

Технологии бетонирования откоса дамбы

1. Введение

Правительством РФ 30 июня 2001 г. была утверждена программа завершения строительства сооружений защиты г. Санкт-Петербурга от наводнений (далее КЗС).

Программа предусматривает до 2008 г. достройку существующих сооружений КЗС по всему напорному фронту (24,5 км) до состояния, обеспечивающего защиту города от наводнений при подъеме уровня воды в Финском заливе до 5 м, и позволит в дальнейшем завершить строительство КЗС в полном объеме, частично регулировать гидрологический режим Невской губы.

Готовность сооружений защитного комплекса по состоянию на 01.01.2005 г. составляла 65% от полного проекта. В целом строительство выполняется со значительным отставанием, основной причиной которого является недофинансирование. Строительство КЗС осуществляется с 1979 г., определенная по проекту 1979 г. сметная стоимость строительства составляла 1214 млн. руб. Первоначально намеченный срок строительства КЗС превышен более чем вдвое, что привело к значительному удорожанию работ.

Все это требует рассмотрения возможности применения новых технологий работ.

2. Ход выполнения работ

Следует отметить, что работы в настоящее время ведутся на достаточно высоком техническом уровне. Ход выполнения работ покажем на примере дамбы Д-11.

Перед отсыпкой проектных профилей производится выемка некачественного грунта с вывозкой в отвал. Отсыпка качественных насыпей и обратных фильтров выполняется в соответствии с типовыми технологическими картами. Отсыпка производится послойно, толщина слоев не более 0,5 м. При планировке слоя производится подрезка существующей насыпи, слой отсыпается с запасом для уплотнения откоса, после укатки слоя производится отбор проб. После отсыпки до проектных отметок непрофильные объемы срезаются при планировке откосов.

Первый этап строительства примыкания Дамбы Д-11 к В-6 включает:

- очистку территории строительства от строительного мусора, бетонного лома, кустарника, уборку растительного грунта;

- выемку некачественного грунта в зоне отсыпки горной массы;

- устройство защитного банкета из горной массы на отметке 1,25 м с ВБ.

Второй этап включает:

- устройство защитного банкета из горной массы на отметке 3,0 м с ВБ,

- выемку некачественного грунта в зоне песка и обратных фильтров,

- досыпку песчаных откосов дамбы до проектного профиля в ПК 241+55 – 243+30;

- устройство слоев обратных фильтров из ПГГ и щебня [3].

Третий этап включает бетонные работы. Бетонные сооружения при строительстве примыкания Д-11 к В-6 состоят из двух основных конструкций: железобетонных плит на откосе с заложением 1:4 и толщиной 0,25 м (различной конфигурации в плане) и подпорных стенок.

Защитный банкет из горной массы отсыпается поэтапно по мере подготовки зон укладки после выемки некачественного грунта. Перед отсыпкой производится геодезическая съемка и комиссионное освидетельствование для получения разрешения на отсыпку.

Доставка бетона производится автосамосвалами Камаз-55111, укладка бетона - бульдозером ДЗ-42, перед отвалом которого обязательно сохраняется валик из нераспланированного бетона, защищающий арматуру от смещения.

В качестве опалубки на верхних отметках карт бетонирования применяется железобетонная плита с облицованной металлом гранью, эта же плита служит опорной площадкой для заезда бульдозера и разгрузки автосамосвалов. В нижней части блока бетонирования (внешняя стенка зуба) применяется деревянная опалубка. Ширина блоков – 6,2 м. Длина блоков определяется длиной откоса. Разравнивание бетона непосредственно возле опалубки производится вручную. Уплотнение бетона выполняется специальной виброрейкой, направляющими для которой являются тавровые балки деформационных швов. Перемещение виброрейки выполняется вручную [2]. Уход за уложенным бетоном производится в соответствии со СНиП.

Подпорные стенки бетонируются в специальной кассетной металлической опалубке.

Армирование выполняется по месту, отдельными стержнями. Бетонирование производится в один ярус. Установка опалубки, подача бетона и разопалубливание выполняется краном КС-5363. В применяемой опалубке за контролем уплотнения бетона в пяте подпорной стенки предусмотрены специальные люки. Уплотнение бетона производится глубинными вибраторами типа ИВ-47 [1].

3. Предложения по улучшению строительных работ

Для ускорения сроков строительства, повышения качества и долговечности работ, минимизации затрат и трудоемкости можно предложить рассмотреть возможность применения следующих вариантов новых технологий:

3.1. Армирование полипропиленовыми сетками

В цементной массе на разных стадиях затвердевания образуются трещины и приобретают со временем излом. Возможность решения этой проблемы с помощью сеток и решеток. Это решетка/сетка, заменяющая металлические сетки, является эффективной защитой от образования трещин во всех смесях, которые имеют естественную усадку: песок содержащие, ангидриды, кальций, гипс, и т.п. Сетки для армирования бетона инертны по отношению к химическим элементам, содержащимся в бетоне, и достаточно гибки, чтобы легко подходить под любой контур базовой структуры.

Сетки с ячейками прямоугольной формы, изготовленные из полипропилена в процессе специального процесса экструзии и ориентации волокон в двух направлениях для придания сетке высокой прочности в сочетании с гибкостью. Это придает решетке следующие качества: она легкая и гибкая, имеет исключительный предел прочности на разрыв, не ржавеет, эластична и проста в использовании, химически инертна, имеет повышенный модуль эластичности, у нее большая геометрическая стабильность, снижает трудозатраты.

Решетка подходит для бетонирования крутых склонов. Поскольку при использовании бетонный раствор распространяется более равномерно, применение этой решетки делает строительство или ремонт площадей очень быстрой операцией, осуществляемой за один раз. Она же может быть использована и для укрепления грунта.

Укладка сетки очень упрощена: легкие, гибкие сетки могут быть разрезаны, согнуты и адаптированы согласно необходимой геометрической форме. Успешно прошла использование в условиях повышенной агрессивной среды (морской, дорожной, промышленной): восстановление стен, мостов, новых каналов канализаций, водоканалов, некоторые работы со сборными строительными панелями.

Сетки устанавливаются намного быстрее, а, следовательно, намного дешевле, чем, как обычно, электросварные сетки.

3.2. Армирование синтетической фиброй

За последние десять лет технология добавления фибры в бетон завоевала огромную популярность. Не только технические и материаловедческие дисциплины, предлагающие использовать фибру в бетоне, но и производители и специалисты свидетельствуют об успехе бетона, армированного фиброй на месте.

Репутация надежна: фибра уменьшает растрескивание при усадке. Использование бетона, армированного фиброй, восходит к строительству Римского Колизея, тем не менее, потребовалось несколько лет на проведение серьезных исследований, чтобы сделать эту технологию широко распространенной.

В современной бетонной промышленности фибра может быть разделена на две большие группы: стальная и синтетическая.

Стальная фибра имеет очень специфическое применение и, как правило, не используется в обычных бетонных плитах, дорожных покрытиях, полах. Она добавляется в бетон в случае, если требуется высокая прочность на удар. Фибра бывает различных размеров и конфигураций. Наиболее распространена волнообразная фибра длиной 40 - 50 мм и диаметром около одного мм. Дозировка фибры на кубический метр колеблется от 15 до 45 кг.

Синтетическая фибра изготавливается из полипропилена, нейлона или стекловолокна. Полипропиленовая и нейлоновая фибра, как правило, оказывается более удобной для бетонщиков при выполнении бетонных работ. Нейлоновая и полипропиленовая фибра применяется все более широко.

Синтетическая фибра, как и стальная, бывает различных форм и размеров. Она различается такими характеристиками, как длина (тонкость), количество волокон (число отдельных волокон на единицу площади) и предел прочности при растяжении (устойчивость к растяжению). Большинство производителей бетона и их заказчиков отдают предпочтение различным типам фибры.

Свежезамешанный бетон претерпевает целый ряд различных химических превращений. Химический процесс перехода бетона из жидкого (пластичного) состояния в твердое сопровождается выделением тепла. Хотя это тепло и важно для увеличения прочности на ранней стадии, оно также может оказывать отрицательное воздействие на бетон и быть причиной его расширения. По мере того как бетон отвердевает, достигается максимум температуры. Достигнув экстремума, бетон начинает медленно остывать. При этом он сжимается или дает усадку. Такое изменение объема может создать напряжения в бетоне, которые могут привести к термическому растрескиванию. Образуя связующую основу, фибра помогает избежать этого эффекта.

Пластическое образование усадочных трещин отличается от термического растрескивания тем, что оно больше связано с влажностью, чем с внутренней теплотой. Погодные условия могут высушить поверхность бетона еще до того, как будет достигнуто начальное состояние отвердевания. При этом внутри бетон может сохранять свою пластичность, в то время как его поверхность может оказаться полностью обезвоженной. Чрезмерная потеря влаги на поверхности может привести к эффекту ложного схватывания и усадке. Сходство между термическим растрескиванием и пластическим образованием усадочных трещин заключается в том, что оба этих эффекта вызваны изменением объема бетона. Различие же заключается в причинах, вызывающих это изменение.

Армирование фиброй, в большинстве случаев, не должно рассматриваться как альтернатива стальному армированию. Армирование фиброй, однако, должно рассматриваться как мероприятие, которое может существенно снизить возможность пластического образования усадочных трещин и может помочь минимизировать эффекты от термического растрескивания. Трещины на поверхности бетона способствуют проникновению воды и химикатов. Многие формы химического и физического разрушений могут начать своё наступление через поверхностные трещины, что отразится на износоустойчивости и сроке службы бетона. Использование армирования бетона фиброй является экономичным подходом, минимизирующим пластическое образование усадочных трещин, уменьшающим термическое растрескивание и увеличивающим износоустойчивость бетона.

3.3. *Транспортирование бетонной смеси с помощью автобетоносмесителей*

Как было отмечено выше в настоящее время транспортировка осуществляется автосамосвалами.

В зависимости от местных условий транспортирование бетонных смесей может осуществляться с использованием самосвалов, бетоновозов, но наилучшим способом транспортирования бетонной смеси является использование автобетоносмесителей с вместимостью барабана 3- 12 м³.

На БРУ в барабан бетоносмесителя загружается сухая бетонная смесь. За 10- 15 мин до прибытия транспорта на место в барабан подается вода и включается механизм перемешивания. На месте смесь выгружается в результате вращения барабана в обратную сторону. После окончания работы барабан промывают, а из шлама вырабатывают остаточный бетон.

Применение автобетоносмесителей позволяет увеличить расстояния перевозки бетонных смесей без снижения их качества. Стоимость перевозок смеси в автобетоносмесителях на 10 - 15% ниже, чем при перевозке самосвалами. Перевозка бетонной смеси в контейнерах также менее эффективна, чем перевозка бетоносмесителями, и широко не применяется.

Доставленную на объект бетонную смесь можно выгружать непосредственно в конструкцию или перегружать в промежуточные емкости для последующей подачи на место бетонирования.

3.4. 6) *Подача бетонной смеси с помощью бетононасосов*

Все большее распространение получает трубопроводный способ подачи бетонной смеси к месту укладки с помощью винтовых, роторных бетононасосов, и особенно насосов с маслогидравлическим приводом.

Принцип работы такого насоса заключается в том, что при движении поршней бетонная смесь поочередно поступает в один из двух цилиндров и подается в бетоновод: когда один поршень «всасывает» смесь из приемного бункера, другой нагнетает ее в бетоновод. Этот принцип используется в бетононасосах, распределительных мачтах, автобетононасосах и другом современном оборудовании.

Также подача или нагнетание под опалубку бетонной смеси можно производить с помощью специального шприца. [4]

3.5. 7) *Избавление от арматурной сетки за счет увеличение толщины укладываемого слоя бетона*

Со временем укладка во всё большей мере будет вестись не на стальную арматуру, а непосредственно на подложку из щебня. При этом избавление от дорогостоящей арматурной сетки будет происходить за счёт увеличения толщины укладываемого слоя бетона до 0,5-0,6 м. А чтобы бетонное покрытие по мере затвердевания не трескалось, будут применяться как близкие к идеальным бетонные смеси с соответствующими добавками, так и самая совершенная техника с вибрацией выкладываемого бетона в опалубке, которая, например, формирует не опадающий прямой угол в кромке. А для этого требуется жёсткий бетон с устойчивым при проверке проседания конусом.

Бетоноукладчики со скользящей опалубкой для устройства монолитных профилей бордюров (с радиусом до 610 мм) и водосточных лотков, разделительных барьеров и мостовых парапетов, пешеходных и велосипедных дорожек, а также для укладки плоского цементобетонного покрытия - это универсальные высокопроизводительные машины. Они обеспечивают однопроходное профилирование основания с одновременной укладкой бетонного профиля, что обеспечивает высокую точность и производительность в работе.



Из всего довольно многочисленного семейства универсальных бетоноукладчиков производства Gomaco Corporation Inc. на рынке РФ, в первую очередь, позиционируется модель Commander III.

Наиболее продаваемый в мире бетоноукладчик Commander III отличается более высоким, максимально возможным на сегодня качеством готового продукта, будь-то плоское покрытие шириной до 6 м, дорожный разделительный барьер или какой-либо другой монолитный профиль сложной конфигурации. Он незаменим при работе на объектах, требующих максимально разнообразных вариантов применений - от простых элементов инженерного обустройства дорог до строительства ирригационных сооружений (откосов и дна) из бетона. «Коммандер» прост в эксплуатации и удобен в управлении на всех этапах, от настройки машины и перемещения с объекта на объект на трейлере до непосредственной укладки бетона и ТО.

Практически в комплектации всех выпускаемых нынче моделей машин Gomaco входит мощная микропроцессорная система G21, которая позволяет, например, вместо копирных струн, натянутых с помощью лебёдки, обычно закрепляемой на земляном основании, использовать по маршруту перемещения бескопирную технологию укладки бетона. В её основе - представление маршрута и порядка укладки в памяти бортового компьютера в виде трёхмерного пространства признаков, и строгое выдерживание заданных уклонов с помощью лазерной тахеометрии (см. «СТ», № 3, 2006 г., с. 88-93). Благодаря G21 используются кнопочное рулевое управление всеми управляемыми гусеницами и следящая система выдерживания заданного курса посредством «интеллектуальных» гидроцилиндров. При автоматическом выдерживании заданных высотных отметок и курса, а также во время работы по бескопирной технологии программное обеспечение микропроцессорной системы обеспечивает стабилизацию рамы машины в пространстве.

Отметим также наличие на «Коммандер» широко распространившегося на все модели Gomaco качающегося выравнивающего рабочего органа Auto-Float, внешне похожего на лыжу или доску для виндсёрфинга шириной 216 мм и длиной 3660 мм, обеспечивающего окончательную отделку поверхности свежеложенного слоя бетонного покрытия. Подошва выравнивающего рабочего органа имеет пружинную подвеску, что исключает влияние на процесс выравнивания массы основной рамы. Причём на этот выравнивающий рабочий орган, совершающий, кроме всего прочего, и вибрационные колебания с частотой до 46 Гц, можно установить водяную распылительную систему с секционной трубой и распыляющими соплами, размещёнными на расстоянии 305 мм друг от друга.

При необходимости выравнивающую лыжу можно сразу же установить не вдоль, а под углом до 45° к продольной оси машины. Хотя дополнительные шарниры между опорными рычагами и подошвой выравнивающего органа позволяют поворачивать последнюю относительно продольной оси бетоноукладчика. Скорость поперечного возвратно-поступательного движения каретки с выравнивающей лыжей можно бесступенчато регулировать в пределах от 0 до 19,81 м/мин. Скорость поперечного перемещения каретки, частоту колебаний подошвы выравнивающего органа и время задержки каретки на каждом боковом конце рамы регулируют с помощью отдельного гидрораспределителя.



Auto-Float предназначен также для окончательной отделки бетонных покрытий с поперечными уклонами.

В частности, к отдельному классу механизмов относятся распределители-перегрузчики бетонной смеси и других материалов производства той же компании Gомасо на ширину распределения до 15,2 м. Они рассчитаны для работы как с самосвалами, так и автобетоносмесителями на различных объектах, в том числе требующих применения стальных армокаркасов. Сохранение непрерывного движения бетоноукладчика - важное условие для достижения наивысшего качества работ и высокой производительности при укладке бетонного покрытия с использованием скользящей опалубки. Поэтому распределитель бетонной смеси нужно рассматривать как составную часть бетоноукладывающего комплекта.

Собственно говоря, такой распределитель представляет собой упрощенную конструкцию двухгусеничного бетоноукладчика, главными рабочими органами которого являются распределительный винтовой механизм и перегрузочный конвейер (7,62 x 1,52 м у модели PS-2600) с высотой подъема секции до 4,27 м. Привод ленты от 6-цилиндрового двигателя Caterpillar 3126 В (171,6 кВт при 2200 мин-1) гидрообъемный. А главным элементом конвейера является гидравлически управляемый отражатель. Он «под руководством» оператора изменяет поток бетонной смеси, поступающей с ленты конвейера в место укладки основания - поперёк укладываемой полосы.



Заметим, что новым здесь является автоматическая регулировка скорости движения машины в зависимости от внешнего сопротивления на фрезе. Да имеется управление скоростью движения передней и задней конвейерных лент, а также направлением переброски сфрезерованного материала и цементобетонной смеси задней лентой. Имеется также лыжа для задания продольного профиля, которая установлена на двух резиновых опорных колёсах. Она перемещается по поверхности ранее спрофилированной полосы и задаёт требуемый продольный профиль основания.

Большую роль в подготовке бетонного покрытия проезжей части мостов, плоских и наклонных поверхностей, включая разделительные барьеры, играют вальцевые (цилиндрические) финишеры. Их основным рабочим органом является подвешенная на раме конструкция с установленными там двумя винтами (шнеками) диаметром 254 мм и

длиной 356 мм, плавающей выглаживающей плитой размером 635 x 559 мм и двумя выглаживающими вальцами диаметром 254 мм и длиной 1219 мм. Рабочий орган подвешен на раме посредством поворотной каретки, позволяющей ему вращаться на угол 360°.

И, наконец, в бетоноукладочные комплекты входит машина для образования шероховатости на поверхности покрытия и распределения плёнообразующих материалов. Щётка для нанесения шероховатости установлена на каретке, которая совершает поперечные движения на всю ширину свежеложенного бетонного покрытия. Скорость каретки можно бесступенчато регулировать от 0 до 58,5 м/мин. В конце каждого хода каретка автоматически поворачивается для продолжения процесса нанесения полос шероховатости в обратную сторону. Регулируя давление щётки на поверхность свежеложенного покрытия, изменяют глубину борозд шероховатости, а значит, и степень адгезии для накладываемого сверху слоя. [5]

3.6. Совершенствование опалубки

8) Совершенствование конструкции кассетной опалубки по виду материалов и их массе, например, использовать алюминий и др.

9) Использование модульной опалубки

Специалисты «БиК» одними из первых в России (в 1995 году) сумели оценить достоинства модульной опалубки и создали собственную линию по ее производству с использованием технологии норвежской фирмы Malthus.

Опалубка - это многоразовая (до 100 циклов использования), устойчивая к динамическим воздействиям, универсальная литейная форма для различных бетонных конструкций. Разные конструкции предъявляют разные требования к опалубкам - поэтому предлагаются рациональные системы опалубки для самых разных элементов зданий: это фундаменты, круглые и прямоугольные колонны, балочные и плоские перекрытия, стены нормальной высоты, круглые стены, фасады, а также мосты, набережные и многое другое.

Малый вес и продуманная система крепежа позволяет двоим рабочим собирать за смену до 150 кв.м опалубки. Крепеж для соединения отдельных модулей предельно прост и удобен в работе, поэтому сборку опалубки можно освоить без какого-либо специального обучения.

Прочная, герметичная, устойчивая опалубка обеспечивает точность геометрических размеров монолитных конструкций, может быстро собираться и разбираться и дает возможность проводить строительные работы быстро, качественно и с наименьшими затратами. Подача и укладка бетонной смеси в опалубку осуществляется с помощью бетононасосов, обеспечивающих равномерное распределение бетонной смеси.

Плотную, прочную, морозостойкую и водонепроницаемую структуру фундаментов гарантирует качественное послойное уплотнение глубинными игольчатыми вибраторами. Рабочая поверхность опалубок обрабатывается высокоэффективными смазками, которые способствуют уменьшению пористости и улучшению качества бетонной поверхности. [6]

4. Заключение

Предложенные варианты могут оказаться более конкурентноспособными с применяемыми на данный момент в строительстве решениями.

5. Библиографический список:

1. Проект производства работ по строительству примыкания Дамбы Д-11 к водопропускному сооружению В-6 (КЗС),
2. СНиП 3. 01. 01 – 85 «Организация строительного производства», Москва, 1985 г.
3. СНиП 3. 02. 01 – 87 «Земляные сооружения, основания и фундаменты» Москва, 2001 г.
4. Соколов Г.К. Транспортирование бетонных сетей. Режим доступа [<http://www.maxios.ru/lib/techn/techn0123.shtml>] 02.05.2007 г.]

5. Белозерский В. Бетонные профили из-под скользящей опалубки. Режим доступа [<http://www.lonmadi.ru/s-gomaco-01.phtml> 02.05.2007 г.]
6. ПСГ «БиК» Общестроительные работы любые услуги по "нулевому" циклу. Режим доступа [<http://www.bik.spb.ru/xprod-ost.php3> 02.05.2007 г.]