

меньше прогиба для шарнирной схемы. При дальнейшем развитии пластических деформаций прогибы жестко и шарнирно закрепленной балки сближаются. С увеличением жесткости балки эффект уменьшения распора и максимального прогиба возрастает.

Изменение угла поворота опор для жестко защемленной балки оказывает существенное влияние на ее напряженно-деформированное состояние в упруго-пластической стадии работы.

Выполняемые исследования позволят дать в дальнейшем конкретные рекомендации по оптимальному использованию стальных балок с распором в несущих конструкциях промышленных зданий.

1. Бубнов И.Г. Труды по теории пластин. – М.: Гостехиздат, 1953.

2. Беленький Л.М. Расчет судовых конструкций в пластической стадии. – Л.: Судостроение, 1983. – 448 с.

3. Ершов Н.Ф. Упруго-пластический расчет пластин с распором // Прикладная механика. – 1963. – №6.

4. Шимановский В.Н., Соколов А.А. Расчет висячих конструкций за пределом упругости – К.: Будівельник, 1975. – 104 с.

5. Пічугін С.Ф., Бібік М.В. Розрахунок сталевих елементів покриття із залишковими прогинами // Будівництво та техногенна безпека: Зб. наук. праць. Вип.6. – Сімферополь, 2002. – С.188-190.

6. Биби́к Н.В. Определение внутренних усилий при расчете внецентренно нагруженных элементов конструкций из материала с протяженной площадкой текучести // Ресурсоєкономні матеріали, конструкції, будівлі та споруди: Зб. наук. праць. Вип.5. – Рівне, 2001. – С.133-138.

Получено 20.12.2002

УДК 693.54.022.5

Н.П.ВОДОВОЗОВ, канд. техн. наук, В.Л.ЗАЙЦЕВ

ВАТ "Південспецбуд", м.Харків

М.Г.ДЮЖЕНКО, д-р техн. наук

Харківська державна академія міського господарства

ЩОДО СТАБІЛІЗАЦІЇ І ПРОДОВЖЕННЯ ЖИТТЄВОГО ЦИКЛУ МІСЬКОГО ЖИТЛОВОГО ФОНДУ – ПЕРШИЙ ДОСВІД САНАЦІЇ ТРУБОПРОВІДІВ СИСТЕМИ ВОДОПОСТАЧАННЯ м.ХАРКОВА

Розглядаються результати першого досвіду санації водоводу Харківської системи водопостачання у виконанні спеціалістів з Німеччини. Дається порівняння зарубіжної технології з вітчизняними розробками. Обґрунтовується перевага вітчизняних розробок перед зарубіжними.

В Україні склалася надзвичайна ситуація в галузі водопостачання, де значна частина трубопроводів (понад 70 тис. км) побудована свого часу із застосуванням сталевих труб. Головним їх недоліком є те, що вони піддаються корозії та заростанню, а це призводить до зменшення

їхньої пропускної спроможності у зв'язку зі збільшенням гідравлічного опору сталевих труб у деяких випадках в 2-2,5 рази і більше [1].

Загальна кількість трубопроводів, уражених корозією і заростанням, становить понад 60%. Це стосується і водоводів Харківської системи водопостачання, з яких 20% потребують заміни або негайної санації.

Зважаючи на те, що виконання такого обсягу робіт можливе тільки за умови переходу до інтенсивних технологій ремонту та відновлення трубопроводів, що мають ґрунтуватися на вітчизняних розробках, аналогічних іноземним, а то й кращих за них, у Харківській державній академії міського господарства в співдружності з ВАТ "Південспецбуд" розроблено технологію і технологічне обладнання для швидкісного проведення облицювальних робіт. Їхньою кінцевою метою є створення захисного шару торкрету на внутрішній поверхні сталевих трубопроводів великих діаметрів, що нанесений "сухим" способом торкретування. Але для переходу від теоретичної розробки та ескізного проекту до промислового зразка треба витратити ще багато часу і коштів на розробку робочої документації, виготовлення експериментально-промислового зразка та його доведення, що при сучасному стані виробництва та браку коштів може тривати невизначений період часу.

Вважаючи невідкладною організацію впровадження робіт з відновлення пошкоджених трубопроводів, керівництво Харківської системи водопостачання разом з представниками виконавчих організацій ухвалили скористатись зарубіжним досвідом санації, розробленим у Німеччині. Ця система санації, технологічна схема якої подана на рис.1, аналогічна системі, створеній у ХДАМГ. На відміну від неї в німецькому варіанті замість "сухого" застосовано спосіб "мокрого" торкретування. Згідно з цим способом цементно-піщана суміш пластичної консистенції, підготовлена у розчиномішалці, зблокованій з розчинонасосом високого тиску, від місця приготування до місця виконання робіт транспортується шлангом суцільним потоком і потрапляє до витратного бункера відцентрової облицювальної машини (як, наприклад, [2]). З бункера суміш переміщується шнеком уздовж центральної труби машини. Наприкінці труби крізь поздовжні щілини суміш витискується назовні і потрапляє на лопаті металника, що з великою швидкістю обертається навколо труби. Під дією відцентрових сил, розсіюючись на дрібні гранули, суміш відкидається до стінки труби, що облицюється. При зіткненні зі стінкою внаслідок непружного удару гранули деформуються, витрачаючи на це свій запас кінетичної енергії і під впливом міжмолекулярних сил та сил адгезії зчеплюються між собою та із стінкою труби, створюючи на ній захисний шар дріб-

нозернистого бетону завтовшки 7-9 мм.

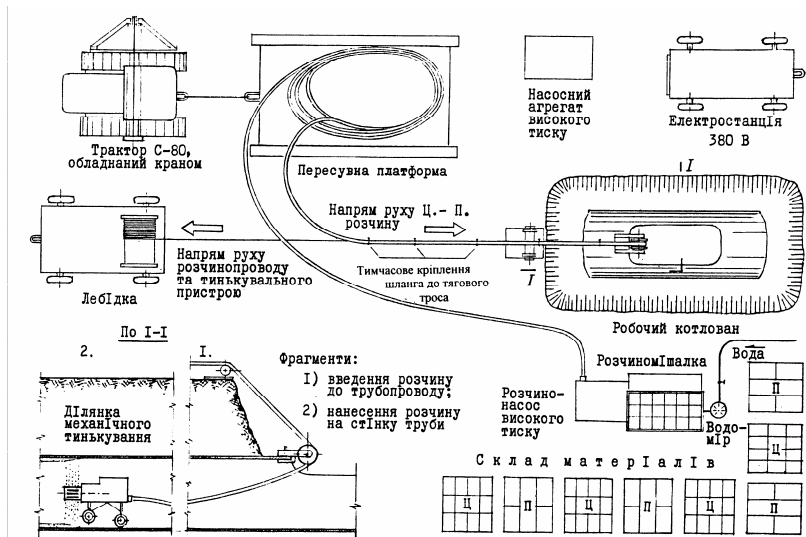


Рис.1

Якою б привабливою, на перший погляд, не здавалась щойно продемонстрована технологія відновлення пошкоджених трубопроводів із застосуванням способу "мокрого" торкретування, ретельно відпрацьована німецькими спеціалістами на своєму виготовленому у Німеччині технологічному обладнанні, вона не є оптимальною і їй притаманні суттєві недоліки. Вони стають особливо очевидними при порівнянні цієї технології з вищевказаною вітчизняною науково-технічною розробкою, в основу якої також покладено метод торкретування, але за "сухим" способом нанесення захисного шару бетону. Технологічна схема цієї технології зображена на рис.2.

Порівнювати почнемо з розгляду підготовчих операцій, тобто з приготування цементно-піщаного розчину. За німецьким варіантом для спрощення операції дозування сухі компоненти суміші доставляють на дільницю, де готується розчин, у паперових мішках, розфасованих: цементу (Ц) – по 25 кг, піску (П) – по 50 кг. Мішки транспортують складеними на піддонах у пакети, під плівкою, вагою по 1,5 т. Пакети вивантажують і складають поряд з розчиномішалкою. Для приготування розчину у співвідношенні Ц : П = 1 : 1 на один заміс у корито розчиномішалки завантажують 150 кг цементу (6 мішків) і 150 кг піску (3 мішки). До цієї суміші додають воду в кількості 53 л. При

У перерахуванні на 1 км трубопроводу об'єм втрат розчину досягає $V_{\text{втр}} = 0,31 \cdot 1000 / 120 = 2,583 \text{ м}^3/\text{км}$. При цьому втрати цементу згідно з прийнятим складом цементно-піщаної суміші становлять

$$Ц_{\text{втр}} = 2,583 \cdot 0,95 \approx 2,454 \text{ т/км.}$$

Окрім матеріальних втрат, при застосуванні технології "мокрого" торкретування ще маємо втрати робочого часу на додаткові операції, властиві виключно цьому способу, а саме завдяки необхідності виконувати промивання та очищення шлангу і обладнання одразу після закінчення торкретних робіт на черговій захватці. Ці операції виконує бригада у складі 10 осіб за 1,5 год. Отже, втрати робочого часу становлять $1,5 \cdot 10 = 15 \text{ люд.}\cdot\text{год}$, що на 1 км трубопроводу складає $15 \cdot 1000 / 120 = 125 \text{ люд.}\cdot\text{год}$, або 15,6 люд.·змін (за умови, що тривалість робочого дня дорівнює 8 год).

Порівнюючи ці показники з показниками вітчизняної розробки, треба зауважити, що з переходом на "сухе" торкретування вищезазначених втрат не буває, бо шлангом транспортується не розчин, а "суха" суміш компонентів у турбулентному потоці повітря. Для очистки шлангу достатньо декількох хвилин (продування струменем повітря).

Для нанесення захисного шару з наперед заданими показниками якості, як це показано в [3], склад цементно-піщаної суміші беруть $Ц : П = 1 : 2$ (і навіть $1 : 3$ залежно від якості цементу і заповнювача). Це дозволяє значно зменшити витрати цементу. До того ж використовують матеріали тільки вітчизняного виробництва, що дуже важливо, бо санацію вже тепер треба розпочинати в масштабі всієї України.

Основним елементом виробництва є захисний шар бетону. В процесі "мокрого" торкретування цей шар наносять з використанням готового цементно-піщаного розчину, який розбризкується метальником, що обертається з частотою 1-1,5 тис. об./хв. При радіусі метальника $r_m = 0,1 \text{ м}$ швидкість руху часток, що розсіюються, дорівнює колівій швидкості метальника, а саме

$$V_{\text{окр}} = \pi \cdot r_m \cdot n / 30 \text{ м/с.}$$

Після підстановки зазначених параметрів і обчислення маємо: $V_{\text{окр}}$ становить 10-15 м/с. З такою швидкістю нанесений шар за своїми показниками відповідатиме показникам звичайної цементно-піщаної штукатурки, як це докладно викладено в монографії відомих німецьких спеціалістів з питань торкретування[4]. Намет, що в даному разі утворюється, може бути високоякісним, але за своєю міцністю та іншими фізико-механічними властивостями він не перевищить, а буде навіть нижче властивостей торкрету, подібного за своїм складом до складу розчину, що готується для "мокрого" процесу, але з контакт-

ною, характерною тільки для "сухого" торкретування структурою. Така структура створюється лише за умови, що в момент її формування швидкість руху часток цементно-піщаної суміші становить 60-70 м/с і навіть більше [5]. До того ж водоцементне відношення торкрету складає у даному разі 0,28-0,32 (залежно від показника нормальної густини цементного тіста) [3].

Отже, при нанесенні торкрету "сухим" способом набризку існує значний резерв, що дозволяє зменшити витрати цементу ще на стадії підготовки "сухої" цементно-піщаної суміші. Тоді якість покриття цілком відповідатиме вимогам, що ставляться при застосуванні цементно-піщаного розчину пластичної консистенції, а витрати цементу скорочуються у 1,5-2 рази, тобто замість 950 кг/м^3 , як це беруть у даному разі, витрати цементу можна скоротити до $600\text{-}700 \text{ кг/м}^3$.

Щодо технологічного обладнання, то при використанні технології "мокрого" торкретування його треба купувати за кордоном. Вартість одного комплекту коштує близько 1 млн. умовн. од. Попередні розрахунки свідчать, що таких комплектів треба дуже багато, а їхнє придбання при сучасному фінансовому стані держави нереальне. Альтернативою є застосування "сухого" торкретування з використанням вітчизняної техніки або її придбання в країнах близького зарубіжжя. Так, обладнання для "сухого" торкретування випускалось ще в колишньому Союзі, наприклад, на Московському заводі будівельних машин. В Україні така техніка виготовляється на Ірпінському машинобудівному заводі. Існують також зарубіжні фірми, що випускають подібну техніку за помірними цінами, наприклад, широко відомий концерн Sika (Швейцарія).

Українські науковці мають відповідний досвід з підготовки кадрів для торкретних робіт на високому рівні якості. Так, у 2001 р. за ініціативою фірми "Альпсервіс" (м.Харків) були організовані курси з підготовки висококваліфікованих фахівців-торкретників, які працюють сьогодні на різних об'єктах України, де виконують ремонтні та інші роботи з використанням методу торкретування.

1.Сомов М.А. Водопроводные системы и сооружения. – М.: Стройиздат, 1988. – 398 с.

2.Белецкий Б.Ф. Технология прокладки трубопроводов и коллекторов различного назначения. – М.: Стройиздат, 1992. – 336 с.

3.Водозовов Н.П. и др. Оптимизация торкретных работ на объектах водоканализационного строительства // Коммунальное хозяйство городов: Науч.-техн. сб. Вып. 15. – К.: Техніка, 1998. – С.14-24.

4.Брукс Г., Линдер Р., Руфферт Г. Торкрет-бетон, торкрет-цемент, торкретштукатурка. – М.: Стройиздат, 1985. – 205 с.

5.Глужке П.И. Торкрет и его применение в гидротехнике. – М.-Л.: Госстройиздат, 1933. – 104 с.

Отримано 18.12.2002

УДК 624.152.61

А.И.МЕНЕЙЛЮК, д-р техн. наук

Одесская государственная академия строительства и архитектуры

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ВИБРОНАГНЕТАТЕЛЬНОЙ ТЕХНОЛОГИИ ДЛЯ БЕТОНИРОВАНИЯ ПОД СЛОЕМ ГЛИНИСТОГО РАСТВОРА

Приводится опыт вибронагнетательной технологии бетонирования в траншеях под слоем глинистого раствора при возведении подпорной стенки на морском побережье г.Одессы. Для этого использовано разработанное автором оборудование.

Строительство частного коттеджа на морском побережье в г.Одессе сопровождалось берегоукрепительными работами. Для этого была сооружена подпорная стенка длиной 110 м (рис.1). При устройстве заглубленной части этой стенки использовали разработанные автором вибронагнетательную технологию бетонирования и технологию возведения стен в грунте с улучшенными деформативными характеристиками. Укладку и уплотнение бетонных смесей выполняли с использованием разработанных нами устройств. Одно из них состояло из бетонолитной трубы и двух жестко закрепленных вибраторов дебалансного типа (рис.2). Так были забетонированы три первые захватки. Для повышения эффективности работы устройства и степени уплотнения бетонной смеси использовали результаты теоретических исследований автора и расчетов, выполненных по составленной программе на ПК. Поэтому в устройстве для бетонирования последующих захваток вибраторы были закрыты плоскими стальными плитами. Площадь пластин была подобрана в соответствии с результатами расчетов. Ширина стальных пластин составила 540 мм, высота виброизлучателя – 600 мм. В качестве вибровозбудителей использовали два глубинных дебалансных вибратора повышенной мощности – 2,2 кВт. Вибраторы подключали таким образом, чтобы устройство излучало направленные колебания. Для этого направление вращения дебалансов вибраторов должно быть противоположным, а скорости их вращения одинаковыми. Устройство устанавливали в траншею таким образом, чтобы колебания были направлены вдоль оси траншеи. Схема размещения оборудования в траншее и конструкция устройства для бетонирования показаны на рис.3.

Оптимизация площади виброизлучателя и использование вибраторов повышенной мощности позволили получить высокую степень