксплуатации.

Монтаж системы постнатяжения, выполняются по акту-допуску согласованному с Заказчиком.

Работы повышенной опасности, такие как работы на высоте, работа вблизи кранов, движущихся машин и механизмов, работа вблизи от неогражденных перепадов при высоте 1.3 метра и более, передвигаемые конструкции, производство работ в темное время суток, повышенный уровень вибрации, повышенный уровень шума, неблагоприятные погодные условия (ветер, град, дождь) выполняются по наряду-допуску, согласованному с Заказчиком.

К выполнению работ повышенной опасности допускаются лица не моложе 18 лет, признанные годными к производству работ на высоте медицинским освидетельствованием, имеющие производственный стаж на указанных работах не менее одного года, разряд монтажника стальных и железобетонных конструкций не ниже третьего и I группу электробезопасности.

К выполнению работ допускаются работники, прошедшие обучение, проверку знаний по охране труда, стажировку на рабочем месте, имеющие удостоверения, оформленные в установленном порядке, прошедшие первичный инструктаж и получившие целевой инструктаж на рабочем месте по безопасному выполнению работ.

Перед проведением работ рабочие и ИТР, принимающие участие в выполнении работ и проведению контроля, должны ознакамливаться с настоящим ППР под роспись.

При выполнении работ бригада должна состоять не менее чем из трех человек. С момента допуска бригады к работе производитель работ должен находиться на рабочем месте и осуществлять постоянный надзор за работой членов бригады в целях обеспечения безопасности, руководить правильной расстановкой персонала, не допуская его нахождения в опасной зоне без необходимости. Все лица, находящиеся на строительной площадке обязаны носить защитные очки, спецодежду, защитную обувь, защитные

каска, а также использовать другие необходимые средства индивидуальной и коллективной защиты.

Рабочее место должно содержаться в чистоте; хранение заготовок, материалов, инструмента, готовой продукции, отходов производства должно быть упорядочено и соответствовать требованиям охраны и безопасности труда. На рабочем месте не допускается размещать и накапливать неиспользуемые материалы, отходы производства и т.п., загромождать пути подхода и выхода.

Материалы, изделия, конструкции при приеме и складировании на рабочих местах, находящихся на высоте, должны приниматься в объемах, необходимых для текущей переработки, и укладываться так, чтобы не загромождать рабочее место и проходы к нему, исходя из несущей способности лесов, подмостей, площадок и т.п., на которых производится размещение указанного груза.

Рабочие места и проходы к ним на высоте 1,3 м и более и на расстоянии менее 2 м от границы перепада по высоте ограждаются временными инвентарными ограждениями в соответствии с требованиями ГОСТ 12.4.059-89. При невозможности применения предохранительных ограждений или в случае кратковременного периода нахождения работников допускается производство работ с применением страховочной привязи и предохранительного пояса.

На участках, где ведутся работы, не допускается выполнение других работ и нахождения лиц не участвующих в монтаже.

При работе в темное время суток зона производства работ должна быть освещена. Освещенность рабочих мест в зоне расположения анкерных узлов не менее 50 люкс.

По периметру плиты должно быть выполнено штатное ограждение. Проходы на площадках и рабочих местах должны отвечать следующим требованиям:

ширина одиночных проходов к рабочим местам и на рабочих местах должна быть не менее 0,6 м, высота в свету - не менее 1,8 м;

лестницы или скобы, применяемые для подъема или спуска работников на рабочие места на высоте более 5 м, должны быть оборудованы устройствами для закрепления фала страховочной привязи предохранительного пояса.

Место по производству работ по натяжению канатов с помощью домкрата должно быть шириной 1 м и длиной 1.5 м и оборудовано

ограждением и местом для закрепления фала страховочной привязи предохранительного пояса.

На границах зон постоянно действующих опасных производственных факторов устанавливаются защитные ограждения, а на границах зон потенциальной опасности действия этих факторов – сигнальные ограждения и (или) знаки безопасности.

Работы на наружных лесах при грозе, скорости ветра 15 м/с и более, сильном снегопаде, тумане, гололеде и других угрожающих безопасности работников случаях должны быть прекращены.

Перед началом выполнения работ на строительном объекте должна быть выполнена проверка строительных лесов. Все несоответствия должны быть сообщены в письменном виде представителю Заказчика. Запрещено выполнение работ предварительному напряжению плит, если несоответствия не устранены.

Далее проверка лесов осуществляется каждые 7 дней.

Работа со случайных подставок (ящиков, бочек и т.п.), а также с ферм, стропил и т.п. не допускается.

Перед проведением работы по инъектированию каналобразователей необходимо проверить закрепление (устойчивость) оборудования, состояние гибких шлангов для инъектирования и места их соединений.

Использование неисправного и непроверенного оборудования не допускается.

При приготовлении цементного раствора обязательно использовать средства индивидуальной защиты органов дыхания и глаз, используя для этих целей респираторы и защитные очки.

В процессе натяжения прядей персоналу запрещается находиться в зоне возможного выхода пряди при ее обрыве.

Должна быть предусмотрена возможность остановки процесса натяжения в любой момент проведения операции.

В течение всего времени осуществления операции, когда включен насос, запрещен проход и нахождение персонала рядом с домкратом.

При подсоединении подач в камеры натяжения и камеры обратного хода не допускать перепутывания подач. При выполнении операций натяжения находиться за домкратами строго запрещено. Никакая часть тела оператора не должна располагаться за или над натянутыми ранее прядями пучка.

Оператор натяжения должен использовать средства индивидуальной защиты глаз (защитные очки);

При разрыве пряди необходимо остановить выполнение натяжения, выполнить блокировку цапг анкеров при достигнутом усилии, снять домкраты, вывести персонал в безопасное место, обследовать ситуацию и составить отчет.

При работе с УШМ персонал должен использовать защитный щиток.

Противопожарные мероприятия

При производстве работ необходимо руководствоваться ППБ-2.09-2002 «Правила пожарной безопасности при производстве строительно-монтажных работ» Все работающие должны быть проинструктированы по правилам пожарной безопасности. В каждой смене должен быть назначен ответственный за противопожарную безопасность.

Каждое строительство должно быть обеспечено противопожарным оборудованием и инвентарем согласно нормам. Характер противопожарного оборудования устанавливается по согласованию с местными органами Государственного пожарного надзора в зависимости от степени пожарной опасности объекта и его государственного значения.

Кроме перечисленных в нормах первичных средств пожаротушения и противопожарного инвентаря на каждый 5000м² застроенной территории устанавливаются пожарные пункты (щит или шкаф, окрашенные в красный цвет с надписью «Пожарный пункт») со следующим набором первичных средств пожаротушения и инвентаря:

- огнетушители типа ОП-5 2 шт;
- ведра пожарные 2 шт;
- лопаты 4 шт;
- войлок (или асбестовое полотно) 2 полотна;

Огнетушители, ящики для песка, бочки для воды, ведра, щиты или шкафы для инвентаря, ручки для лопат, футляры для кошм и другое оборудование в отличие от хозяйственного инвентаря должны быть окрашены в красный цвет.

Сгораемые материалы (древесностружечные плиты, фанера, лесоматериалы, рубероид и т.д.) должны доставляться на рабочие места в количестве, не превышающем сменной потребности.

Нагреваемые элементы, спирали, электроды и т.п. должны быть защищены от попадания на них посторонних предметов металлическими кожухами или несгораемыми ограждениями.

Для отключения электросети в случае аварии или пожара отключающие устройства должны устанавливаться в доступных местах.

Охрана окружающей среды и утилизация строительных отходов

Отходы и строительный мусор должны своевременно вывозиться для дальнейшей утилизации. Захоронение бракованных изделий и конструкций запрещается. Сжигание горючих отходов и строительного мусора на участке строительства запрещается.

Для предотвращения загрязнения поверхностных и надземных вод необходимо улавливать загрязненную воду. Все производственные и бытовые стоки должны быть очищены.

Не допускается выпуск воды со строительной площадки непосредственно на склоны без надлежащей защиты от размыва.

При производстве работ должны соблюдаться требования по охране окружающей среды согласно ТКП 17.01.01-2007 «Охрана окружающей среды».

Расчет параметров натяжения

1. Усилия, рассчитанные проектировщиками, представляют собой усилия преднапряжения, которые следует применять к анкерным блокам. Чтобы получить эти усилия, необходимо учесть потери от трения при прохождении пучка в раструбе (K_1) и анкерном блоке (K_2). Кроме того, следует учесть потери от трения в домкрате (K_3). Соответственно, усилие, передаваемое домкратом, должно быть несколько больше расчетного, чтобы компенсировать эти потери.

Таким образом, конечное давление P_0 натяжения рассчитывается по формуле:

$$P_0 = \frac{F_0}{S_n \cdot (1 - (K_1 + K_2)) \cdot (1 - K_3)} ,$$

где P_0 – конечное давление в домкрате, бар;

F_0 – сила натяжения пучка по данным проекта, кН;

S_n – площадь сечения камеры натяжения домкрата, см²;

K_1, K_2, K_3 – коэффициенты потерь.

Значение суммы (K_1+K_2) является характеристикой механического трения в системе, зависит от вида системы предварительного напряжения и от типа применяемых канатов (в индивидуальной оболочке со смазкой или без таковой). Для системы со сцеплением арматуры с бетоном значение (K_1+K_2) составляет 2-3%.

Значение K_3 специфично для каждого домкрата и указывается в сертификате калибровки, предоставляемом при поставке домкрата, либо определяется в результате калибровки на площадке.

2. Удлинение пряди обычно рассчитывается проектировщиком для всей операции натяжения. На площадке часть этого удлинения обеспечивается на первом этапе натяжения, а оставшаяся часть – во время окончательного натяжения.

Во время окончательного натяжения измеренное удлинение соответствует удлинению прядей в пределах от $0.25P_0$ (давление на первом этапе напряжения) до P_0 (конечное давление). Это значение связано с теоретическим удлинением следующим соотношением:

$$\Delta_0 = 0.75 \cdot A,$$

где Δ_0 – удлинение пряди, наблюдаемое между первым этапом натяжения и окончательным натяжением, мм;

A – теоретическое удлинение пряди при стягивании цанг после блокировки, мм.

Чтобы рассчитать стягивание цанг (чистое стягивание), значение стягивания, определяемое по движению пряди (или домкрата) (общее стягивание), должно быть скорректировано с учетом упругого укорочения участка пряди между цангой анкерного крепления и цангой домкрата.

Значение общего стягивания измеряется между этапом окончательного натяжения и этапом сброса давления до 50 бар (после блокировки цанг). Поправка рассчитывается для домкрата, открытого на 80 % от своего хода при натяжении, и пряди, напряженной до 90 % от предела текучести. Чистое стягивание соотносится с общим стягиванием следующим образом:

$$U_{net} = U_{gros} - C$$

где U_{net} – чистое стягивание, мм, предельные значения приведены в таблице А.1;

U_{gros} – общее стягивание, мм;

C – поправка, зависящая от применяемого домкрата и хода, приведена в таблице А2, мм.

Таблица ПЗ.1

Предельные значения чистого стягивания

| Диаметр пряди | | Предельные значения, мм | | | |
|----------------------|---------|-------------------------|-----|-----|-----|
| | | T13 | T15 | T13 | T15 |
| Чистое стягивание | мин. | 4 | 4 | 6 | 6 |
| | среднее | 5 | 6 | 7 | 8 |
| | макс. | 6 | 8 | 8 | 9 |

Таблица ПЗ.2

Поправка втягивания цанги для различных домкратов, мм

| Домкрат | Значение, измеренное на поршне домкрата | Значение, измеренное на пряди |
|-------------|---|-------------------------------|
| SC2-180 | 6 | 4 |
| SC2-600 | 10 | 8 |
| SC2-1000 | 13 | 11 |
| U24 | 9 | 7 |
| TITAN 25 | 7 | 5 |
| IHS 25T-150 | 6 | 4 |
| IHS 25T-610 | 10 | 8 |

Протокол натяжения

| Объект (наименование) | | | | | | | | | |
|---|-----------|--------------------------|------------|------------------------|-------------|--------|--------------------|-------------|--------|
| Протокол натяжения | | | | | | | | | |
| Блок | | Домкрат типа | | | | | | | |
| Этаж | | Дата калибровки | | | | | | | |
| Усилит | | гидравлический насос тип | | | | | | | |
| Давление | | бар | | | | | | | |
| Удлинение, мм | | | | | | | | | |
| (полное удлинение = среднее удлинение / 0.75 + доджжка) | | | | | | | | | |
| Пучок № | Профиль № | Дата операции | Измеренное | Критерий удлинения 75% | | Домжка | Критерий удлинения | | 1.1*Δt |
| | | | | среднее | 0.75*1.1*Δt | | теоретич., Δt | фактич., Δо | |
| | 1 | | | | | | | | |
| | 2 | | | | | | | | |
| | 3 | | | | | | | | |
| | 4 | | | | | | | | |
| | 5 | | | | | | | | |
| | 1 | | | | | | | | |
| | 2 | | | | | | | | |
| | 3 | | | | | | | | |
| | 4 | | | | | | | | |
| | 5 | | | | | | | | |
| | 1 | | | | | | | | |
| | 2 | | | | | | | | |
| | 3 | | | | | | | | |
| | 4 | | | | | | | | |
| | 5 | | | | | | | | |
| Наблюдения во время натяжения: | | | | | | | | | |
| Указания по очередности натяжения прядей в пучке: | | | | | | | | | |
| Инженер | | | | | | | | | |
| Прораб | | | | | | | | | |
| Руж. отдела тех. надзора | | | | | | | | | |

Физико-механические характеристики инъекционного раствора, компоненты, дозировка, указания по контролю качества и испытаниям

1. Физико-механические характеристики раствора:

- водо-цементное соотношение – в пределах от 0,32 до 0,42;
- текучесть на входе в каналобразователь – в пределах от 11 до 30 секунд;
- текучесть на выходе из каналобразователя – меньше, чем на входе, не более, чем на 2 секунды и ≥ 11 секунд;
- выделение цементного молока на поверхность – $\leq 2\%$ при повторном поглощении после 24 часов;
- изменение объема – от -1% до $+3\%$ в течение 24 часов с момента изготовления раствора;
- окончательное затвердевание: ≤ 24 часов;
- прочность на сжатие после 28 дней при 20°C : ≥ 35 МПа (М350);

2. Компоненты цементного раствора:

- цемент марки СЕМ I в соответствии со стандартом EN 447 (М500 Д0);
- вода должна быть чистой питьевой водой без содержания моющих средств или других примесей;
- добавки должны содержать хлоридов не более 100мг/л, сульфатов не более 100мг/л и не должны иметь следов образования сульфидов;
- химический состав добавок не должен приводить к образованию любых продуктов, которые в течение короткого или длительного времени могут негативно воздействовать на сталь и/или цемент;

3. Дозировка компонентов цементного раствора должна быть точно выверена в соответствии с условиями на стройплощадке для обеспечения требуемых физико-механических характеристик. Приближенная пропорция компонентов на 100кг цемента приведена в таблице В.1 на примере добавок Rheobuild 1000K и Kelco-crete DG-K.

Таблица ПЗ.3

Приближенная пропорция компонентов раствора

| Компонент | Вес, кг | Объем, л |
|-------------------------|---------|----------|
| Цемент | 100 | 32 |
| Вода | 32-42 | 32-42 |
| Добавка Rheobuilt 1000K | 3 | 2.5 |
| Kelco-crete DG-F | 0.0067 | – |

4. Контроль качества и испытания инъекционного раствора.

Должны быть произведены испытания на соответствие техническим условиям, чтобы удостовериться в улучшении физических свойств раствора после корректировки состава. Должны быть выполнены следующие приемные испытания:

температура – для всех замесов измеряется температура окружающей среды, температура воды, цемента, температура смешиваемого раствора первого и далее каждого десятого замеса; температура пластичного раствора измеряется для каждой партии сразу после замеса и вначале любого инъектирования и должна быть в пределах от 10 до 32°C;

текучесть каждого замеса проверяется методом конуса Марша; дополнительные проверки текучести производятся в соответствии с требованиями процедуры по цементации пучков; время вытекания раствора из конуса должно быть в пределах (при приготовлении) от 11 до 30 секунд;

выделение цементного молока и изменение объема не проверяется ежедневно, один тест должен проводиться каждый месяц.

прочность на сжатие – комплект из 6 кубиков должен испытываться в каждый день производства работ; по 3 кубика испытываются на 7 и 28 дни.

Таблица ПЗ.4

Карта входного и операционного контроля

| Операция, этап, процесс | Контролируемая характеристика | Способ и средство контроля | Место проведения контроля | Ответственное лицо | Норма контроля | Формы регистрации результатов |
|---|--|----------------------------|---------------------------|--------------------|-------------------------|---|
| Входной контроль материалов | Наличие паспортов, сертификатов качества, свидетельств об изготовлении | В * | Склад, стройплощадка | Инженер | Наличие всех документов | Журнал входного контроля |
| Монтаж каналообразователей, протягивание прядей | Длина пучка | В, И * | Участок монтажа | Инженер | Проект | Журнал работ |
| | Положение в плане и по высоте | В, И * | | | | |
| | Кол-во прядей в пучке | В * | | | | |
| Натяжение прядей | Давление в домкрате | И * | Участок монтажа | Инженер | Проект | Протокол натяжения (прил. Б) |
| | Удлинение прядей | И * | Участок монтажа | Инженер | Проект | Протокол натяжения (прил. Б) |
| Пневмоиспытания каналообразователей | Герметичность | В, И * | Участок монтажа | Инженер | См. ПЗ.4 ТК | Журнал работ |
| Инъектирование | Приемные испытания | В, И * | Участок монтажа | Инженер | Прилож. В | Протокол производства цементного раствора |
| | Объем инъецированного раствора | В, И * | Участок монтажа | Инженер | Проект | Протокол производства цементного раствора |
| | Испытания контрольных образцов | Л * | Стройлаборатория | ОТК генподрядчика | Прилож. В | Журнал работ |

* В – визуальный, И – измерительный, Л – лабораторный

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Разработка импортозамещающей технологии предварительного напряжения монолитных железобетонных конструкций в построечных условиях, обеспечивающей ресурсосбережение в строительстве, повышение потребительских свойств и конкурентоспособности продукции строительного комплекса Республики Беларусь : отчет о НИР (заключ.), БНТУ ; рук. темы С.Н. Леонович. – Минск., 2015. – 96с. – № ГР 20131462.

2. 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.

3. Леонович, С.Н. Усовершенствованная система поперечного армирования монолитных железобетонных плит перекрытия / Леонович С.Н., Передков И.И. // Вестник Поволжского государственного технологического университета (ПГТУ), серия «Материалы. Конструкции. Технологии». – 2017. – №2. С. 73-86

4. Передков И.И.. Технология устройства облегченных пустообразователями железобетонных плит перекрытия с предварительным напряжением арматуры в построечных условиях / Передков И.И., Леонович С.Н. // Санкт-Петербург: Мир дорог, специальный выпуск «Бетоны. Оборудование. Опалубка». – 2015. – С. 44-48.

5. Передков, И. И. Предложение по повышению надежности и снижению стоимости конструкций фундаментов здания паркинга / И. И. Передков, С. Н. Леонович // Современные проблемы внедрения европейских стандартов в области строительства : сборник Международных научно-технических статей (материалы научно-методической конференции), 27–28 мая 2014 г. В 2 ч. Ч. 1 / ред. колл.: В. Ф. Зверев, С. М. Коледа, С. Н. Делендик. – Минск : БНТУ, 2015. – С. 219-223.

6. Передков, И. И. Классификация и сравнительный анализ систем предварительного напряжения железобетонных конструкций в построечных условиях / И. И. Передков, С. Н. Леонович // Вопросы внедрения норм проектирования и стандартов Европейского союза в области строительства : сборник научно-технических статей (ма-

териалы научно-методического семинара), 22–23 мая 2013 г. В 2 ч. Ч. 2 / ред. колл.: В. Ф. Зверев [и др.]. – Минск : БНТУ, 2013. – С. 123-130.

7. Передков, И. И. Сравнительный анализ результатов армирования монолитной железобетонной плиты перекрытия плоскими арматурными сетками и стальными канатами с предварительным напряжением в построечных условиях / И. И. Передков // Современные методы расчетов и обследований железобетонных и каменных конструкций : материалы 68-й студенческой научно-технической конференции, 15 мая 2012 г. / Белорусский национальный технический университет ; ред. В. Ф. Зверев [и др.] – Минск : БНТУ, 2012. - С. 139-143.

8. С. Н. Леонович, Новые технологии и материалы для строительной индустрии Леонович С.Н., Ольгомец А.И., Передков И.И., Карпович С.А./ Современные проблемы внедрения европейских стандартов в области строительства : сборник Международных научно-технических статей (материалы научно-методической конференции), 27–28 мая 2014 г. В 2 ч. Ч. 2 / ред. колл.: В. Ф. Зверев, С. М. Коледа, С. Н. Делендик. – Минск : БНТУ, 2015. – С. 54-57.

9. Технология предварительного напряжения монолитных железобетонных конструкций в построечных условиях: учебное пособие для студентов специальности 1-70 02 01 «Промышленное и гражданское строительство» / В.В. Латыш, С.Н. Леонович. – Минск : БНТУ, 2006 – 56 с.

10. Post-Tensioning Manual / Theodore L. Neff [and others]. – 6th edition – PPI, 2006. – 354 p.

11. Конструкции бетонные и железобетонные : СНБ 5.03.01-02. – Введ. 20.06.2002. – Минск : Стройтехнорм, 2002. – 177 с.

12. Арматура напрягаемая канатная для железобетонных изделий. Технические условия: СТБ EN 10138-3-2009 / Госстандарт. – Минск, 2010. – 13 с.

13. Economic concrete frame elements to Eurocode 2 / С Н Goodchild [and others] – МРА – The Concrete Centre – 2009 – 182 p.

14. Лешкевич, О.Н. Современная практика возведения монолитных конструкций с преднапряжением в построечных условиях / О.Н. Лешкевич, А.И. Чубрик // Мастерская 2007. - №1 – 2(34-35). – С. 50-52

15. Следящие Тест-Системы [Электронный Ресурс] / ООО «Следящие Тест-Системы» - Москва, 2008 – Режим доступа: <http://www.sts-hydro.ru/technologies/posttensioning/> - Дата доступа: 5.01.2013.

16. Образцов, О.Л., Дорогокупец, Н.В. Перспективы выполнения предварительного напряжения конструкций в построечных условиях / О.Л. Образцов, Н.В. Дорогокупец // Перспективы развития новых технологий в строительстве и подготовке инженерных кадров: сборник научных статей / Министерство образования Республики Беларусь, Гродненский государственный университет им. Янки Купалы: [редколлегия: Т.М. Пецольд (отв. ред.) и др.], - С. 132-134.

17. L'École nationale des ponts et chaussées [Электронный ресурс] / École des Ponts ParisTech – Paris, 2017 – Режим доступа: <http://www.enpc.fr/grands-hommes/freyssinet> - Дата доступа: 31.08.2017.

18. Дрозд, Я.И. Предварительно напряженные железобетонные конструкции / Я.И. Дрозд, Г.П. Пастушков. – Минск : Выш. шк., 1984. – 208 с.

19. Леонгардт, Ф. Напряженно армированный железобетон и его практическое применение / Пер. с нем. д-ра техн наук В.К. Житомирского. – Москва : Государственное издательство литературы по строительству и архитектуре, 1957. – 588 с., – Перевод изд.: Spannbeton für die Praxis / F.Leongardt. – Berlin. – 1955.

20. Звездов, А.И. Предварительно напряженный железобетон: состояние и перспективы развития / А.И. Звездов, К.В. Михайлов, Ю.С. Волков // НИИЖБ [Электронный ресурс]. – 2007. – Режим доступа: <http://www.niizhb.ru/statzvezdov3.htm> - Дата доступа: 30.08.2017.

21. Прочность комбинированно предварительно напряженных элементов без сцепления напрягаемой арматуры с бетоном при действии изгибающих моментов: Автореф. дис. на соиск. учен. степ. канд. техн. наук: 05.23.01 / Образцов Олег Леонидович. - Брест, 2002. – 23 с.

22. Конструкции строительные. Порядок расчета пределов огнестойкости : ТКП 45-2.02-110-2008. – Введ.: 01.01.2009. – Минск : Стройтехнорм, 2009. – 134 с.

23. Железобетонные предварительно напряженные конструкции без сцепления арматуры с бетоном. Правила проектирования : ТКП 45-5.03-135-2009. – Введ.: 01.03.2010. – Минск: Стройтехнорм, 2010. – 24 с

24. Grout for prestressing tendons. Grouting procedures : BS EN 446:2007 – 2007 BSI – 20 p.

25. Еврокод 2. Проектирование железобетонных конструкций. Часть 1-1. Общие правила и правила для зданий: ТКП EN 1992-1-1-2009. – Введ. 10.12.09 – Минск: Стройтехнорм: Научно-проектно-производственное республиканское унитарное предприятие «Стройтехнорм», 2009. – 140 с.

26. Портаев, Д.В. Расчет и конструирование монолитных пред-напряженных конструкций гражданских зданий / Д.В. Портаев – Москва: Издательство ассоциации строительных вузов, 2011. – 247 с.

Нормативные ссылки:

27. СП 48.13330.2011 «Свод правил. Организация строительства. Актуализированная редакция СНиП 12-01-2004»

28. СП 28.13330.2012 «Защита строительных конструкций от коррозии. Актуализированная редакция СНиП 2.03.11-85»

29. СП 70.13330.2012- «Несущие и ограждающие конструкции. Актуализированная редакция СНиП 3.03.01-87»

30. СП 126.13330.2012 «Геодезические работы в строительстве. Актуализированная редакция СНиП 3.01.03-84»

31. ТКП 45-1.03-161-2009* «Организация строительного производства»

32. ТКП 45-1.03-40-2006 «Безопасность труда в строительстве. Общие требования»

33. ТКП 45-1.03-44-2006 «Безопасность труда в строительстве. Строительное производство»

34. ТКП 45-2.01-III-2008 «Защита строительных конструкций от коррозии»

35. ТКП 45-3.02-209-2010 «Административные и бытовые здания. Строительные нормы проектирования»

36. ТКП 427-2012 Правила техники безопасности при эксплуатации электроустановок

37. СанПиН 10-124 РБ 99 «Питьевая вода и водоснабжение населенных мест»

38. ТКП 45-1.03-26-2006 «Геодезические работы в строительстве»

39. ТКП 45-2.04-153-2009 «Естественное и искусственное. Освещение. Строительные нормы проектирования»

40. Санитарные нормы, правила и гигиенические нормативы "Гигиенические требования к содержанию территорий населенных пунктов и организаций" Утвержденные постановлением Министерства здравоохранения Республики Беларусь от 01.11.2011 № 110

41. Санитарные нормы и правила "Требования к условиям труда работающих и содержанию производственных объектов" Утвержденные постановлением Министерства здравоохранения Республики Беларусь от 08.07.2016 № 85.

42. Постановление Министерства здравоохранения РБ от 30 декабря 2014г. №120 «Об утверждении Санитарных норм и правил «Требования к организациям, осуществляющим строительную деятельность, и организациям по производству строительных материалов, изделий и конструкций»

43. «Правила обеспечения промышленной безопасности грузоподъемных кранов», утвержденные Постановлением МЧС РБ от 15.05.2015 №23

44. ГОСТ 12.1.030-81 «Электробезопасность. Защитное заземление, зануление»

45. ГОСТ 23118-2012 «Конструкции стальные строительные. Общие технические условия»

46. ГОСТ 3242-79 «Соединения сварные. Методы контроля качества»

47. ГОСТ 5264-80 «Ручная дуговая сварка. Соединения сварные. Основные типы, конструктивные элементы и размеры»;

48. ГОСТ 10922-2012 «Арматурные и закладные изделия, их сварные, вязанные и механические соединения для железобетонных конструкций. Общие технические условия»;

49. ГОСТ 10180-2012 «Бетоны. Методы определения прочности по контрольным образцам»

50. ГОСТ 12730.5-84 «Бетоны. Методы определения водонепроницаемости»

51. ГОСТ 10060-2012 «Бетоны. Методы определения морозостойкости»

52. ППБ Беларуси 01-2014 «Правила пожарной безопасности Республики Беларусь»

53. ТКП 254-2010 «Пожарная безопасность атомных станций. Общие требования» утвержден постановлением МЧС от 10.08.2010 №39

54. ГОСТ 12.1.004-91 «ССБТ. Пожарная безопасность. Общие требования»

55. ГОСТ 12.1.046-2014 «ССБТ. Строительство. Нормы освещения строительных площадок»

56. ГОСТ 24258-88 «Средства подмащивания. Общие технические условия»

57. ГОСТ 28012-89 «Подмости передвижные сборно-разборные. Технические условия»

58. ГОСТ 12.4.026-2001 «Система стандартов безопасности труда. Цвета сигнальные, знаки безопасности и разметка сигнальная. Назначения и правила применения. Общие технические требования и характеристики. Методы испытаний. (с изменением №1)»

59. ГОСТ 12.4.059-89 «Система стандартов безопасности труда. Строительство. Ограждения предохранительные инвентарные. Общие технические условия»

60. РД 34.03.204-93 "Правила безопасности при работе с инструментом и приспособлениями

61. РД-11-06-2007 «Методические рекомендации о порядке разработки проектов производства работ грузоподъемными машинами и технологических карт погрузочно-разгрузочных работ»

62. РД-11-02-2006 «Требования к составу и порядку ведения исполнительной документации при строительстве, реконструкции, капитальном ремонте объектов капитального строительства и требования, предъявляемые к актам освидетельствования работ, конструкций, участков сетей инженерно-технического обеспечения»

63. РД-11-05-2007 «Порядок ведения общего и (или) специального журнала учета выполнения работ при строительстве, реконструкции, капитальном ремонте объектов капитального строительства»

64. СП 53-101-98 «Изготовление и контроль качества стальных строительных конструкций»

65. СП 46.13330.2012 актуализированная редакция СНиП 3.06.04-91 «Мосты и трубы»

66. ОПБ 88/97 от 14.11.1997г. «Общие положения обеспечения безопасности атомных станций» ПНАЭ Г-01-97(НП-001-97)

67. Закон РБ от 5 января 2016г. № 354-3 «О промышленной безопасности»

68. Закон РБ от 5 января 2004 г. №262-3 «О техническом нормировании и стандартизации»

69. Постановление Министерства по чрезвычайным ситуациям Республики Беларусь от 15 июля 2016 №37 «Об утверждении примерного положения об организации и осуществлении производственного контроля в области промышленной безопасности»

70. Закон РБ от 5 января 2004 г. №262-3 «О техническом нормировании и стандартизации»

71. 170-ФЗ Федеральный закон РФ «Об использовании атомной энергии»

72. СТО СРО-С 60542960 00005-2012 «Стандарт организации. Объекты использования атомной энергии. Разработка проектов производства работ. Общие требования»

73. СТО СРО-С 60542960 00002-2011 «Стандарт организации. Контроль качества строительных работ при строительстве ОИАЭ»

74. СТО СРО-С 60542960 00009-2010 «Порядок проведения строительного контроля при строительстве, реконструкции, капитальном ремонте объектов использования атомной энергии»

75. Серия 1.400-15 «Унифицированные закладные изделия железобетонных конструкций для крепления технологических коммуникаций»

76. ТП.ПТО.СТС.023.17 «Монтаж горизонтальных пучков канатов»

77. ТП.ПТО.СТС.024.17 «Формирование вертикальных пучков арматурных канатов»

78. ТП.ПТО.СТС.025.17 «Монтаж вертикальных пучков арматурных канатов»

79. ТП.ПТО.СТС.026.17 «Инъектирование горизонтальных пучков арматурных канатов»

80. ТП.ПТО.СТС.027.17 «Инъектирование вертикальных пучков арматурных канатов»

81. ТП.ПТО.СТС.028.17 «Монтаж блока резьбового анкерного и цапг С15»

82. ТП.ПТО.СТС.029.17 «Монтаж преобразователя деформации ВН15000»

83. ТП.ПТО.СТС.030.17 «Натяжение горизонтальных пучков арматурных канатов»

84. ТП.ПТО.СТС.031.17 «Натяжение вертикальных пучков арматурных канатов»

85. ТП.ПТО.СТС.032.17 «Монтаж защитного колпака на горизонтальные и вертикальные пучки СПЗО»

Научное издание

ЛЕОНОВИЧ Сергей Николаевич
ПЕРЕДКОВ Иван Иванович
СИДОРОВА Алина Игоревна

**ТЕХНОЛОГИЯ ПРЕДВАРИТЕЛЬНОГО НАПРЯЖЕНИЯ
ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ КОНСТРУКЦИЙ
В ПОСТРОЕЧНЫХ УСЛОВИЯХ**

Подписано в печать 16.11.2018. Формат 60×84 ¹/₁₆. Бумага офсетная. Ризография.
Усл. печ. л. 16.28. Уч.-изд. л. 12.73. Тираж 100. Заказ 953.

Издатель и полиграфическое исполнение: Белорусский национальный технический университет.
Свидетельство о государственной регистрации издателя, изготовителя, распространителя
печатных изданий № 1/173 от 12.02.2014. Пр. Независимости, 65. 220013, г. Минск.