

Выводы. Проведенный анализ основных методов защиты подземных коммуникаций путем нанесения покрытий на внутреннюю поверхность трубопроводов дает основание сделать вывод, что рассмотренные методы позволяют значительно увеличить надежность и долговечность эксплуатации инженерных сетей. При выборе того или иного метода в каждом конкретном случае необходимо руководствоваться условиями производства работ, показателями агрессивности среды, а также экономическими критериями. Кроме того, эффективность защиты зависит от применяемых материалов. В данном контексте предпочтение должно отдаваться современным материалам, которые обладают оптимальным соотношением «цена – качество».

ЛИТЕРАТУРА:

1. Гончаренко Д.Ф. Эксплуатация, ремонт и восстановление сетей водоотведения: Монография. – Харьков: Консум, 2008. – 400 с.
2. Stein D. Instandhaltung von Kanalisationen. – Berlin: Ernst, 1998. – 940 s.
3. Орлов А.М. Защита строительных конструкций и технологического оборудования от коррозии: Справочник строителя. – М: Стройиздат, 1991. – 304 с.
4. Орлов В.А. Эксплуатация, реконструкция и строительство водопроводных и водоотводящих сетей с учетом экологического фактора // Строительство и архитектура, 1997. – Вып. 2. – С. 70.
5. Keinnow K., Pomeroy R. Corrosion Resistant Design of Sanitary Sewer Pipe. Presented at Session No. 48, ASCE Convention. Chicago Illinois, October, 1978. – 211 p.
6. Гончаренко Д.Ф., Бондаренко Д.А., Коваленко А.Н., Булгаков Ю.В. Преимущества применения базальтовых труб в подземных инженерных коммуникациях // Наук. вісник будівництва. – Харків: ХНУБА, ХОТВ АБУ, 2014. – Вип. 3 (77). – С. 77-82.

УДК 628.147.25

Гончаренко Д.Ф., Алейникова А.И.

Харьковский национальный университет строительства и архитектуры

МЕТОДИКА ВЫБОРА ПРИОРИТЕТНЫХ ФАКТОРОВ, ВЛИЯЮЩИХ НА ОПРЕДЕЛЕНИЕ СПОСОБА ПРОВЕДЕНИЯ РЕМОНТНО-ВОССТАНОВИТЕЛЬНЫХ РАБОТ НА СЕТЯХ ВОДОСНАБЖЕНИЯ

Введение. Текущая ситуация эксплуатации водопроводных сетей в режиме высокого технического состояния и аварийности диктует обслуживающим организациям водопроводного хозяйства свои условия в режиме ограниченных финансовых ресурсов [1]. Ввиду этого целесообразно принимать обоснованные решения относительно выбора предпочтительного способа восстановления изношенного трубопровода водоснабжения, основываясь на оценке факторов, влияющих на выбор способа проведения работ и опираясь на ресурсные возможности эксплуатационной организации.

Целью данного исследования является разработка методики выбора приоритетных факторов, влияющих на реконструкцию сетей водоснабжения с последующим выбором оптимального способа проведения ремонтно-восстановительных работ, основанная на экспертных оценках.

Результаты исследования. Для решения задачи принятия обоснованного решения относительно выбора предпочтительного способа восстановления изношенного трубопровода водоснабжения разработана методика, основанная на экспертных оценках. Были определены наиболее значимые по нашему мнению факторы, которые влияют на выбор способа проведения ремонтно-восстановительных работ, каждому из которых присвоено условное обозначение X1...X12 (табл. 1). К экспертному оцениванию необходимо было прибегнуть в связи с тем, что нет в достаточном количестве статистических данных по вопросу приоритетности влияния факторов на выбор способа восстановления, так как визуальное обследование трубопровода, как правило, невозможно без проведения земляных работ, что недопустимо при бестраншейном способе проведения работ.

Таблица 1 – Факторы, влияющие на выбор способа ремонта водораспределительной сети

№ п/п	Фактор
X1	Длина участка ремонта
X2	Глубина заложения трубопровода
X3	Материал изношенного трубопровода
X4	Место проведения работ
X5	Номинальный диаметр трубопровода
X6	Наличие подземных коммуникаций вблизи участка восстановления
X7	Наличие специального оборудования и механизмов для производства работ
X8	Условия проведения работ
X9	Ограждение зоны проведения работ, неудобство для населения
X10	Степень износа (в результате обследования)
X11	Свойства грунта, необходимость обеспечения водопонижения
X12	Необходимость значительно увеличить диаметр ремонтируемого трубопровода

Методика заключается в получении экспертных оценок в табличной форме по факторам, влияющих на выбор способа проведения работ, а также получение информации относительно приоритетности применения способов проведения ремонтно-восстановительных работ в зависимости от совокупности факторов.

Сущность первого этапа разработки методики, состоит в ранжировании факторов порядке возрастания или убывания какого-либо присущего им свойства. При ранжировании эксперт располагает фак-

торы в порядке, который ему представляется наиболее рациональным и приписывает ему ранги. При этом ранг №1 получает наиболее высокую степень значимости при выборе способа проведения реконструкции трубопровода, а ранг № N – наименьшее влияние. Следовательно, порядковая шкала, получаемая в результате ранжирования, должна удовлетворять условию равенства числа рангов «12» числу ранжируемых факторов «n». Далее была составлена сводная таблица рангов для всех экспертов группы (табл. 2).

Таблица 2 – Результаты опроса экспертов, входящих в состав группы

Фактор	Эксперт										Сумма
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
X1	3	4	3	4	5	5	4	3	4	5	40
X2	1	2	2	2	1	1	1	1	2	2	15
X3	11	9	8	10	7	8	10	10	11	12	96
X4	6	5	6	6	5	6	6	5	6	5	56
X5	12	11	12	12	10	10	10	10	11	12	110
X6	5	6	5	5	6	5	5	6	4	6	53
X7	2	1	1	2	2	2	3	2	3	1	18
X8	3	1	1	2	3	1	3	2	2	1	19
X9	7	8	9	7	8	9	7	7	8	8	78
X10	5	6	7	5	5	7	6	6	6	5	58
X11	8	9	7	9	8	7	7	8	9	10	82
X12	8	10	8	9	9	10	11	9	11	11	96
Сумма	71	72	69	73	69	71	72	69	77	78	

В связи с тем, что в некоторых случаях ранги, данные экспертами тому или иному оцениваемому фактору, совпадают, то была произведена стандартизация рангов [4,5]. Стандартизация является своего

рода масштабированием и цель её - обеспечить, чтобы сумма рангов, данных каждым экспертом, равнялась сумме членов натурального ряда от 1 до n (где n - число факторов влияния), которая рассчитывается по формуле:

$$R_{ij}^{stand} = \frac{R_{ij} \cdot D_{total}}{D_i}, \quad (1)$$

где R_{ij} – значение i -го ранга, j -го явления; R_{ij}^{stand} – стандартное значение i -го ранга, j -го явления; D_{total} – сумма членов ряда явлений.

Значение суммы рангов, назначенных i -ым экспертом всем факторам, определяется по формуле:

$$D_i = \sum_{j=1}^n R_{ij}, \quad (2)$$

Значение D_{total} определяется с помощью следующего соотношения:

$$D_{total} = n(n+1)/2, \quad (3)$$

где n – общее число факторов влияния.

После проведения стандартизации и подсчетов всех стандартизованных рангов образована таблица (табл.3).

Таблица 3 – Результаты опроса экспертов, входящих в состав группы

Фактор	Эксперт										Сумма
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
X1	3,3	4,3	3,4	4,3	5,6	5,5	4,3	3,4	4,1	5,0	43,2
X2	1,1	2,2	2,3	2,1	1,1	1,1	1,1	1,1	2,0	2,0	16,1
X3	13,1	9,8	9,0	10,7	7,9	8,8	10,8	11,3	11,1	12,0	104,5
X4	6,6	5,4	6,8	6,4	5,7	6,6	6,5	5,7	6,1	5,0	60,8
X5	13,2	11,9	13,6	12,8	11,3	11,0	10,8	11,3	11,1	12,0	119,0
X6	5,5	6,5	5,6	5,3	6,8	5,5	5,4	6,8	4,1	6,0	57,5
X7	2,2	1,1	1,1	2,1	2,3	2,2	3,3	2,3	3,0	1,0	20,6
X8	3,3	1,2	1,1	2,1	3,4	1,1	3,3	2,3	2,0	1,0	20,8
X9	7,7	8,7	10,2	7,5	9,0	9,9	7,6	7,9	8,1	8,0	84,6
X10	5,5	6,5	7,9	5,3	5,7	7,7	6,5	6,8	6,1	5,0	63
X11	8,8	9,8	7,9	9,6	9,0	7,7	7,6	9,0	9,1	10,0	88,5
X12	8,8	10,8	9,0	9,6	10,2	11,0	11,9	10,2	11,1	11,0	103,6
Сумма	78	78	78	78	78	78	78	78	78	78	

На втором этапе для определения согласованности экспертов применен коэффициент конкордации W , рассчитанный по формуле [4,5]:

$$W = \frac{12S}{m^2 \cdot (n^3 - n)} \quad (4)$$

где m – количество экспертов; n – число факторов; S – отклонение суммы квадратов значимости от средней квадратов значимости, которое определяется по следующей формуле [4,5]:

$$S = \sum_{i=1}^n (\sum_{j=1}^m R_{ij})^2 - \frac{(\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m R_{ij})^2}{n}, \quad (5)$$

В результате анализа таблицы стандартизованных рангов и проведенных расчетов получен коэффициент конкордации равный 0,828, что говорит о достаточно хорошей согласованности мнений в выбранной группе экспертов. На рис.1 представлена диаграмма суммарных рангов выбранных явлений.

Из полученной диаграммы можно сделать следующий вывод, что из отмеченных 12 факторов наиболее высокую степень влияния на выбор ремонтно-восстановительных работ имеют X2, X7, X8 (суммарный ранг этих явлений – минимальный). Основываясь на полученных данных были выбраны три наиболее значимых фактора: глубина заложения трубопровода, условия проведения работ, наличие специального оборудования и механизмов для производства работ. Каждому из выбранных факторов были присвоены соответствующие диапазоны значений (табл. 4). Соответственно каждому из значений применим предпочтительно закрытый или открытый способ восстановления трубопровода водоснабжения.

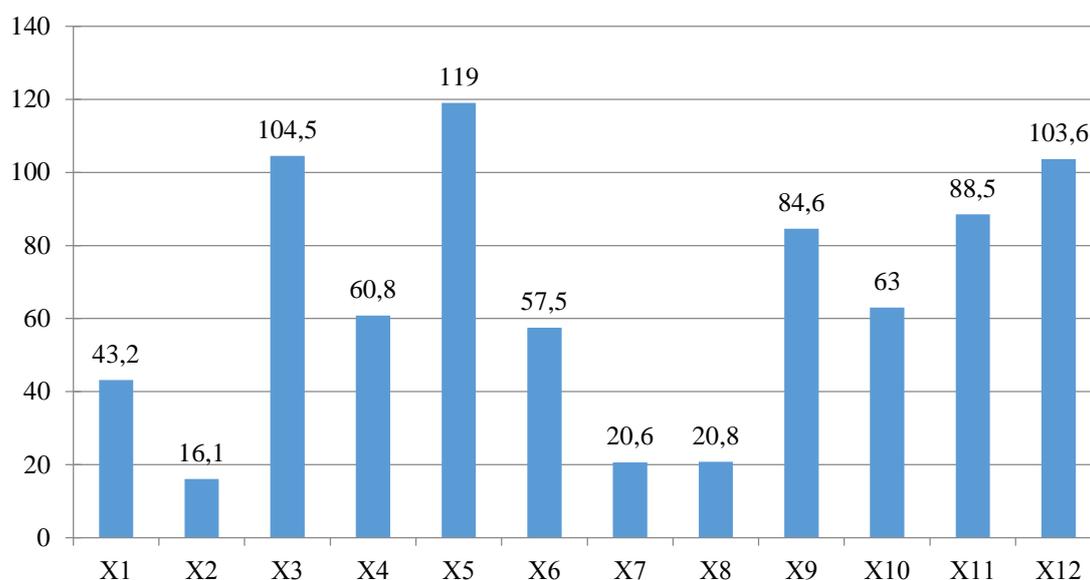


Рис. 1. Диаграмма суммарных рангов исследуемых факторов по результатам экспертного оценивания

Таблица 4 - Приоритетность применения открытого и закрытого способа восстановления

Обозначение	Фактор	Описание	Способ восстановления	
			Открытый	Закрытый
X2	Глубина заложения трубопровода	до 2 м	++	+
		от 2 до 4 м	+	+
		более 4 м	-	++
X7	Наличие специального оборудования и механизмов для производства работ	в наличии	-	++
		нет в наличии	++	-
X8	Условия проведения работ	плотная застройка	-	++
		отсутствие асфальтного покрытия	+	+
++ предпочтительный способ + подходящий способ - неподходящий способ				

Выводы. При выборе способа проведения восстановления сетей водоснабжения необходимо опираться на ряд факторов, которые соответствуют каждому отдельному участку сети. Разработанная методика позволяет определить значимость факторов, влияющих на реконструкцию сетей водоснабжения с последующим выбором оптимального способа проведения ремонтно-восстановительных работ. В дальнейшем планируется детально рассмотреть все факторы, чтобы выбор осуществлялся на основании всех критериев, оказывающих влияние на способ производства ремонтно-восстано-

вительных работ водовода.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Bohm, A. Betrieb, Instandhaltung und Erneuerung des Wasserrohrnetzes Vulkan-Verlag Essen, 1993. – 92 s.
2. Храменков СВ., Примин О.Г. Оценка надежности трубопроводов системы водоснабжения Москвы // Водоснабжение и санитарная техника (ВСТ). – 1998. – Вып. 7. – С. 6–9.
3. Храменков Г.В., Примин О.Г., Орлов В.А. Бестраншейные методы восстановления водопроводных и водоотводящих сетей. – М.: ТИМР, 2000. – 177 с.
4. Кафидов В.В. Исследование систем управления. – М.: Академический Проект, 2005. – 160с.

- Игнатъева А.В. Исследование систем управления. – М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2003. – 157 с.
- Технология ремонта и замена напорных трубопроводов // РОБТ.– 1998.– №1.– С. 23-29.
- Орлов В.А. Бестраншейная реконструкция и техническое обслуживание водопроводных и водоотводящих сетей: учеб.пособие. – М.: МГСУ, 1998.–64 с.
- Орлов В.А. Эксплуатация, реконструкция и строительство водопроводных и водоотводящих сетей с учетом экологического фактора // Строительство и архитектура, 1997. – Вып. 2. – С. 70
- Schleicht, H. Instandhaltung von Wasser-verteilungsanlagen // Jahresmagazine. – 2006. – №12. – S. 16–21.

УДК 69.057.5

Котляр Н.И., Рощина Н.М.

Харьковский национальный университет строительства и архитектуры

УСОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИИ ЗИМНЕГО БЕТОНИРОВАНИЯ ЖЕЛЕЗОБЕТОННЫХ МОНОЛИТНЫХ ПЛИТ ПЕРЕКРЫТИЯ

Одним из перспективных направлений в строительстве является возведение каркасно-монолитных зданий. Инновационные строительные технологии и применение современных материалов способствует качественному проведению работ по возведению несущих конструкций зданий при различных климатических условиях производства. Известно, что основные процессы технологии бетонирования железобетонных монолитных конструкций зданий характеризуются значительной трудоёмкостью и продолжительностью работ. Особенно это характерно возведению плит перекрытий в зимний период строительства (рис.1), когда среднесуточная температура достигает $+5^{\circ}\text{C}$, а суточная опускается ниже 0°C .



Рис. 1. Подготовка к возведению железобетонной монолитной плиты перекрытия в зимних условиях.

Следует отметить, что для прохождения реакции гидратации цемента оптимальной считается температура $18-20^{\circ}\text{C}$ [1,2]. Так, при нормальных условиях твердения 70% проектной прочности бетон набирает за 7 дней, а при температурах

близких к 0°C срок набора прочности может составлять более 4 недель (рис.2).

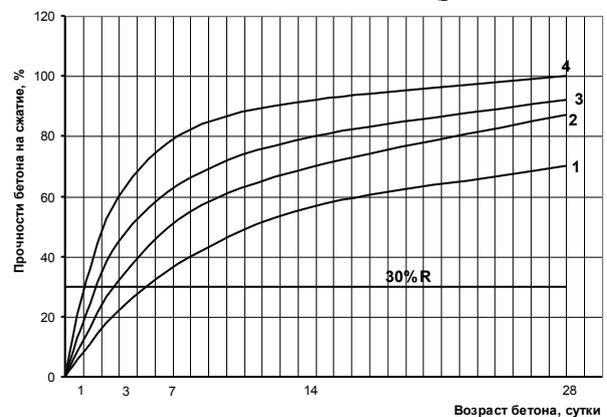


Рис.2 Динамика набора прочности бетона класса В30 при различных температурных режимах.

1- при $t=0^{\circ}\text{C}$; 2- при $t=+5^{\circ}\text{C}$; 3- при $t=+10^{\circ}\text{C}$; 4- при $t=+20^{\circ}\text{C}$; 30%R- критическая прочность бетона, принятая 30% от проектной для бетонов класса В30.

Проведенные исследования показали, что железобетонные монолитные конструкции, возводимые в экстремальных условиях, могут характеризоваться пониженными эксплуатационными характеристиками. Это, в первую очередь, объясняется тем, что реакция гидратации не прошла в полном объеме, а химически несвязанная вода затвердения превращается в лёд с увеличением в объёме до 9%. Такое приращение объёма способствует развитию сил внутреннего напряжения, что приводит к деструктивным изменениям в теле бетона, и способствуют снижению его физико-механических характеристик.