

Уваров П. Є., Шпарбер М. Є.

ПІДВИЩЕННЯ НАДІЙНОСТІ І ТЕХНОЛОГІЧНОСТІ ПРОКЛАДКИ ЗОВНІШНІХ ТРУБОПРОВІДНИХ МЕРЕЖ

Розглянуто системний підхід до вирішення проблеми забезпечення якості будівельної продукції. Виділено фактори, що впливають на якість будівельних робіт. Розроблено структуру елемента бездефектності при проектуванні і виробництві робіт. Запропоновано організаційно-технологічна модель бездефектного виробництва будівельно-монтажних робіт.

Ключові слова: прокладання трубопроводів, бездефектна технологія, кваліметричне забезпечення, модель

Існуючий ринок будівельних робіт в якості найважливішого критерію вибору проектних та підрядних організацій передбачає якість виконаних робіт та гарантії експлуатаційної надійності зведених споруд.

У цих умовах необхідна розробка організаційно-технологічних рішень, засобів механізації та контролю якості, що дозволяють своєчасно виявляти і усувати дефекти як в процесі виробництва будівельних робіт при зведенні, ремонті та реконструкції об'єктів, так і при експлуатації об'єктів.

Весь комплекс зазначених питань входить до складу кваліметричного забезпечення будівельних робіт, а шляхи їх вирішення передбачені в цій статті.

Постановка проблеми. Аналіз дозволив виділити три основні групи причин низької якості будівництва - економічні, організаційно-технологічні та метрологічні.

Однією з основних економічних причин є відсутність "ціни якості" будівельної продукції, тобто в залежності вартості будівництва (реконструкції) від їх якості, що характеризується експлуатаційною надійністю зведених і реконструйованих об'єктів.

Одним з можливих шляхів ув'язки економічних інтересів всіх учасників інвестиційного процесу є значне збільшення гарантійного терміну на зведені об'єкти і виконані роботи. Гарантування якості на тривалий термін експлуатації монет бути підставою для підвищення договірної ціни за виконані роботи, що і склало б "ціну якості". Для цього необхідно покращити методику оцінки якості зведених (реконструюємих, експлуатуємих) об'єктів, так як існуючі методики оцінюють якість тільки окремих робіт і конструкцій. Методика повинна комплексно враховувати динаміку розвитку дефектної структури об'єктів, систему виявлення і усунення дефектів на систематичній основі.

Існуюча організаційно-технологічна структура будівельних робіт побудована на припущенні, що витрати всіх видів ресурсів на контроль якості та усунення виявлених дефектів є незначними і не роблять істотного впливу на економічні показники будівництва, реконструкції або експлуатації об'єкта. Разом з тим, фактичні дані про відмови при випробуваннях і здачі нововведених, не кажучи про реконструкцію та експлуатацію об'єктів свідчать про те, що зазначені витрати значимо впливають на економічні показники. Організаційно-технологічні рішення, які розглядають дефекти, як рідкісні події, не містять, як правило, рекомендацій щодо застосування ефективних методів контролю і усунення дефектів в процесі виробництва робіт.

Одним з резервів поліпшення якості та експлуатаційної надійності об'єктів є розробка варіантних організаційно-технологічних рішень, як критерій вибору яких, поряд з економічними показниками, були б результати контролю.

Як показав аналіз вітчизняної і зарубіжної літератури та досвіду будівельних організацій, найважливішою умовою забезпечення якості будівельно-монтажних робіт і зведених об'єктів є оснащення будівельних організацій, органів будівельного контролю й служб замовника необхідної номенклатурою засобів контролю та створення відсутніх засобів контролю, що забезпечують контроль будівельних робіт в процесі їх виробництва.

Ефективність застосування тих чи інших засобів контролю багато в чому залежить від пристосованості об'єкта до визначення його кількісних параметрів, тобто від контролепридатності об'єкту. Особливо важливо дослідження і забезпечення контролепридатності об'єктів при проведенні технічної діагностики, в процесі їх експлуатації.

Мета роботи. Практика показала потребу в створенні систем будівельно-експлуатаційного контролю об'єктів, що забезпечують контроль якості в процесі їх зведення і технічну діагностику в процесі експлуатації [1]. Особливо важливим є створення таких систем для конструктивно-технологічних рішень, що належать до прихованих, зокрема для робіт з улаштування основ, гідроізоляційних робіт та ін. Зазначені системи дозволили б здійснювати постійний нагляд за станом об'єктів і прогнозувати їх можливі відмови.

Основні матеріали досліджень. Запропонована організаційно-технологічна модель кваліметричного забезпечення будівельних робіт заснована на розгляді, поряд з основними технологічними операціями, операцій контролю якості та усунення дефектів.

Стосовно до будівельних робіт по ремонту та реконструкції об'єктів контроль проводиться також і при оцінці технічного стану об'єкта, що підлягає ремонту або реконструкції [2], [3].

За характером здійснення контролю можна виділити два основні варіанти кваліметричного забезпечення будівельних робіт.

Перший, коли необхідно здійснювати суцільний контроль всіх елементів виконаного обсягу робіт, і другий, коли можлива якості на основі вибіркового контролю з використанням статистичних методів. До першого варіанту відносяться, наприклад, гідровипробування трубопроводів, коли якість робіт визначається якістю кожного елемента.

До другого варіанту належить, наприклад, оцінка якості пошарового ущільнення ґрунтів, коли проводиться контроль вибірково по площі шару, що ущільнюється. Оцінка якості ущільнення проводиться статистично на основі вибірки за критерієм відповідності вимогам ДБН та проекту.

При будь-який з розглянутих схем виробництва робіт обов'язковим є елемент бездефектності, який структурно є орієнтованим графом V , ребра r_i^k якого адекватно відповідають операціям усунення виявлених дефектів. Ребра r_i^1 відповідають додатковому виробництву робіт (наприклад, демонтаж дефектної труби, розкарбування стику, зняття покрівельного покриття, демонтаж колони та ін.). Ребра r_i^2 відповідають роботам по виправленню дефектів (монтаж якісної труби, зачеканення стику, монтаж якісної колони і т.д.). Ребра r_i^3 відповідають контрольно-випробувальним роботам. На практиці можуть зустрічатися варіанти з $k > 3$ (рис.1).

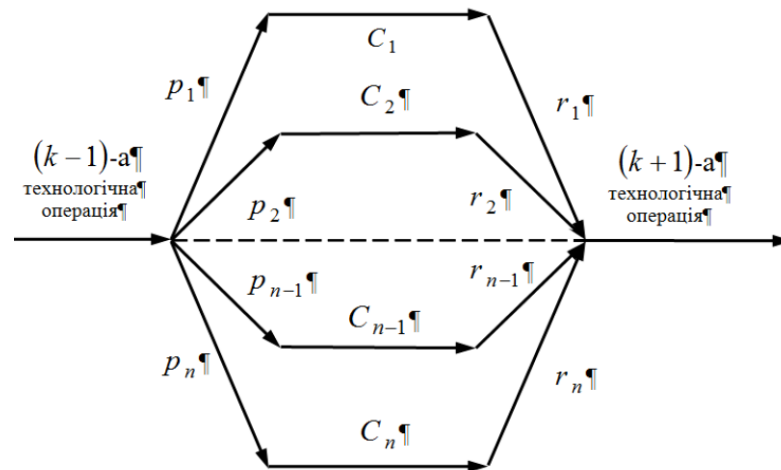


Рис 1. Загальна структура елемента бездефектності

Ребра r_i^k мають певну вагу, чисельно рівний ймовірності виникнення певного типу дефекту p_i . Априорної оцінкою в цьому випадку є величина, отримана при статистичній обробці дефектної структури раніше виконаних робіт.

Ребрам r_i^k відповідають вартісні показники C_i^k витрат по виробництву відповідних робіт, а також показники трудовитрат τ_i^k . Знаючи C_i^k та τ_i^k можна оцінити повну ланку, тобто :

$$C = \sum_k C_i^k \quad \text{та} \quad T = \sum_k \tau_i^k. \quad (1)$$

Введення елемента бездефектності в процес проектування виробництва будівельних робіт дозволяє априорі визначити потребу в додаткових матеріально-технічних ресурсах і засобах механізації.

При цьому представляється можливість на рівні проектування виконання робіт передбачити потребу в додаткових ресурсах.

Як показує практика проектування, будівництва та експлуатації об'єктів, за винятком випадків явного браку, низька експлуатаційна надійність визначається тим, що застосовуються конструктивно-технологічні рішення мають низькі показники контролепридатності при виробництві робіт й особливо, при експлуатації об'єктів. Найпростіший приклад – безканалні теплопроводи. Після засипки траншеї безканалні теплопроводи стають повністю " безконтрольними ", а їх ремонт пов'язаний з витратами, які можна порівняти з вартістю будівництва нової нитки теплопроводу.

Забезпечення контролепридатності конструктивно-технологічних рішень має починатися на стадії будівельного і технологічного проектування. На стадії проектування проводиться вибір і цілеспрямована зміна структури технологічного процесу, виходячи з вимог діагностування, тобто приведення вихідної структури будівельного процесу до контролепридатного виду шляхом дроблення процесу на окремі операції і доповнюючи його операціями контролю і виправлення дефектів. Найбільш простою та зручною моделлю для моделювання контролепридатності конструктивно-технологічних процесів в будівництві є логічна модель.

В роботі запропоновано аналіз контролепридатності на основі моделі у вигляді упорядкованого графу, зроблена оцінка показників контролепридатності.

Системи будівельно-експлуатаційного контролю повинні забезпечувати перевірку якості споруд при їх зведенні та прийомці, постійне спостереження за станом і прогноз можливої появи відмов (дефектів) в процесі експлуатації.

Система будівельно-експлуатаційного контролю в загальному випадку повинна включати первинні перетворювачі контрольованих параметрів, канал передачі інформації та підсистему збору, обробки та подання інформації.

Основними завданнями, які вимагають рішення при створенні систем будівельно-експлуатаційного контролю, є:

- виявлення характеру дефектів і прогнозування їх кількості в споруді у часі;
- вибір номенклатури і типу датчиків, чутливих до дефектів, а також їх дистанційне метрологічне забезпечення;
- забезпечення надійного каналу передачі інформації від датчиків до підсистеми її збору і обробки;
- оптимізація розміщення датчиків в споруді.

Для встановлення характеру зміни у часі кількості дефектів в споруді припустимо, що в момент часу t кількість дефектів становить $x(t)$, а в момент часу $t + \Delta t$ становить $x(t + \Delta t)$.

Нехай за час Δt утворилося N дефектів, а M з них виявлено та усунуто.

Тоді приріст числа дефектів Δx за час Δt буде дорівнювати:

$$\Delta x = x(t + \Delta t) - x(t) = N - M. \quad (2)$$

Кількість утворених дефектів залежить від величини проміжку Δt та від початкової кількості дефектів:

$$N = F(x, \Delta t),$$

де $F(x, \Delta t)$ – зростаюча функція своїх аргументів.

Для оцінки обмежимося першим членом розкладання в статичної ряд функції

Для оцінки обмежимося першим членом розкладання в степеневий ряд функції $N = F(x, \Delta t)$, а саме:

$$N = k_1 \cdot x \cdot \Delta t, \quad (3)$$

де k_1 – коефіцієнт пропорційності, що залежить від ряду факторів (прийняті конструктивно-технологічні рішення, якість матеріалів, якість робіт та ін.)

За аналогією приймаємо для процесу виявлення та усунення дефектів:

$$M = k_2 \cdot x \cdot \Delta t, \quad (4)$$

де k_2 – коефіцієнт пропорційності що залежить від ремонтпридатності споруди, технології і якості ремонтних робіт, якості матеріалів та ін.

Підставляючи (3) і (4) в співвідношення (2), отримуємо:

$$\Delta x = (k_1 - k_2) \cdot x \cdot \Delta t. \quad (5)$$

В реальних умовах величини x , N та M можуть приймати тільки цілочисельні значення, тобто функція $x(t)$ є дискретною. Однак, коли розглядаються контрольовані системи великі, а інтервал часу Δt нескінченно малий, то функцію $x(t)$ можна вважати кусково-безперервною та, як наслідок, диференціюємою

Після проведення перетворень та вирішення диференціального рівняння отримуємо співвідношення:

$$x(t) = x(t_0) e^{k(t-t_0)}. \quad (6)$$

З отриманої залежності випливає, що кількість дефектів через певний час після початку експлуатації залежить від початкової дефектності споруди й, по суті, від ефективності ремонтних робіт, що характеризується величиною коефіцієнта k в показнику експоненти.

Оцінку кількості дефектів D через проміжок часу t_1 після початку експлуатації споруди отримаємо, обчисливши визначений інтеграл:

$$D = \int_{t_0}^{t_1} x(t) dt = x(t_0) \int_{t_0}^{t_1} e^{k(t-t_0)} dt. \quad (7)$$

Після інтегрування одержуємо наступне співвідношення:

$$D = \frac{x(t_0)}{k} [e^{k(t_1-t_0)} - 1]. \quad (8)$$

Отримане співвідношення дозволяє оцінити, з одного боку, обсяг ремонтних робіт, необхідних для повного відновлення експлуатаційних властивостей споруди, а з іншого боку, використовується для оптимізації розташування датчиків у споруді.

Оцінити кількість дефектів $x(t_0)$ в момент здачі споруди в експлуатацію важко. Тому на практиці доцільно оцінювати зміну показника якості, характер якого в загальному випадку описується співвідношенням (8), але з протилежним знаком в показнику експоненти:

$$Q = Q_0 e^{-k(t-t_0)}, \quad (9)$$

де Q і Q_0 – показники якості в момент часу t та t_0 .

Витрати на усунення дефектів протягом гарантійного терміну можна оцінити по різниці показників якості Q та Q_z :

$$\Delta Q = Q_0 - Q_z = Q_0 [e^{-k(t_z-t_0)} - 1], \quad (10)$$

де ΔQ – зміна показника якості протягом гарантійного терміну;

Q_z – розрахункова зміна показника якості до кінця гарантійного терміну.

Для розрахунку підвищувального коефіцієнта до договірної ціни можна використовувати відсоток очікуваної зміни показника якості, тобто:

$$q = \frac{\Delta Q}{Q_0} = 1 - \frac{Q_z}{Q_0} = 1 - e^{-k(t_z-t_0)}. \quad (11)$$

Висока якість будівельно-монтажних робіт дозволяє значно збільшити гарантійний термін й, як наслідок, коефіцієнт q .

Висновки. Запропонована організаційно-технологічна модель дозволить врахувати весь комплекс питань щодо своєчасного діагностування та виявлення дефектів, забезпечення додатковими матеріальними і тимчасовими ресурсами та, головне, виконання робіт по виправленню дефектів. Таким чином, реалізація моделі може забезпечити бездефектне виробництво трубоукладальних робіт.

ЛІТЕРАТУРА

1. Организационно-технологическая модель бездефектного производства строительного-монтажных работ /Пазин В.В., Теплицкий А.Х.- Сб. Строительное производство, №31, Киев, 1991, с.65-70.
- 2.Меженский А.Н., Уваров П.Е. Обоснование надежности и технологичности внешних сетей водоснабжения и канализации при комплексном проектировании, управлении проектами и инженерном мониторинге: Навчальний посібник. – Луганськ: Вид-во СНУ ім. В.Даля, 2004 – 140 с.– ISBN 966-590-493-0
3. Уваров Е.П., Пазин В.В., Уваров П.Е. Расчет надежности жизненного цикла навесного специализированного оборудования для прокладки подземных трубопроводов (концептуально-методологический аспект)/ Уваров Е.П., Пазин В.В., Уваров П.Е.// Вісник Донбаської національної академії будівництва і архітектури. – 2009-6(80). – С. 33-43.
4. Тянь Р.Б., Уваров П.Е., Шпарбер, М.Е., и др. Системы технологий жизненного цикла инвестиционно-будівельної діяльності: Навчальний посібник. – Дніпропетровськ: Вид-во «Маковецький», 2010. – 344 с. –ISBN 978-966-1507-44-8

Reference

1. Organizatsionno-tehnologicheskaya model bezdefektnogo proizvodstva stroitelno-montazhnyih rabot /Pazin V.V., Teplitskiy A.H.- Sb. Stroitelnoe proizvodstvo, #31, Kiev, 1991, s.65-70.
- 2.Mezhenskiy A.N., Uvarov P.E. Obosnovanie nadezhnosti i tehnologichnosti vneshnih setey vodosnabzheniya i kanalizatsii pri kompleksnom proektirovanii, upravlenii proektami i inzhenernom monitoringe: Navchalniy posibnik. – Lugansk: Vid-vo SNU Im.. V.Dalya, 2004 – 140 s.– ISBN 966-590-493-0
3. Uvarov E.P., Pazin V.V., Uvarov P.E. Raschet nadezhnosti zhiznennogo tsikla navesnogo spetsializirovannogo oborudovaniya dlya prokladki podzemnyih truboprovodov (kontseptualno-metodologicheskii aspekt)/ Uvarov E.P., Pazin V.V., Uvarov P.E.// Visnik DonbaskoYi natsionalnoYi akademiyi budivnitstva i arhitekturi. – 2009-6(80). – S. 33-43.
4. Tyan R.B., Uvarov P.E., Shparber, M.E., i dr. Sistemi tehnologiy zhittEvogo tsiklu InvestitsIyno-budIVelnoYi dIyalnostI: Navchalniy posibnik. – DnIpropetrovsk: Vid-vo «Makovetskiy», 2010. – 344 s. –ISBN 978-966-1507-44-8

УВАРОВ П.Е, ШПАРБЕР М.Е.

ПОВЫШЕНИЕ НАДЕЖНОСТИ И ТЕХНОЛОГИЧНОСТИ ПРОКЛАДКИ ТРУБОПРОВОДНЫХ СЕТЕЙ

Рассмотрен системный подход к решению проблемы повышения качества строительной продукции. Выделены факторы, влияющие на качество строительных работ. Разработана структура элементов бездефектности при проектировании и производстве работ. Предложена организационно-технологическая модель бездефектного производства строительно-монтажных работ.

Ключевые слова: прокладка трубопроводов, бездефектная технология, квалиметрическое обеспечение, организационно-технологическая модель

P.UVAROV , M. SHPARBER

IMPROVING THE RELIABILITY AND TECHNOLOGY OF THE GASKET OF EXTERNAL PIPELINE NETWORKS

Considered a systematic approach to solving the problem of improving the quality of construction products. The factors affecting the quality of construction work are highlighted. The structure of defect-free elements in the design and production of works has been developed. An organizational and technological model of defect-free production of construction and installation works has been proposed.

Keywords: pipeline laying, defect-free technology, qualimetric support, organizational and technological model

Відомості про авторів:

Уваров П.Є. – канд. техн. наук, доцент кафедри будівництва, урбаністики та просторового планування Східноукраїнського національного університету імені Володимира Даля

Шпарбер М.Є. старший викладач кафедри будівництва, урбаністики та просторового планування Східноукраїнського національного університету імені Володимира Даля.