ях на несущие конструкции и о способности транспортных сооружений противостоять ударным и быстродействующим циклическим нагрузкам.

Основные параметры, характеризующие работу конструкций в условиях воздействия на них переменных во времени нагрузок: собственная частота колебаний, логарифмический декремент колебаний, динамический коэффициент, предел выносливости достоверно определяются только при динамических испытаниях искусственных сооружений.

Результаты испытаний динамическими нагрузками позволяют предотвратить такие опасные для эксплуатационной надежности транспортных сооружений процессы, как резонансные колебания, продолжительные вибрации, усталостное разрушение, возникновение и рост трещин. Тем самым создаются условия для безопасной эксплуатации мостовых сооружений под воздействием современных транспортных нагрузок.

Библиографический список

1. **СП 79.13330.2012** (актуализированная редакция СНиП 3.06.07–86) Мосты и трубы. Правила обследований и испытаний. Минрегион России. – Москва : ЦПП, 2012. – 40 с.

2. **Определение** динамических характеристик транспортных сооружений / С. Ю. Каптелин // Бюл. результатов научных исследований. – Санкт-Петербург : Петербург. гос. ун-т путей сообщения, 2013. – Вып. 1–2 (6–7). – С. 67–78.

3. **СП 35.13330.2011** (актуализированная редакция СНиП 2.05.03–84*) Мосты и трубы. Минрегион России. – Москва : ЦПП, 2011. – 214 с.

УДК 699.82

С. В. Николаев, Е. Р. Богданова
Петербургский государственный университет путей сообщения
Императора Александра I

ИССЛЕДОВАНИЕ ГИДРОФИЛЬНЫХ СВОЙСТВ БЕТОННЫХ СМЕСЕЙ ДЛЯ ГИДРОТЕХНИЧЕСКИХ СООРУЖЕНИЙ

Выполнено комплексное исследование водопоглощающих свойств ряда бетонных смесей, предназначенных для использования в гидротехнических сооружениях. Доказана необходимость применения дополнительной влагозащиты посредством нанесения на поверхность исследуемого материала гидрофобизирующих растворов. Раскрыта проблема недостаточной глубины и равномерности проникновения гидрофобизирующего раствора в капилляры материала при поверхностной обработке. Предложено применение технологии «ультразвуковой пропитки» пористых строительных материалов гидрофобными растворами под воздействием избыточного давления, создаваемого направленными акустическими колебаниями.

водопоглощение пористых строительных материалов, гидрофобизация, гидрофобизирующий раствор, ультразвуковая пропитка.

Введение

Для эффективного подбора строительного материала при возведении сооружений необходимо знать его физико-механические свойства и учитывать условия, в которых он будет работать в строительной конструкции. Свойства строительных материалов разноо-

бразны и в зависимости от типа материала оказываются основополагающими в определенных условиях эксплуатации.

Подавляющее большинство современных строительных материалов содержит в своей структуре поры. Среди главных свойств пористых строительных материалов – показатели, характеризующие отношение строительного материала к воздействию воды. Высокая водопоглощаемость и водопроницаемость пористых строительных материалов отрицательно сказывается на их физико-механических характеристиках и обусловливает их достаточно быстрое разрушение в результате воздействия воды. Перемещение (миграция) влаги по порам и капиллярам (капиллярная миграция) способствует неравномерному распределению механических напряжений, что вызывает понижение прочности материала. При такой миграции вода, растворившая компоненты стройматериала в одних его участках, осаждает их в виде солей на других участках. Это приводит к развитию неконтролируемых процессов кристаллообразования и отложения солей, объем которых превышает первоначальный объем растворившихся компонентов, что вызывает механические разрушения части пористой структуры минерального строительного материала, создает условия вымывания его компонентов (появления высолов) и возникновения других дефектов внутренней и поверхностной структуры. При замерзании вода в порах увеличивается в объеме примерно на 9 %, в результате возникает колоссальное давление на стенки пор, которое может привести к разрушению пористой структуры. Некоторые материалы, в том числе бетон, увеличивают свой объем при увлажнении, а при последующем высыхании дают усадку. Систематическое увлажнение и высыхание может вызвать знакопеременные напряжения в материале и со временем привести к потере им прочности и к его разрушению. Насыщение материала водой заметно ухудшает его теплофизические характеристики, что особо нежелательно для материала в ограждающих конструкциях. Попадание влаги в элементы конструкций также приводит к интенсивному развитию биологической флоры [1]–[3]. Таким образом, в условиях климата Северо-западного региона и Санкт-Петербурга в частности, где влажность воздуха может достигать 80 и более %, остро встает вопрос борьбы с пагубными воздействиями влаги и воды на пористые строительные материалы. Эти обстоятельства определяют большую значимость рассматриваемого в статье свойства пористых материалов – водопоглощения.

1 Гидрофильные свойства бетона

В 2013 г. в ИЛ «Механическая лаборатория им. проф. Н. А. Белелюбского» ПГУПС проведены исследования трех партий новых бетонных смесей, предназначенных для использования в гидротехнических сооружениях, по определению одного из важнейших показателей бетонов – водопоглощения. Следует отметить, что Механическая лаборатория им. проф. Н. А. Белелюбского ПГУПС на протяжении всей своей 160-летней истории является одним из лидеров в проведении уникальных испытаний по изучению свойств различных материалов и в применении новых методов экспериментальных исследований [4]–[6].

Испытания составов бетонных смесей производились по ГОСТ 12730.3–78 «Бетоны. Метод определения водопоглощения» [7] с учетом рекомендаций по планированию экспериментов, изложенных в монографии [8]. Для определения водопоглощения образцы составов каждой партии предварительно были высушены в течение суток, замерена масса при естественной влажности после просушки, затем помещены в воду (Т +20 °С) до полного впитывания воды с фиксацией массы образца и расчетом водопоглощения. Наблюдения проводились в течение 27 часов, эксперимент был остановлен после того, как изменение массы образцов в течение длительного времени оставалось незначительным. Водопоглощение образцов лежит в диапазоне от 0,79 до 10,64 % (рис. 1–3).

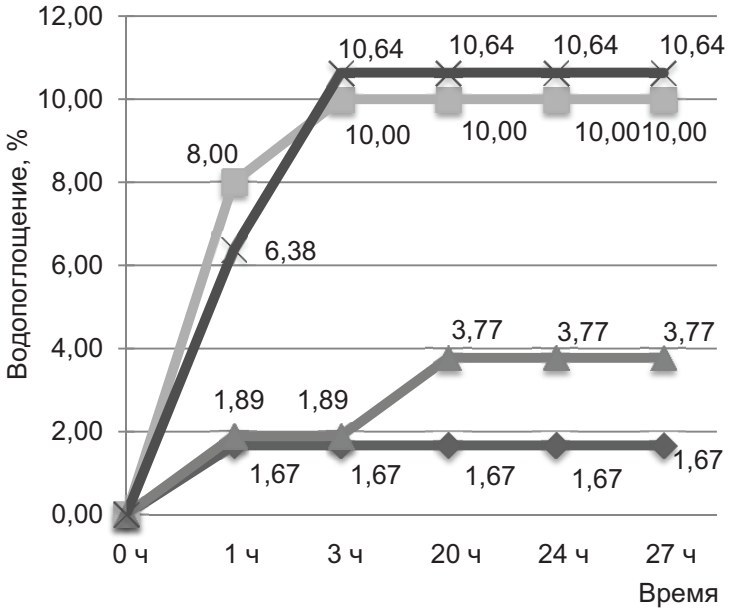

Рис. 1. Водопоглощение образцов 1-й партии

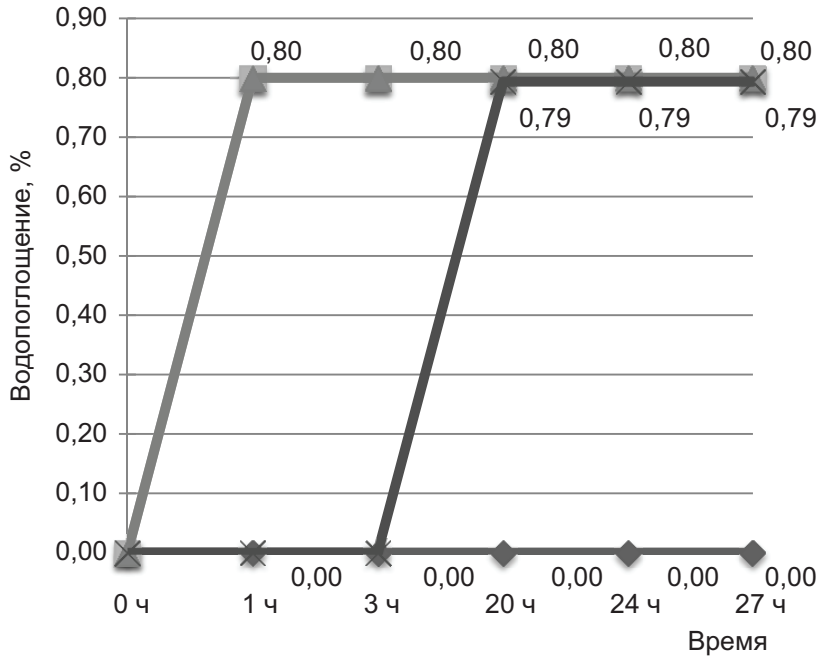

Рис. 2. Водопоглощение образцов 2-й партии

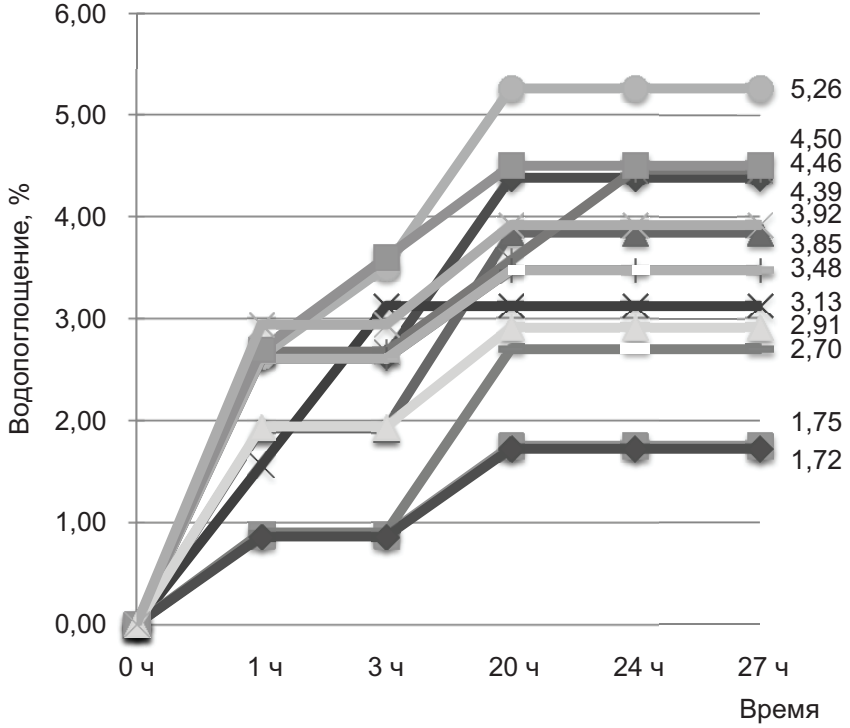

Рис. 3. Водопоглощение образцов 3-й партии

2 Гидрофобизация пористых материалов

Испытания бетонных смесей для гидротехнических сооружений показали, что предложенные для исследования материалы нуждаются в дополнительной защите от воды – гидрофобизации. Часто в качестве основного средства предупреждения проникновения воды в пористый материал, в частности в бетон, рассматривается увеличение плотности бетона – уплотнения содержащихся в нем пор и пустот. Но при капиллярном всасывании увеличение плотности не оказывает существенного влияния на перенос и проникновение воды в тело из пористого материала. Для гидрофобизации сооружений применяют покрывные, клеющие, цементирующие и другие составы, образующие на поверхности строительного материала водонепроницаемую изоляционную пленку, которая закупоривает поры материала. Однако подобные защитные средства приводят к изменению внешнего вида и фактуры поверхности строительного материала. Также отрицательным моментом в такой гидрозащите является то, что покрытия препятствуют циркуляции воздуха и испарению влаги из пор. Последнее приводит к отсыреванию и разрушению материала за счет капиллярного подсоса воды. Наиболее эффективным видом защиты пористых материалов от воздействия воды и влаги является гидрофобизация, заключающаяся в их пропитке специальными составами-гидрофобизаторами – химическими веществами, обладающими выраженными водоотталкивающими свойствами. Для этого на поверхность строительной конструкции наносится раствор гидрофобизатора. Глубина его проникновения тем больше, чем ниже его поверхностное натяжение и вязкость и чем выше пористость строительного материала. Стенки пор и все частицы материала, вошедшие в контакт с раствором, обволакиваются водоотталкивающей пленкой гидрофобизатора. При этом ни размеры пор, ни фактура поверхности твердого тела не изменяются. При гидрофобизации раствором все поры сохраняются открытыми, способность смачиваться водой теряют их стенки, в то же время материал теряет способность капиллярно всасывать воду [9–13].

Для обеспечения дополнительной защиты исследуемых образцов от воды и влаги авторы использовали гидрофобизаторы на основе водного раствора (с обозначением № 1), кремнийорганического полимера (№ 2) и гидрофобизирующий раствор Sikagard 703W (комбинация на основе силана и силоксана, № 3). После поверхностной обработки образцов бетона подвергли растворами проведены повторные эксперименты на водопоглощение. Водопоглощение гидрофобизированных образцов лежит в диапазоне от 0,00 до 3,77 % (рис. 4–6).

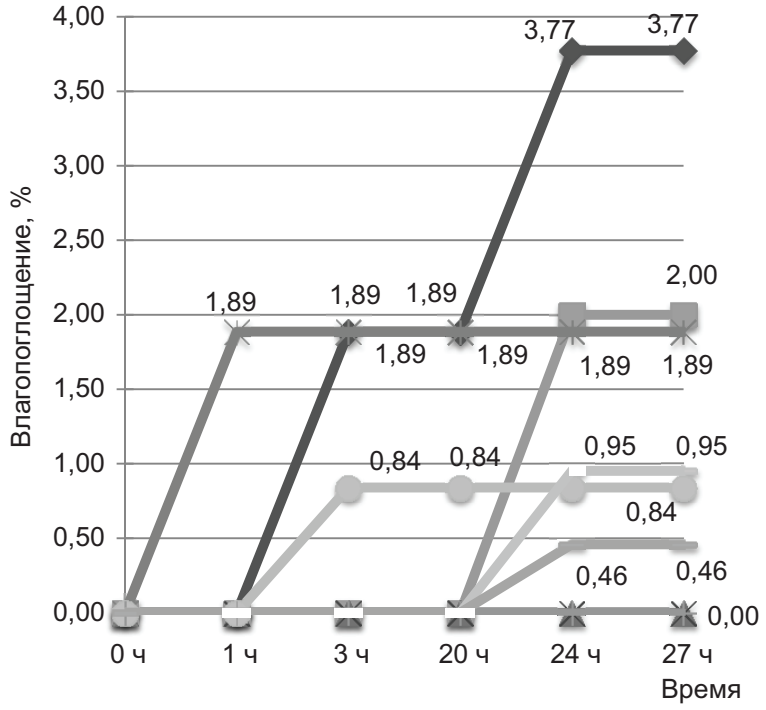

Рис. 4. Водопоглощение образцов после обработки гидрофобизатором № 1

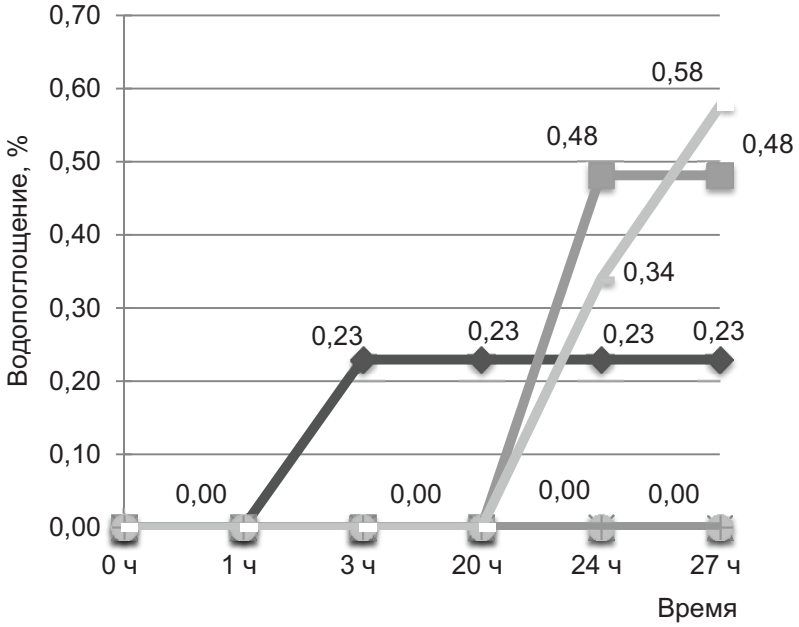

Рис. 5. Водопоглощение образцов после обработки гидрофобизатором № 2

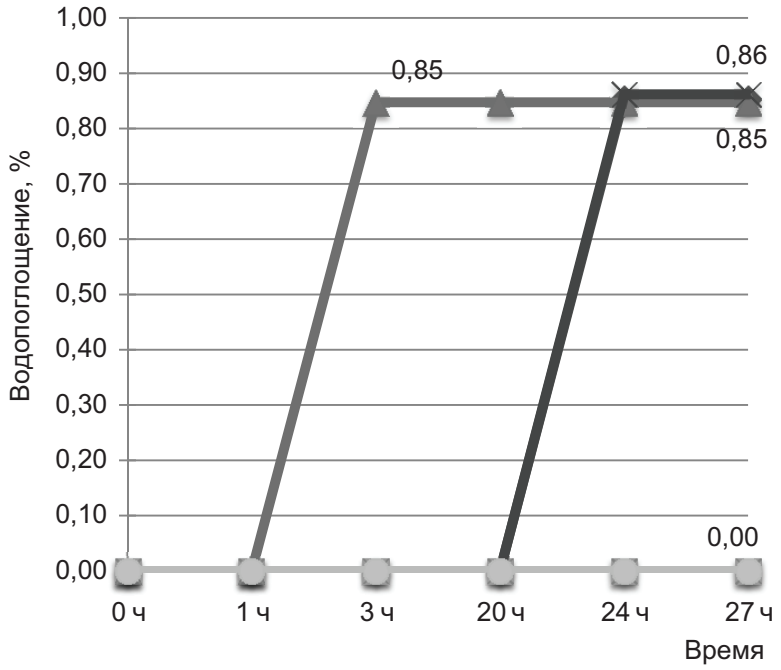

Рис. 6. Водопоглощение образцов после обработки гидрофобизатором № 3

Для определения глубины и равномерности проникновения гидрофобизирующих растворов авторы провели дополнительные исследования. Образцы составов бетона были распилены на части, подвергнуты капиллярному смачиванию, просушиванию при Т +20 °С, после чего по оставшейся границе раздела вода – гидрофобизирующий раствор замерена глубина проникновения раствора (рис. 7–9).

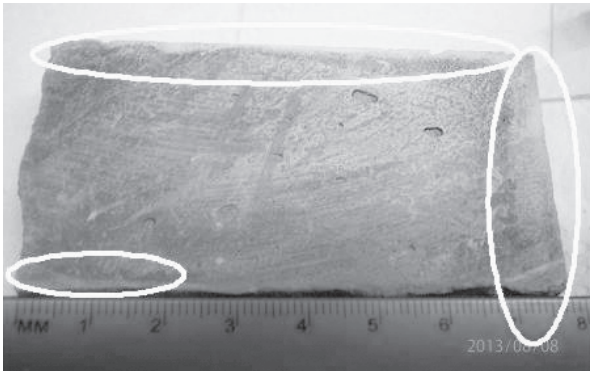

Рис. 8. Глубина проникновения гидрофобизирующего раствора в образец № 4

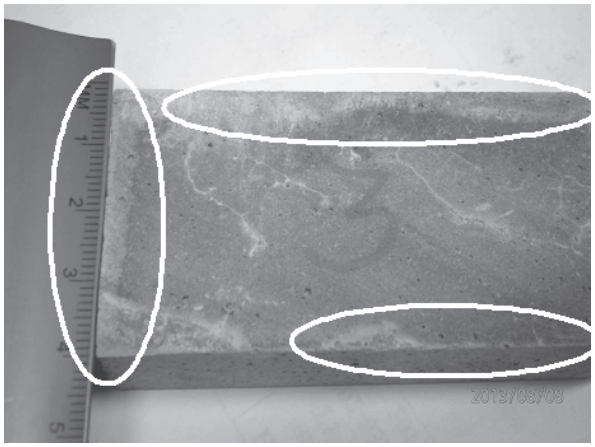

Рис. 7. Глубина проникновения гидрофобизирующего раствора в образец № 3

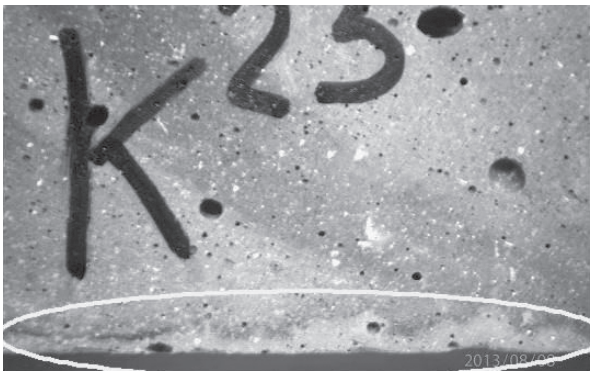

Рис. 9. Глубина проникновения гидрофобизирующего раствора в образец К23

3 Результаты исследований

Установлено, что при поверхностной обработке гидрофобизирующий раствор проникает в капилляры неглубоко. Глубина заполнения образцов бетонных смесей для гидротехнических сооружений раствором оказалась в пределах от 1 до 5 мм. Гидрофобизирующий раствор проникал в исследуемый материал неравномерно. Таким образом, небольшая глубина и неравномерность проникновения раствора в пористый строительный материал не позволяет обеспечить долговременную гидрозащиту, что может стать причиной скорого (в атмосфере – через 12–48 мес., в грунте – 3–12 мес., под водой – не более 1 мес.) нарушения влагозащиты и снижения прочности обработанных конструкций [14].

Заключение

Увеличение долговечности строительных материалов и улучшение эксплуатационных условий конструкции прежде всего связано с защитой от проникновения воды в строительные материалы. Гидрофобизация строительных материалов и сооружений в развитых странах широко используется, поскольку позволяет не только увеличить сроки эксплуатации, но и существенно снизить энергетические затраты на поддержание требуемого температурного режима в помещениях зданий, а также уменьшить материальные затраты на текущий ремонт и другие виды работ [15]. Влагозащита строительных материалов и конструкций остается актуальной задачей на протяжении многих десятилетий в двух ее аспектах: в технологии пропитки влагозащитными растворами и в способе оценки качества влагозащиты. Для увеличения влагозащитных свойств пористых материалов необходимо обеспечить увеличение глубины пропитки либо полное заполнение пористого материала гидрофобным раствором. Интенсификация процесса пропитки пористых строительных материалов гидрофобными растворами возможна под воздействием направленных акустических колебаний («ультразвуковая пропитка»), что является пока недостаточно развитым направлением [14]. При этом воздействие ультразвуковых колебаний на раствор не меняет его гидрофобных свойств и существенно сокращает время проведения контроля и обработки материала. Для оптимизации времени заполнения пористого материала и увеличения глубины проникновения гидрофобизирующих растворов необходимы дополнительные исследования в области разработки технологического процесса «ультразвуковой пропитки» пористого материала гидрофобизирующим раствором.

Библиографический список

1. **Строительные** материалы / В. Е. Байер. – Москва : Архитектура-С, 2004. – 240 с.

2. **Строительные** материалы / В. О. Воробьев, А. Г. Комар. – Москва : Стройиздат, 1971. – 496 с.

3. **Гидрофобизация** как способ повышения срока службы зданий / В. А. Войтович, И. Н. Хряпченкова, А. А. Яворский // Строительные материалы. – 2013. – № 12. – С. 15–17.

4. **Механическая** лаборатория им. проф. Н. А. Белелюбского (к 200-летию Петербургского государственного университета путей сообщения) / С. В. Елизаров, Ю. П. Кантелин, А. В. Бенин // Alma mater (Вестн. высш. шк.). – 2009. – № 9. – С. 58–64.

5. **Прогнозирование** потери устойчивости нагруженных элементов конструкций методом акустической эмиссии / В. С. Куксенко, Н. Г. Томилин, Х. Ф. Махмудов, А. В. Бенин // Письма в ЖТФ. – 2007. – Т. 33, № 2. – С. 31–35.

6. **Экспериментальные** исследования механических свойств узлов деревянного здания при сейсмических воздействиях / А. В. Бенин, Ж. В. Иванова // Сейсмостойкое строительство. Безопасность сооружений. – 2000. – № 2. – С. 19–21.

7. **ГОСТ 12730.3–78.** Бетоны. Методы определения водопоглощения. – Москва : ИПК Изд-во стандартов, 2004.

8. **Планирование** эксперимента / А. В. Бенин, В. В. Гарбарук. – Санкт-Петербург : ПГУПС, 2010. – 90 с.

9. **Гидрофобизация.** Теория и практика / В. Сураев // Технологии строительства. – 2002. – № 1. – С. 120–121.

10. **Гидрофобизация** / А. А. Пащенко. – Киев : Наук. думка, 1973. – 174 с.

11. **Кремнийорганические** гидрофобизаторы в строительстве / А. А. Пащенко. – Алма-Ата : Казахстан, 1968. – 178 с.

12. **Гидрофобизация** зданий / О. А. Лукинский // Жилищное строительство. – 2008. – № 11. – С. 21–23.

13. **Способы** оценки влияния поверхностной гидрофобизации бетона и модифицирующих его структуру добавок / Л. П. Орентлихер, И. П. Новикова, И. И. Лифанов, Э. Н. Юрченко // Бетон и железобетон. – 1991. – № 2 (431). – С. 28–30.

14. **Ультразвуковой** контроль глубины пропитки пористого материала гидрофобизирующим раствором : дис. … канд. техн. наук / С. В. Николаев. – Санкт-Петербург : СЗТУ, 2006. – 199 с.

15. **Обеспечение** эффективной гидрофобной защиты неорганических строительных материалов : дис. … канд. техн. наук / С. Г. Ершова. – Новосибирск : Сибстрин, 2006. – 174 с.

УДК 004.056.53

А. А. Привалов, Н. В. Евглевская
Петербургский государственный университет путей сообщения
Императора Александра I

К. Н. Зубков
ООО «Телесофт»

МОДЕЛЬ ПРОЦЕССА ВСКРЫТИЯ ПАРАМЕТРОВ СЕТИ ПЕРЕДАЧИ ДАННЫХ ОПЕРАТОРА IP–ТЕЛЕФОННОЙ СЕТИ КОМПЬЮТЕРНОЙ РАЗВЕДКОЙ ОРГАНИЗОВАННОГО НАРУШИТЕЛЯ

Проведенный анализ показал, что информационные воздействия на технологические процессы организуются на основе данных, извлеченных организованным нарушителем из информации, циркулирующей в инфокоммуникационных сетях и обрабатываемой на объектах информатизации. Рассмотрена модель процесса вскрытия параметров сети передачи данных оператора IP-телефонной сети компьютерной разведкой организованного нарушителя. Данная модель позволяет учитывать особенности конфигурации IP-телефонных сетей и количественно оценивать длительность цикла управления, необходимого организованному нарушителю для получения всех требующихся разведданных, а также определить требования к периодичности контроля безопасности информации с целью обеспечения заданного уровня защищенности.

стохастическая сеть, эквивалентная функция, организованный нарушитель, метод топологического преобразования стохастических сетей.

Введение

Несанкционированные воздействия на компьютерные сети как коммерческих организаций и федеральных структур, так и крупных промышленных объектов осуществляются на основе данных, добываемых организованным нарушителем с использо-