

- восстановление трубопроводов водоснабжения. - Х.: Раритеты Украины, 2015.- 263 с.
- Савйовский В.В., Болотских О.Н. Технология возведения зданий и сооружений / В.В. Савйовский, О.Н. Болотских. - Х.: Ватерпас, 1999. - 288 с.
 - Гончаренко Д.Ф., Коринько И. В. Ремонт и восстановление канализационных сетей и сооружений. -Х.: Рубикон, 1999. -368 с.
 - Stein D. Instandhaltung von Kanalisationen, 3. Auflage. - Berlin:Ernst &SohnVerlagErscheinungsdatum. - 1999. -960р.
 - Гончаренко Д.Ф., Карпенко Ю.В., Мее-рсдорф Е.И. Возведение многоэтажных каркасно-монолитных зданий. - К.: А+С, 2013. - 126 с.
 - KimS. Elliot. PrecastConcreteStructures. - Butterworth-Heinemann. - Oxford, UK.- 2002. -375р.
 - Абрамчук В. П. Подземные сооружения / В. П. Абрамчук, С. Н. Власов, В. Н. Мос-тков. - М.: ТА «Инжиниринг», 2005. - 464с.
 - Соловей Д. А. Современное состояние, тенденции возведения зданий и сооруже-ний в условиях городской застройки. Мі-стобудування та територіальне плану-вання. Наук.-техн. збірник. Вип.58. - К.: КНУБА, 2015. -С. 415-423.
 - Wikimapia [Электронный ресурс]. -Ре-жим доступа: <http://wikimapia.org/17951521/ru/Строящийся-торгово-офис-ный-центр-«Шар-в-кубе»>—Загл. с эк-рана.
 - ДБН А.3.1-5-2009. Організація будівель-ного виробництва. - К.: Мінрегіонбу-дУкраїни, 2011. - 61 с.
 - ДБН В.1.2-12-2008. СНББ. Будівництво в умовах ущільненої забудови. Вимоги без-пеки. -К.: МінрегіонбудУкраїни, 2008. - 36 с.
 - Businessrealty [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://br.mirkvartir.ua/print/news/3380> Загл. с экрана.

УДК 699.82

Шумаков И.В., Смачило В.В., Халина В.Ю.,

Харьковский национальный университет строительства и архитектуры

Фурсов Ю.В.,

Харьковский национальный университет городского хозяйства им. А.Н.Бекетова

К ВОПРОСУ ОБ ЭФФЕКТИВНОСТИ УСТРОЙСТВА ПОДЗЕМНОЙ ГИДРОИЗОЛЯЦИИ

Введение. Современные тенденции развития экономики Украины характеризуются затяжным кризисом во всех отраслях и сферах. Едва успев частично выйти из финансового кризиса 2008-2009 гг., национальная экономика под влиянием политической и социальной нестабильности, военных действий демонстрирует стремительное падение, начиная с конца 2013 г. Основываясь на данных национального банка Украины, падение ВВП страны за 2014 г. составило 7,5%, девальвация гривны достигла 100%, уровень потребительской инфляции вырос до 25%. В первом квартале 2015 г. указанные негативные тенденции только усилились, спровоцировав значительное обеднение населения, что негативно сказалось на потребительском спросе.

Кризисные явления существенно повлияли и на состояние строительной отрасли Украины. Базируясь на официальных данных Комитета статистики Украины в 2014 г. предприятиями страны выполнено строительно-монтажных работ на сумму 50,2 млрд. грн. Индекс строительной продукции в 2014 г. по сравнению с 2013 г. составил 78,3%. При этом наибольшее падение произошло в секторе нежилых зданий (64,4%) при небольшом росте объемов строительства жилья (101,8%). Новое строительство, реконструкция и техническое перевооружение составили 82,4% от общего объема выполненных работ, капитальный и текущий ремонты – 10,2% и 7,4% соответственно [1].

Анализируя состояние строительной отрасли Харьковского региона, следует

отметить аналогичную тенденцию. По данным Харьковского комитета статистики в 2014 г. предприятиями Харьковской области выполнено строительных работ на сумму 3824104 тыс. грн. Индекс строительной продукции в 2014 г. по сравнению с 2013 г. составил 89,1% [2, 3].

Реалии современной экономической ситуации требуют внедрения новых организационно-технологических решений, основанных на экономичных подходах путем обеспечения высокой надежности и долговечности эксплуатационных характеристик материалов, конструкций и технологий, минимизации затрат на ремонт и сокращения его периодичности.

Известна статистика, что 80% украинских застраиваемых территорий характеризуются сложными инженерно-геологическими условиями, процессы подтопления подземных частей зданий прогрессируют повсеместно, что ведет к снижению эксплуатационной надежности объектов. В настоящее время актуальной является задача создания долговечных и экономичных гидроизоляционных систем для защиты подземных конструкций. Исследования в данном направлении не учитывали влияние кризисных явлений, в них недостаточно внимания уделялось изучению известных способов гидроизоляции с использованием традиционных средств механизации и относительно недорогих строительных материалов [4, 5, 6].

Цель и задачи. Целью данного исследования является оценка экономической эффективности устройства подземной гидроизоляции различными способами.

Результаты исследования. В данном исследовании предложено оценивать эффективность различных решений гидроизоляции по известным технико-экономическим показателям затрат труда и стоимости. В связи с тем, что эффективность гидроизоляционных работ оценивается по степени долговечности защиты, то, по мнению авторов, целесообразность применения того или иного метода гидроизоляции следует рассчитывать не только исходя из единовременных затрат на ее устройство,

но также с учетом затрат на поддержание ее нормального эксплуатационного состояния.

Для этого приведем ориентировочный расчет срока эксплуатации гидроизоляции, выполненной методом мокрого торкретирования, толщиной 20 мм. Принимаем, что фронт воздействия воды на внешнюю открытую поверхность подземной части здания распределен по поверхности, ограниченной размерами (a) и (b).

Запишем закон изменения толщины при неравномерном износе по поверхности:

$$h(x_1, y_1, t) = h_0 - \varphi(t) \sin \frac{\frac{m\pi x}{a} \sin m\pi y}{b}, \quad (1)$$

где $\varphi(t)$ – закон изменения глубины проникновения воды.

Определим время намокания защитного слоя в центре поверхности при $x=a/2$, $y=b/2$ при следующих исходных данных: средняя толщина слоя 20 мм; характеристика безопасности при нормативном значении вероятности надежности (безопасной) работы гидроизоляционного слоя $P_n=0,9$; $\gamma_n=1,28$; коэффициент вариации толщины защитного слоя для конструкции, эксплуатируемой на открытом воздухе или в грунте $V_a=0,20$; математическое ожидание показателя скорости проникновения фронта воды $K_\epsilon=2,0$ мм/год^{1/2}; коэффициент вариации показателя скорости проникновения фронта воды $K_{\epsilon\epsilon}=0,15$. Учитывая характеристики безопасности:

$$\frac{a - \overline{K}_\epsilon \sqrt{T_{np}}}{\sqrt{(v_u a)^2 + v_{kl}^2 K_\epsilon^2 T_{np}}} \geq \gamma_n, \quad (2)$$

где a , v_u , K_ϵ , v – соответственно математическое ожидание и коэффициент вариации распределения защитного слоя гидроизоляции и случайной величины \overline{K} ; K_ϵ характеризует скорость процесса проникновения фронта воды и зависит от плотности наносимого слоя, наличия трещин, температуры, влажности воздуха и других условий эксплуатации.

Характеристика безопасности γ_n соответствует определенному значению

БУДІВНИЦТВО

заданной надежности P_n : $\gamma_n = 1,64$ для $P_n = 0,95$ и $\gamma_n = 1,28$ для $P_n = 0,9$. Из этих условий получаем значение расчетного срока службы наносимого гидроизоляционного защитного слоя, которое должно быть не менее нормативного значения T_n :

$$T_n = \frac{a^2}{K_e} \left(\frac{1 - \sqrt{(1 - \gamma_n^2 v_u^2)(1 - \gamma_n^2 v_{kl}^2)}}{1 - \gamma_n^2 v_{kl}^2} \right)^2, \quad (3)$$

Выполняем расчет с применением характеристики безопасности:

$$\begin{aligned} T_n &= \frac{20^2}{2^2} \left(\frac{1 - \sqrt{1 - (1 - 1,28^2 * 0,2^2)(1 - 1,28^2 * 0,15^2)}}{1 - 1,28^2 * 0,15^2} \right)^2 \\ &= \frac{20^2}{2^2} \left(\frac{1 - \sqrt{1 - 0,934 * 0,984}}{1 - 1,64 * 0,01} \right)^2 = \\ &= \frac{20^2}{2^2} \left(\frac{0,71563}{1 - 1,64 * 0,0983601} \right)^2 = \frac{20^2}{2^2} * 0,72757^2 \\ &= \frac{20^2}{2^2} * 0,5293 = 100 * 0,5293 = 52,9 \text{ года} \end{aligned}$$

Средний срок службы покрытия при $\gamma_n=0$ равен $T=20^2/2^2=100$ лет.

При расчете долговечности данного вида покрытия было получено среднее значение 53 года. Следовательно, затраты на ремонт и возобновление гидроизоляции значительно сокращаются, т.к. средние показатели безотказной эксплуатации гидроизоляции находятся в пределах 10 лет.

Необходимо рассмотреть два варианта устройства гидроизоляции. Первый – устройство штукатурной гидроизоляции цементно-песчаным раствором вручную, который будет приниматься за

базовый вариант, второй – устройство гидроизоляции мокрым торкретированием с использованием полипропиленовой фибры и добавки «Адинол-ДМ» [7, 8]. Составим локальную смету и сводный сметный расчет на выполнение указанных работ в расчете на 1000 м². Его результаты представлены в табл. 1.

Как видно из табл. 1, первоначальные затраты на устройство гидроизоляции выше в проектом варианте на 8,57 тыс. грн, при уменьшении трудоемкости и увеличении разрядности работ.

При принятии решения о выборе того или иного варианта устройства гидроизоляции помимо величины первоначальных затрат необходимо учитывать затраты в период эксплуатации, то есть затраты на проведение ремонтных работ, а также периодичность ремонта. Периодичность ремонтных работ гидроизоляции при сроке эксплуатации в 50 лет приведена в табл. 2.

Как видим, при устройстве штукатурной гидроизоляции цементно-песчаным раствором вручную, периодичность проведения ремонтов гидроизоляции составит каждые 10 лет, то есть 5 раз за эксплуатационный период. В предлагаемом варианте гидроизоляцию необходимо ремонтировать всего 2 раза за эксплуатационный период. Затраты на проведение ремонта в первом и втором случаях рассчитаны с помощью программы «Строительные технологии «СМЕТА» в соответствии [9–12], результаты расчетов представлены в табл. 3.

Таблица 1 – Сметная стоимость выполнения первоначальных строительных работ

Наименование	Штукатурная гидроизоляция цементно-песчаным раствором вручную	Гидроизоляция торкретированием с использованием полипропиленовой фибры и добавки «Адинол-ДМ»
Всего по сводному сметному расчету, тыс. грн	246,317	254,887
Сметная стоимость, тыс. грн	187,098	200,167
Сметная трудоемкость, тыс. чел.-ч.	3,402	2,353
Средний разряд работ	3,6	3,9
Сметная заработная плата, тыс. грн	70,982	52,120

Таблица 2 – Периодичность проведения ремонтных работ гидроизоляции

Годы эксплуатации	Штукатурная гидроизоляция цементно-песчаным раствором вручную	Гидроизоляция торкретированием с использованием полипропиленовой фибры и добавки «Адинол-ДМ»
10	+	-
20	+	+
30	+	-
40	+	+
50	+	-

Таблица 3 – Затраты на проведение ремонта

Наименование	Штукатурная гидроизоляция цементно-песчаным раствором вручную	Гидроизоляция торкретированием с использованием полипропиленовой фибры и добавки «Адинол-ДМ»
Всего по сводному сметному расчету, тыс. грн	182,363	201,040
Сметная стоимость, тыс. грн	133,951	156,270
Сметная трудоемкость, тыс. чел.-ч.	3,374	2,109
Средний разряд работ	3,6	3,20
Сметная заработная плата, тыс. грн	70,620	45,544

При оценке эффективности способа устройства изоляции необходимо исходить из совокупных затрат на ее устройство и эксплуатацию на протяжении всего эксплуатационного периода (50 лет).

Исходя из периодичности ремонта на протяжении срока эксплуатации, рассчитаем совокупные затраты на устройство и эксплуатацию гидроизоляции без учета изменения стоимости денег во времени по формуле:

$$Z_{\text{ОБЩ}} = Z_{\text{С}} + Z_{\text{ЭКСПЛ}} \rightarrow \min ,$$

где $Z_{\text{ОБЩ}}$ – совокупные затраты на строительство и эксплуатацию гидроизоляции без учета фактора времени, тыс. грн; $Z_{\text{С}}$ – затраты на строительство (устройство) гидроизоляции, тыс. грн; $Z_{\text{ЭКСПЛ}}$ – затраты на эксплуатацию гидроизоляции, которые включают стоимость всех необходимых ремонтов без учета фактора времени.

Очевидно, совокупные затраты должны стремиться к минимуму, следовательно, выбирается тот вариант устройства гидроизоляции, совокупные затраты по которому на устройство и эксплуатацию покрытия будут минимальны. Расчет на 1 м² по каждому из вариантов показал

следующие результаты: штукатурная гидроизоляция цементно-песчаным раствором вручную: 1158,132 грн/м²; гидроизоляция торкретированием с использованием полипропиленовой фибры и добавки «Адинол-ДМ»: 656,967 грн/м².

Экономический эффект будет представлять собой сокращение общих затрат в проектном варианте по сравнению с базисным, то есть экономию на затратах. Формула имеет вид:

$$\mathcal{E} = Z_{\text{ОБЩ}}^{\text{ПРОЕКТ}} - Z_{\text{ОБЩ}}^{\text{БАЗИС}} .$$

Экономия на 1 м² будет составлять 501,165 грн/м², т.е. около 40%.

При долгосрочных расчетах необходимо учитывать изменение стоимости денег во времени за счет инфляционных процессов. Для этого настоящую стоимость ремонтов необходимо привести к будущей стоимости путем использования коэффициента приведения (α), который рассчитывается по формуле $\alpha = (1 + r)^t$, где r – ставка приведения (25%); t – период, лет.

Совокупные затраты по проекту будут рассчитываться по формуле

$$Z_{\text{ОБЩ}} = Z_{\text{С}} + Z_{\text{ЭКСПЛ}} \times \alpha \rightarrow \min .$$

Экономический эффект будет выражен через экономию средств на устройство и эксплуатацию гидроизоляции и представляет собой разницу между совокупными затратами проектного и базисного вариантов и составит от 50 до 90%.

Выводы. Представленные результаты исследований убедительно доказывают превосходство эксплуатационных характеристик гидроизоляции способом мокрого торкретирования с использованием пропиленовой фибры и добавки «Адинол-ДМ», что подтверждают расчеты срока эксплуатации и экономическая эффективность внедрения данного способа.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Официальный сайт Государственного комитета статистики Украины [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.ukrstat.gov.ua>. – Загл. с экрана.
2. Официальный сайт Государственного комитета статистики Украины в Харьковской области [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://kh.ukrstat.gov.ua>. – Загл. с экрана.
3. Жван В.В. Зміна показників будівельної галузі на території Харківської області у 2014-2015 роках / В.В. Жван // Экономические проблемы и перспективы развития жилищно-коммунального хозяйства на современном этапе. – Харьков : ХНАГХ, 2015. – С. 113–114.
4. Стрижельчик Г. Г. Подтопление в населенных пунктах Харьковской области / Г. Г. Стрижельчик, Ю. П. Соколов, И. А. Гольдфельд и др.; под ред. В. Я. Шевчук. – Харьков, 2003. – 160 с.
5. Карапузов Е. Эксплуатационной эффективности систем гидроизоляции : автореф. дис. на соиск. уч. степени д-ра техн. наук : спец. 05.23.08 «Технология и организация промышленного и гражданского строительства» / Е. К. Карапузов. – Одесса : ОГАСА, 2013. – 26 с.
6. Зоценко Н. Л. Научно-технические проблемы строительства в сложных инженерно-геологических условиях / Н. Л. Зоценко, В. С. Шокарев, И. В. Матвеев и др. // Світ геотехніки: наук.-техн. журнал. – 2014. – № 2. – С. 16–20.
7. Волокно армуюче поліпропіленове (ВАП) : ТУ У 24.7-32781078-001:2006. – К., 2006. – 16 с. – (Технічні умови).
8. Добавки для бетонов и растворов: [Электронный ресурс]. – Copyright 2011 ISO-MAT. – Режим доступа: <http://isomat.eu/ru/2012-07-27-08-35-05.html> (15.03.13). – Загл. с экрана.
9. Сервис документов «Будстандарт» [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://online.budstandart.com>. – Загл. с экрана.
10. Правила визначення вартості будівництва: ДСТУ Б Д.1.1-1:2013. – [Чинний від 2014–01–01]. – К.: Мінрегіонбуд України, 2013. – 88 с. – (Національний стандарт України).
11. Настанова щодо визначення прямих витрат у вартості будівництва : ДСТУ-Н Б Д.1.1-2:2013. – [Чинний від 2014–01–01]. – К.: Мінрегіонбуд України, 2013. – 21 с. – (Національний стандарт України).
12. Настанова щодо визначення загальнови-робничих і адміністративних витрат у вартості будівництва: ДСТУ-Н Б Д.1.1-3:2013. – [Чинний від 2014–01–01]. – К.: Мінрегіонбуд України, 2013. – 36 с. – (Національний стандарт України).

УДК 625.07

Аринушкина Е. А., Жданюк В. К.

Харьковский национальный автомобильно-дорожный университет

УКРЕПЛЕННЫЕ ЦЕМЕНТОМ ЩЕБЕНОЧНО-ПЕСЧАНЫЕ СМЕСИ ДЛЯ СТРОИТЕЛЬСТВА ДОРОЖНЫХ ОДЕЖД АВТОМОБИЛЬНЫХ ДОРОГ

На автомобільних дорогах України спостерігається стійка тенденція зрос-

тання інтенсивності руху транспортних засобів та величини навантажень, які сприй-