Установка для бетонирования торкретированием с подачей сухой смеси состоит из цемент-пушки непрерывного действия серии С-320 производительностью сухой смеси 1,5 м³/ч или серии С-702 и С-630А производительностью 3 и 4 м³/ч с соплом и системой шлангов, компрессора ДК-9 или ЗИФ-55, растворомешалки серии С-220 со скиповым подъемником объемом. 80—150 л, передвижной электростанции АСМД-7 мощностью 30 кВт. Для бетонирования установкой «Пневмобетон» используется то же оборудование, что и при подаче сухой смеси, за исключением цемент-пушки, вместо которой применяются растворонасосы С-263 подачей 3 м³/ч или С-317А подачей 6 м³/ч.

При бетонировании цемент-пушкой смешение сухой смеси цемента (марка не ниже 500) и песка осуществляется в растворомешалке в течение 3—4 мин, затем смесь подается в бункер цемент-пушки, откуда под давлением воздуха по шлангу подается в сопло, где смешивается с водой. Количество воды регулирует торкретчик по внешнему виду наносимого раствора. Образовавшийся раствор с большой скоростью вылетает из сопла и покрывает поверхность трубопровода. При торкретировании сопло направляется перпендикулярно к поверхности с удалением от нее на 0,8—1,2 м. Для получения наибольшей плотности бетона и наименьшего отскока смеси давление в компрессоре поддерживается постоянным и равным 3,5—4 кгс/см².

Для повышения прочности бетонное покрытие армируют сварными рулонными сетками из стальной проволоки диаметром 3—4 мм с размером ячеек 50×50 или 100×100 мм или металлическими плетеными сетками заводского изготовления из проволоки диаметром 2,5 мм с ячейками 25×25 мм.

Плетеную сетку наматывают спиралью на поверхность трубы с рулонов. Места соприкосновения смежных витков спирали, а также последующего рулона с предыдущим соединяют вязальной проволокой.

Арматурную сетку наматывают на изолированный трубопровод на специальные подкладки высотой 20—25 мм. После монтажа арматуры поверхность трубопровода очищают струей сжатого воздуха и увлажняют для лучшего сцепления с бетоном.

Бетонное покрытие наносят слоями толщиной 15—20 мм в несколько этапов: сначала первый слой на боковые поверхности трубопровода, затем на верхнюю часть трубы. После схватывания первого слоя наносят последующие боковые и верхние слои толщиной 20—30 мм до получения проектной толщины. После отвердения верхней половины покрытия плеть переворачивают для нанесения слоя раствора на нижнюю часть трубы. При расчетной толщине бетонного покрытия более 70 мм на затвердевший бетон устанавливают второй ряд арматурной сетки. Бетонирование выполняют до получения проектной толщины аналогично монтажу первого ряда сетки. Через 2 ч после окончания бетонирования поверхность трубы накрывают обер-

точной бумагой, рогожей или мешковиной. В сухую погоду покрытие поливают водой в течение 7 дней не реже 2 раз при температуре до 15° С и 3—4 раза — при температуре 20—30° С. В течение 5—7 суток бетон набирает необходимую прочность, после чего плеть трубопровода готова к укладке.

Нанесение железобетонного покрытия с использованием навесной опалубки

Навесная опалубка разработана ЭКБ по железобетону Миннефтегазстроя и предназначена для бетонирования трубопроводов диаметром 377—1220 мм. Она состоит из двух разъемных стальных форм-оболочек, шарнирно соединенных в верхней части на продольном несущем опорном элементе (рис. 9.5). Опалубка опирается через опорные обрезиненные башмаки непосредственно на изоляцию трубопровода или специальные упоры (опоры) для установки на ранее бетонированные участки. Для установки на трубу опалубку поднимают краном за крюки, разъемные формы на шарнирах раскрываются, затем формы плавно опускают на трубопровод, нижние края полуформ стягиваются болтами. Бетон укладывают через загрузочный люк, расположенный в верхней части опалубки и уплотняют глубинными дисковыми вибраторами. С увеличением толщины бетонного покрытия повышается жесткость трубопровода, что значительно увеличивает объем земляных работ при профилировании подводного перехода. Поэтому для уменьшения жесткости бетонированных трубопроводов в бетонном покрытии предусматриваются кольцевые разрезы (рис. 9.6).

Для бетонирования трубопровод укладывают на опоры (лежки), на участках, свободных от опор, устанавливают опалубку, опирающуюся на изоляцию трубопровода через обрезиненные башмаки. Затем переставляют лежки под бетонированные участки трубопровода и устанавливают опалубку в промежутках между бетонированными участками, для этого обрезиненные башмаки откатывают и опалубка опирается специальными упорами на бетон соседних участков. Бетонирование трубопровода выполняется бригадой, состоящей из двух звеньев. Первое звено устанавливает арматурную сетку, выполняет чистку, смазку, монтаж и разборку опалубки и перестановку опор, второе звено укладывает бетон в опалубку и осуществляет уход за ним.

Вибропрокатный способ нанесения бетонного покрытия

Это способ разработан во ВНИИГ им. Б. Е. Веденеева. С помощью вибропрокатной машины можно наносить покрытие толщиной 6—8 см на секцию вращающихся труб любого диаметра на длину 30—40 м по всей окружности. Покрытие получается плотным и устойчивым. Схема установки вибропро-