

Результаты испытаний комплексного материала «Силор-Ультра» в качестве радонозащитного покрытия

С.А. Кургуз

*ФБУ «Государственный региональный центр стандартизации, метрологии
и испытаний в Красноярском крае, Республике Хакасия и Республике Тыва»,
Красноярск*

Аннотация: Предлагаются схема и порядок проведения испытаний для радонозащитных покрытий на стандартных образцах бетона. Показаны результаты испытаний материала "Силор-Ультра" в качестве эффективного радонозащитного покрытия.

Ключевые слова: радиоактивность, радон, радиометр, бетон, стандартный образец, противорадоновая защита, радонозащитное покрытие, радоноизоляция, эманационные испытания.

Испытания проводились согласно требованиям [1] и опорным рекомендациям [2-4]. Выбор методики и схемы эксперимента был продиктован возможностью соблюдения условий оптимального определения диффузионных характеристик для стандартных образцов строительного материала (100×100×100 мм), в частности обеспечение оптимального и достаточного соотношения между объемами исследуемых образцов конструкционного бетона, измерительной камеры прибора и внутренним объемом контейнера. Данные образцы являются стандартными образцами в строительной практике, предназначенными для определения прочности на сжатие и на растяжение при раскалывании, а также для испытаний на морозостойкость и водопоглощение строительных конструкций. Условия изготовления таких образцов, их геометрия и размеры соответствовали требованиям ГОСТ 10180-2012, ГОСТ 27006-2019 и ГОСТ 10181-2014.

Количество одновременно участвующих в эманационных испытаниях принималось двум. Их масса без покрытия составляла 4,8 кг. ($\rho = 2400 \text{ кг/м}^3$). Поскольку каждый из линейных размеров образца меньше длины диффузии радона в бетонах, оцениваемой в 12...25 см и более [5], то схема

эксперимента предусматривала полное выделение радона, образующегося внутри бетона.

Испытания проводили следующим образом. Образцы бетона после взвешивания и обмера его линейных размеров помещали в герметичный контейнер [1, 6] на время не менее 140 часов.

Изменения объемной активности радиоактивного газа радона-222 внутри контейнера в автоматическом режиме (ежечасно) регистрировались при помощи радиометра AlphaGUARD PQ2000 (номер в ГРСИ РФ 58553-14) [7], позволяющего также фиксировать изменения и других параметров (температура, влажность среды, атмосферное давление). На рис. 1 показана принципиальная схема сборки комплекта оборудования при проведении испытаний.

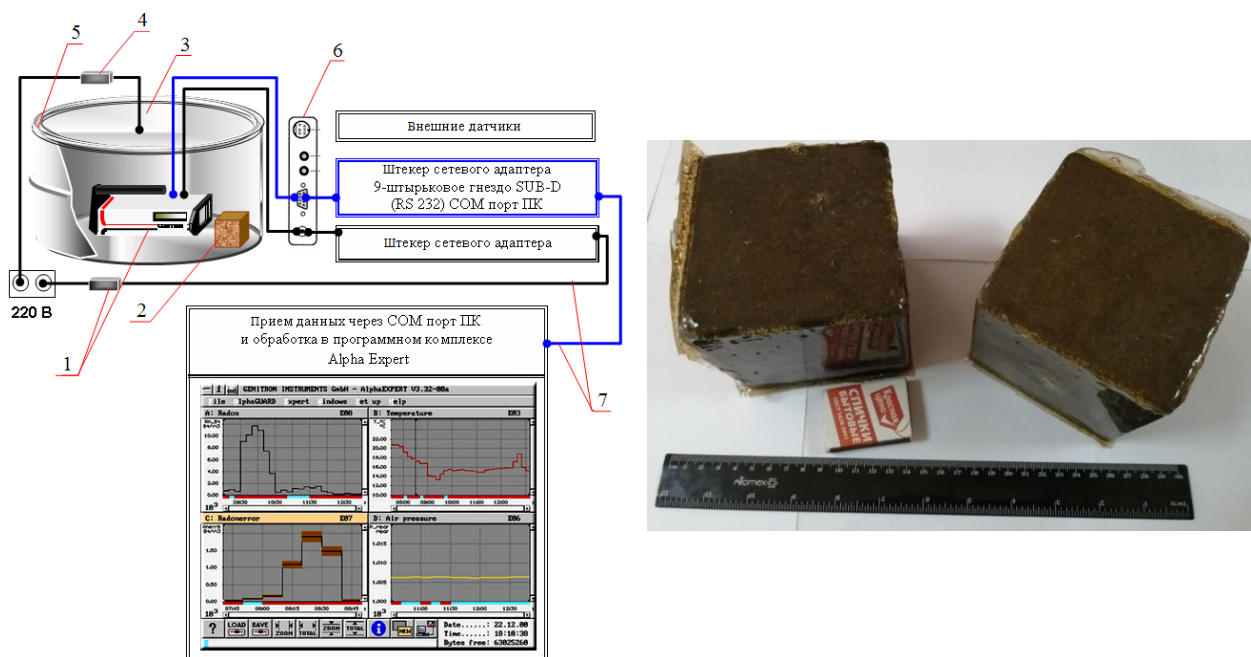


Рис. 1. – Схема эксперимента для эманационных испытаний.

1-радиометр AlphaGUARD; 2-испытываемые образцы (*то же-справа*); 3-эманационный контейнер «Emanations und Kalibriercontainer» (50 л) производства немецкой фирмы «Positron Technology GmbH»; 4-блок питания вентилятора; 5-стальное кольцо-затвор; 6- блок электросоединений; 7- соединительные кабели.

Выбор вышеуказанного средства измерения объемной активности радона в газовой среде контейнера в данном случае не является принципиальным. В качестве альтернативы могут быть применены и другие приборы, наиболее массово представленные в отечественной практике радоновых исследований, например, радиометры типа РРА (РРА-01М-01, РРА-01М-03) или комплекс АЛЬФАРАД ПЛЮС АР [8], подключаемые извне через штуцеры таким образом, чтобы объем измерительной камеры радиометра и внутренний объем контейнера составляли единый замкнутый тракт.

Перед нанесением покрытия производилась дополнительная подготовка поверхности образцов, включающая в себя: удаление цементного молочка механическим путем; очищение поверхности от пыли до чистого бетона. Далее поверхность подлежащая защите пропитывалась составом «Силор-Ультра КМ» [9], производства Общества с ограниченной ответственностью «Научно-технический центр Р.А. Веселовского» (ООО «НТЦ Р.А. Веселовского»), до полного насыщения (до появления глянцевой поверхности). Расход для 1-го слоя составил 300 г/м^2 ; через 3 часа укладка 2-го слоя из расчета 200 г/м^2 ; через 4 часа укладка 3-го слоя из расчета 150 г/м^2 .

После появления полимеризации «Силор Ультра КМ» до состояния «скотча» (липкого состояния) наносили, полиуретановый состав эластичную мембрану «Силор-Ультра УТК-М» [9] (ООО «НТЦ Р.А. Веселовского») без добавления ускорителя отверждения «УП-606». Расход для формирования 1-го слоя из расчета 300 г/м^2 ; через 24 часа укладка 2-го слоя из расчета 250 г/м^2 ; через 16-24 часа укладка 3-го (финишного) слоя из расчета 250 г/м^2 . Конечная толщина сформированного покрытия составила не менее $1,0 \pm 0,1 \text{ мм}$.

Покрытые образцы считаются пригодными к испытаниям, если после формирования покрытия на поверхности образца наружным осмотром не выявляется наличие дефектов (непокрытые участки, сколы, трещины и т.п.). Интервал между реализацией единичных экспериментов не превышал 15 суток, включая время, необходимое для нанесения и полноценного формирования покрытия.

Эффективность радонозащиты покрытия определялась как отношение результатов после нанесения покрытия к первоначальному (без покрытия). Результаты испытаний показаны на рис. 2 и 3. Полученные результаты даны в пределах допустимой относительной погрешности $\pm 15\%$.

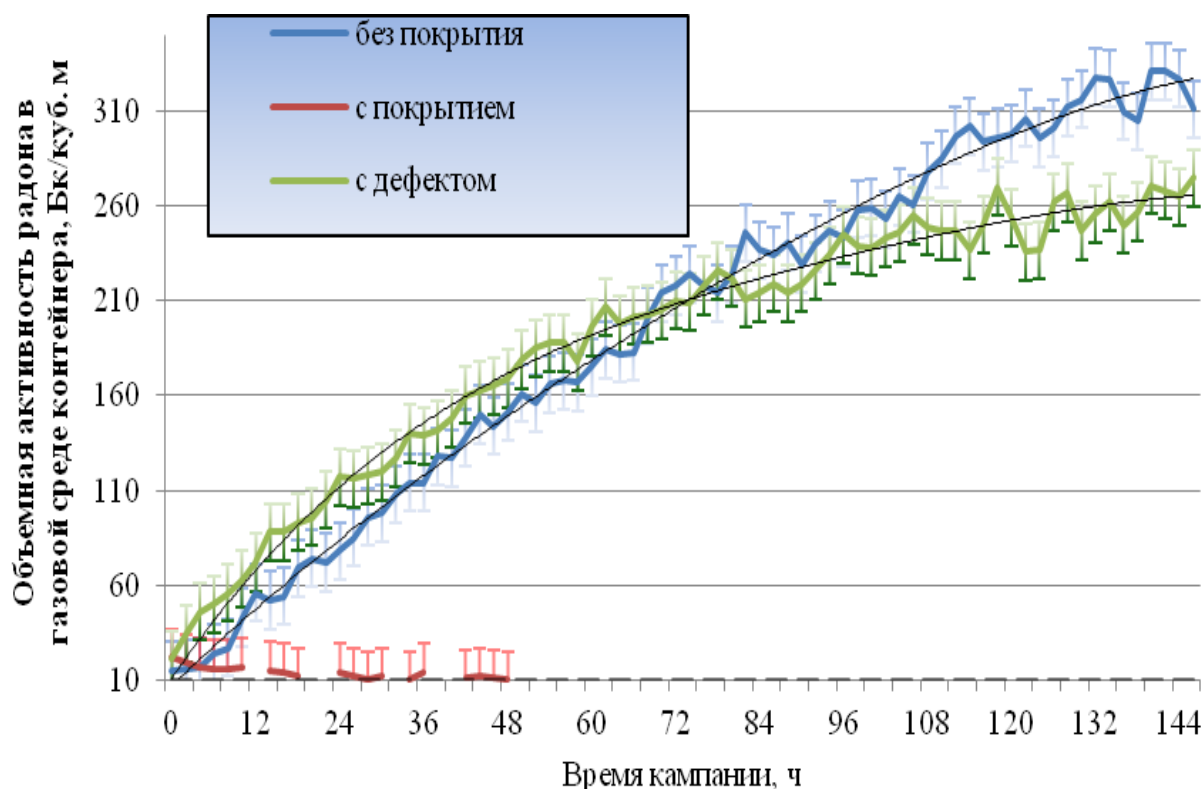


Рис. 2. – Графическое представление результатов испытаний

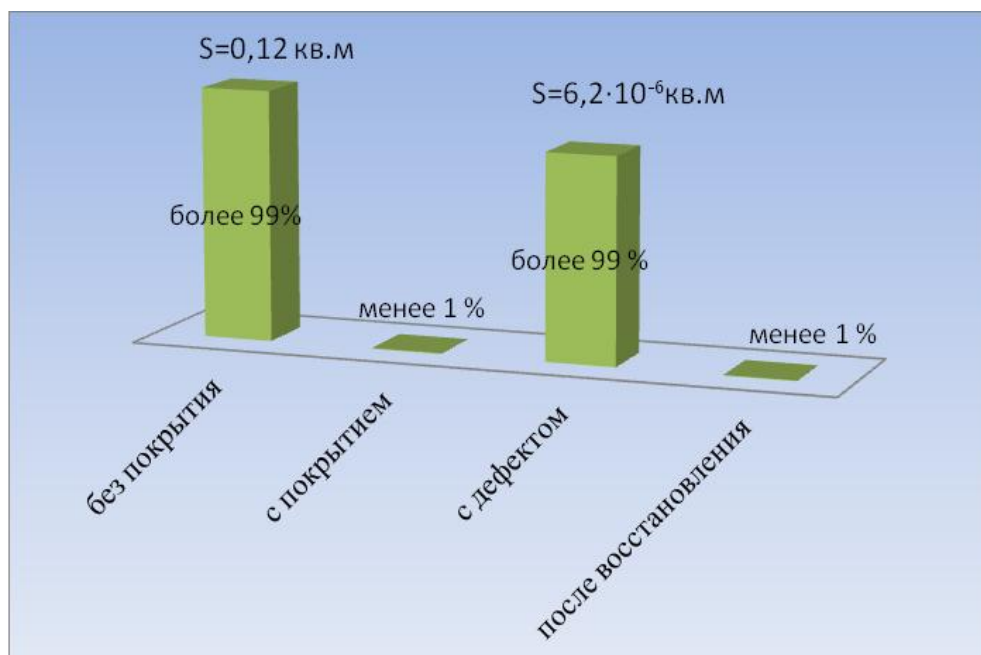


Рис. 3.– Сравнительная диаграмма результатов испытаний

Отношение результатов после нанесения покрытия к первоначальному (без покрытия) показала эффективность радонозащиты покрытия не ниже 99 %. На рис. 2 видно, что кривая регистрации результатов для образца с покрытием носит фрагментарный характер и свидетельствует лишь об изначально высоких фоновых активностях радона внутри контейнера перед началом эксперимента. Далее все остальные результаты оказались ниже 10 Бк/м^3 (предел обнаружения). Это говорит о том, что интенсивного поступления газа радона из образца не происходит, а снижение уровня радона в контейнере обусловлено только его радиоактивным распадом.

Таким образом, эффективность исследуемого покрытия имеет эффективность радонозащиты покрытия близкую к полной (100 %). В противном случае картина регистрации результатов для образца с покрытием была бы принципиально другой.

Для оценки влияния наносимых искусственно поверхностных дефектов была проведена серия дополнительных испытаний. На двух произвольных сторонах каждого из образцов с покрытием наносился диагональный надрез

на глубину $\frac{1}{2}$ от поверхности. Затем также на двух других сторонах каждого из образцов наносились по пять проколов методом конверт на глубину также $\frac{1}{2}$ от поверхности. Образцы подвергались испытаниям. Полученные результаты таких испытаний также оказались ниже аппаратного предела обнаружения, что говорит о том, что эффективность радонозащиты покрытия остается близкой к полной (100 %).

Для оценки влияния дефектов в сплошности исследуемого покрытия на радоновыделение из стандартных образцов был проведен следующий эксперимент.

В покрытии на одной из сторон каждого образца искусственно создавался дефект диаметром 2 мм (по одному дефекту на образец). Глубина каждого дефекта соответствовала полной толщине слоя покрытия. После этого образцы с дефектами в покрытии подлежали испытанию.

Результаты этого эксперимента также показаны на рис. 2. Сравнительная диаграмма изменений эффекта радонозащиты в зависимости от наличия фиксированных дефектов площадью не более $6,2 \cdot 10^{-6} \text{ м}^2$ при общей площади образцов равной $0,12 \text{ м}^2$, показана на рис. 3.

При том, что общая площадь дефекта составила всего 0,005 % от всей покрываемой поверхности образцов, эффективность радонозащиты покрытия (в сравнении с результатами для образцов без покрытия) уменьшилась сразу более, чем в пять раз (до 18 %). Таким образом, подтверждается тот факт, что наличие даже незначительных сквозных дефектов в покрытиях приводит к критическому снижению эффекта их радоноизоляции [2, 3].

Затем искусственно созданные дефекты устранялись путем повторного нанесения покрытия на поврежденные участки и образцы, спустя необходимое время для формирования слоя [9], вновь подвергали испытанию. Результатом (рис. 3) являлось восстановление полного эффекта радоноизоляции.

Необходимость и целесообразность выполнения подобных прикладных исследований в строительной практике, в том числе и оценка радонозащитных свойств различных покрытий были неоднократно показаны ранее, например [2, 5, 10].

Таким образом, по результатам испытаний можно заключить, что:

1. Комплексное покрытие «Силор-Ультра» (включающее пропитку «Силор-Ультра КМ» и гидроизоляционный состав «Силор-Ультра УТК-М») производства ООО «НТЦ Р.А. Веселовского» при выполнении технологических условий, рекомендуемых производителем, кардинально снижает радоноразделение из строительных конструкций.

2. Искусственные разовые повреждения (надрезы, проколы) сформированного покрытия до $\frac{1}{2}$ его толщины (при толщине сформированного слоя не менее $1,0 \pm 0,1$ мм) не оказывает влияние на рост радоноразделения из строительных конструкций. При этом наличие незначительных сквозных дефектов в покрытии приводит к критическому падению эффекта радоноизоляции. Поэтому, несмотря на высокую устойчивость к повреждениям сформированного покрытия до $\frac{1}{2}$ его толщины, снижение расходов материалов при нанесении их на бетонные поверхности не рекомендуется.

3. Технология формирования защитного покрытия «Силор-Ультра» позволяет устранять искусственно созданные дефекты, путем повторного нанесения покрытия на поврежденные участки с восстановлением полного эффекта радоноизоляции.

Литература

1. Методические рекомендации по работе с эманационным контейнером. «PT Positron Technology GmbH». – Желтые воды, 1994. – 38 с.

2. Назиров Р. А. Развитие научных основ и методов получения строительных материалов с заданными радиационно-экологическими свойствами: Дис. ... д-ра техн. наук: 05.23.05, 25.00.36: Красноярск, 2003 500 с. РГБ ОД, 71:04-5/290.

3. Кургуз С.А. Радонозащитные свойства лакокрасочных и рулонных материалов для покрытия бетонных конструкций: дис...канд. техн. наук: 25.00.36, 05.23.05 / СФУ. – Красноярск, 2003. – 282 с.

4. Тарасов И. В. Цементные бетоны и растворы с пониженной естественной радиоактивностью и радонопроницаемостью: дис...канд. техн. наук: 25.00.36, 05.23.05/ СФУ. – Красноярск, 2008. – 235 с.

5. Крисюк Э.М. Радиационный фон помещений. М., Энергоатомиздат, 1989, 120 с.

6. Emanations und Kalibriercontainer» Manual. Genitron Instruments GmbH. Frankfurt am Main. Germany. 16 p.

7. AlphaGUARD PQ2000/MC50. Characterisation of its physical properties under normal climatic and severe environmental conditions. Genitron Instruments GmbH. Frankfurt am Main. Germany. D-60488 FRANKFURT (CER). 53 p.

8. Комплекс измерительный для мониторинга радона, торона и их дочерних продуктов АЛЬФАРАД ПЛЮС. Руководство по эксплуатации радиометра радона БВЕК 590000.001 РЭ. ПК НТМ-Защита. – М., 2017 г.

9. ТК № 4. Технологическая карта на выполнение работ по устройству эластичной гидроизоляции бетонных конструкций и мягких кровель с применением композиций марки «Силор-Ультра» / ООО «НТЦ Р.А. Веселовского» (ИНН 7729678693, 141100, Московская область, Щелковский район, г. Щелково, 1-й Советский переулок, д. 2, офис 205), – М, 2016. – 15 с.

10. Кургуз С.А., Шамсутдинов В.Ш. Возведение эталонного дома для радоновых исследований из инновационного материала // Инженерный вестник Дона, 2019, № 1. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n1y2019/5560

References

1. Metodicheskiye rekomendatsii po rabote s emanatsionnym konteynerom. «PT Positron Technology GmbH» [Methodical recommendations for working with the emanation container]. Zhovti Vody, 1994, 38 p.

2. Nazirov R.A. Razvitie nauchnykh osnov I metodov polucheniya stroitelnykh materialov s zadannymi radiacionno ehkologicheskimi svojstvami [Development of scientific foundations and methods for obtaining building materials with specified radiation and environmental properties]: dis. dr. tekhn. nauk. 05.23.05, 25.00.36. Krasnoyarsk.

3. Kurguz S.A. Radnozashchitnye svojstva lakokrasochnykh I rulonnykh materialov dlya pokrytiya betonnykh konstrukcij [Radon-protective properties of paints and varnishes and roll materials for coating concrete structures]. Dis kand tekhn nauk: 25.00.36, 05.23.05. SFU. Krasnoyarsk, 2003, 282 p.

4. Tarasov I.V. Cementnye betony I rastvory s ponizhennoj estestvennoj radioaktivnostyu I radonopronicaemostyu [Cement concretes and mortars with reduced natural radioactivity and radon permeability]. Dis. kand. tekhn. nauk. 25.00.36, 05.23.05. SFU. Krasnoyarsk, 2008, 235 p.

5. Krisyuk Eh. M. Radiacionnyj fon pomeshchenij [Radiation background of premises]. M., Ehnergoatomizdat, 1989, 120 p.

6. Emanations und Kalibriercontainer» Manual. Genitron Instruments GmbH. Frankfurt am Main. Germany. 16 p.

7. AlphaGUARD PQ2000/MC50. Characterisation of its physical properties under normal climatic and severe environmental conditions. Genitron Instruments GmbH. Frankfurt am Main. Germany. D-60488 FRANKFURT (CER). 53 p.



8. Kompleks izmeritel'nyj dlya monitoringa radona, torona i ih dochernih produktov AL'FARAD PLYUS [Measuring complex for monitoring radon, thoron and their daughter products ALFARAD PLUS. Manual]. Rukovodstvo po ekspluatatsii radiometra radona BVEK 590000.001 RE. PK NTM-Zashchita, M, 2017.

9. ТК №4. Tekhnologicheskaya karta na vypolnenie rabot po ustrojstvu ehlastichnoj gidroizolyacii betonnykh konstrukcij I myagkikh krovel s primeneniem kompozicij marki «Silor-Ultra» [Technological map for the implementation of work on the device of elastic waterproofing of concrete structures and soft roofs using the compositions of the brand "Silor-Ultra"]. ООО NTC R.A. Veselovskogo (INN 7729678693, 141100, Moskovskaya oblast, Shchelkovskij rajon, g. Shchelkovo, 1-j Sovetskij pereulok, d. 2, ofis 205), M, 2016, 15 p.

10. Kurguz S.A., SHamsutdinov V.S. Inzhenernyj vestnik Dona, 2019, № 1.
URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n1y2019/5560