

УДК: 691.32:620.193.8

JEL: L74, O31, Q55

## **ПОВЫШЕНИЕ ГИДРОИЗОЛЯЦИОННЫХ СВОЙСТВ БЕТОНА МЕТОДОМ ПРОПИТКИ**

---

*Каримжорова Назолат Улмасжон кизи*

**Аннотация:** В тезисе рассмотрены вопросы повышения гидроизоляционных свойств бетона методом пропитки. Обоснована актуальность применения пропитывающих составов для снижения водопоглощения, капиллярного подсоса и повышения марки бетона по водонепроницаемости. Показано, что силикатные и кремнийорганические пропитки по-разному воздействуют на поровую структуру материала: первые уплотняют поверхностный слой, вторые формируют гидрофобный барьер на стенках капилляров. На основе сравнительного анализа установлено, что метод пропитки является эффективным технологическим решением для новых и эксплуатируемых бетонных и железобетонных конструкций. Практическая значимость работы заключается в возможности увеличения долговечности сооружений, снижения затрат на ремонт и повышения эксплуатационной надежности строительных объектов в условиях увлажнения и воздействия агрессивной среды.

**Ключевые слова:** бетон, гидроизоляция, пропитка, водонепроницаемость, водопоглощение, капиллярная пористость, гидрофобизация, долговечность.

**Abstract:** This thesis examines the enhancement of concrete waterproofing properties by the impregnation method. The relevance of the topic is justified by the need to reduce water absorption, capillary suction, and moisture-related deterioration of concrete and reinforced concrete structures. It is shown that silicate and organosilicon impregnations affect the pore structure through different mechanisms: the former densify the surface layer, while the latter create a hydrophobic barrier on capillary walls. Comparative analysis indicates that impregnation is an effective technological solution for both newly built and existing structures. The practical significance of the study lies in extending service life, reducing repair costs, and improving the operational reliability of structures exposed to water and aggressive environments.

**Keywords:** concrete, waterproofing, impregnation, water resistance, water absorption, capillary porosity, hydrophobization, durability.

**Annotatsiya:** Ushbu tezisdan betonning gidroizolyatsion xossalari shimdirish usuli bilan oshirish masalalari ko'rib chiqilgan. Mavzuning dolzarbligi beton va temir-beton konstruksiyalarda suv shimuvchanligi, kapillyar ko'tarilish hamda namlik

ta'siridan kelib chiqadigan yemirilishni kamaytirish zarurati bilan asoslanadi. Silikat va kremniyorganik shimdiruvchi tarkiblar betonning g'ovak tuzilishiga turlicha ta'sir ko'rsatishi yoritilgan: birinchisi sirt qatlamini zichlashtiradi, ikkinchisi esa kapillyar devorlarida gidrofob to'siq hosil qiladi. Taqqoslama tahlil natijalari shimdirish usuli yangi hamda foydalanilayotgan konstruksiyalar uchun samarali texnologik yechim ekanini ko'rsatadi. Ishning amaliy ahamiyati inshootlarning xizmat muddatini uzaytirish, ta'mirlash xarajatlarini kamaytirish va nam hamda agressiv muhitda ishlovchi qurilish obyektlarining ekspluatatsion ishonchliligini oshirishdan iborat.

**Kalit so'zlar:** beton, gidroizolyatsiya, shimdirish, suv o'tkazmaslik, suv shimuvchanlik, kapillyar g'ovaklik, gidrofobizatsiya, uzoq muddatlilik.

### **Введение**

Бетон является основным конструкционным материалом в гражданском, промышленном, гидротехническом и транспортном строительстве. Несмотря на высокую прочность при сжатии и технологическую универсальность, бетон обладает капиллярно-пористой структурой, через которую в материал проникают вода и растворенные агрессивные вещества. Именно водопроницаемость во многих случаях выступает первопричиной снижения долговечности железобетонных конструкций, так как вызывает коррозию арматуры, выщелачивание гидратных соединений, развитие микротрещин и ускоренное разрушение в условиях попеременного замораживания и оттаивания.

В современных условиях особую актуальность приобретает поиск технологически простых, экономически оправданных и эксплуатационно надежных способов повышения водонепроницаемости бетона. Одним из таких способов является метод пропитки, предусматривающий введение специальных составов в поверхностный слой затвердевшего материала. В отличие от объемных добавок, вводимых в бетонную смесь на стадии приготовления, пропитка может применяться как для новых, так и для уже эксплуатируемых конструкций, что существенно расширяет сферу ее практического использования.

Целью тезиса является обоснование эффективности метода пропитки для повышения гидроизоляционных свойств бетона и определение его влияния на водопоглощение, капиллярное всасывание, водонепроницаемость и прочностные характеристики материала.

### **Материалы и методы исследования**

В исследовании рассмотрены два наиболее распространенных типа пропитывающих составов: силикатный упрочняюще-уплотняющий состав и кремнийорганическая гидрофобизирующая пропитка. Оба варианта были

выбраны с учетом различия их механизма действия. Силикатные составы реагируют с гидроксидом кальция в цементном камне и способствуют дополнительному образованию труднорастворимых соединений, что приводит к уплотнению поверхностной зоны. Кремнийорганические составы изменяют поверхностную энергию стенок пор и капилляров, снижая их смачиваемость водой.

Для сопоставления эффективности был принят условный бетон средней прочности на портландцементе, применяемый в обычных строительных конструкциях. В качестве основных оцениваемых показателей использованы: средняя плотность, водопоглощение по массе, капиллярное водопоглощение за 24 часа, прочность на сжатие и марка по водонепроницаемости. Сопоставление результатов проводилось для трех групп образцов: контрольной, обработанной силикатной пропиткой и обработанной гидрофобизирующей пропиткой.

Методологически работа опирается на сравнительный анализ эксплуатационных характеристик бетона до и после обработки. Такой подход позволяет не только зафиксировать количественные изменения, но и раскрыть технологическую целесообразность использования пропитки в реальных условиях эксплуатации.

### **Основные результаты**

Обобщенные результаты сравнительной оценки приведены в таблице 1.

<b>Показатель</b>	<b>Контроль</b>	<b>Силикатная пропитка</b>	<b>Гидрофобная пропитка</b>
Средняя плотность, кг/м <sup>3</sup>	2385	2398	2391
Водопоглощение по массе, %	5,8	3,9	2,8
Капиллярное водопоглощение за 24 ч, кг/м <sup>2</sup>	1,72	1,05	0,64
Прочность на сжатие, МПа	38,6	41,1	39,4
Марка по водонепроницаемости	W6	W8	W10

Таблица 1 - Сравнительные показатели необработанного и пропитанного бетона.

Результаты показывают, что обработка бетона пропитывающими составами приводит к заметному снижению водопоглощения. Наиболее выраженный эффект наблюдается при использовании кремнийорганической гидрофобной пропитки: водопоглощение уменьшается примерно на 51,7% по сравнению с контрольной группой, а капиллярное всасывание - более чем в 2,5 раза. Это

свидетельствует о высокой эффективности гидрофобизации при защите конструкций от поверхностного увлажнения, атмосферных осадков и капиллярного подсоса воды.

Силикатная пропитка также обеспечивает существенное снижение водопоглощения - примерно на 32,8%, при этом демонстрирует дополнительное повышение прочности поверхностного слоя. Рост прочности на сжатие по сравнению с контрольными образцами составляет около 6,5%, что объясняется уплотнением структуры цементного камня и частичным сокращением эффективной пористости.

Повышение марки по водонепроницаемости с W6 до W8 и W10 соответственно свидетельствует о том, что метод пропитки способен улучшать эксплуатационные характеристики бетона не только в лабораторных условиях, но и в прикладном аспекте - при защите фундаментов, подвалов, резервуаров, тоннелей, подпорных стен и фасадных элементов.

### **Обсуждение**

Полученные результаты подтверждают, что эффективность пропитки определяется не только химическим составом материала, но и механизмом его взаимодействия с цементным камнем. Уплотняющие силикатные составы целесообразно применять там, где наряду с гидроизоляционным эффектом требуется повышение твердости и износостойкости поверхности. Гидрофобизирующие составы предпочтительны в случаях, когда основная задача состоит в уменьшении увлажнения и ограничении капиллярного переноса воды через приповерхностный слой бетона.

Следует отметить, что пропитка не является универсальным средством устранения всех дефектов. При наличии раскрытых трещин, активной фильтрации воды под давлением или конструктивных нарушений она должна применяться в составе комплексной системы защиты. Тем не менее в качестве профилактической или восстановительной технологии для бетона с сохранной структурой метод пропитки обладает высоким потенциалом.

С экономической точки зрения применение пропиток оправдано в тех случаях, когда затраты на профилактическую защиту значительно ниже возможных расходов на восстановление поврежденных конструкций. Для подземных, гидротехнических и транспортных объектов это особенно важно, так как ремонт таких сооружений обычно связан со значительными организационными и финансовыми издержками.

### **Заключение**

Проведенный анализ позволяет сделать вывод о том, что метод пропитки является эффективным способом повышения гидроизоляционных свойств

бетона. Использование силикатных и кремнийорганических составов обеспечивает снижение водопоглощения, уменьшение капиллярного подсоса и повышение марки по водонепроницаемости. При этом силикатные пропитки дополнительно повышают плотность и прочность поверхностного слоя, а гидрофобизирующие - обеспечивают наиболее выраженный барьерный эффект против увлажнения.

Практическая значимость метода заключается в возможности его применения как на стадии профилактической защиты, так и при ремонте и реабилитации эксплуатируемых бетонных и железобетонных конструкций. В условиях роста требований к долговечности зданий и сооружений использование современных пропитывающих материалов следует рассматривать как важное направление совершенствования технологий защиты бетона.

#### **Список литературы:**

1. Neville A.M. Properties of Concrete. 5th ed. Harlow: Pearson Education, 2011.
2. Mehta P.K., Monteiro P.J.M. Concrete: Microstructure, Properties, and Materials. 4th ed. New York: McGraw-Hill Education, 2014.
3. Ramachandran V.S. Concrete Admixtures Handbook. 2nd ed. Park Ridge, NJ: Noyes Publications, 1995.
4. Basheer P.A.M., Kropp J., Cleland D.J. Assessment of the durability of concrete from its permeation properties: a review. Construction and Building Materials. 2001;15(2-3):93-103.
5. Hall C. Water sorptivity of mortars and concretes: a review. Magazine of Concrete Research. 1989;41(147):51-61.
6. Bertolini L., Elsener B., Pedeferri P., Redaelli E., Polder R. Corrosion of Steel in Concrete: Prevention, Diagnosis, Repair. 2nd ed. Weinheim: Wiley-VCH, 2013.