

Химическая стойкость и долговечность поливинилхлоридной мембраны LOGICBASE V-ST

Владимир Николаевич ШАЛИМОВ¹, кандидат технических наук, руководитель службы технической поддержки, shalimov@tn.ru

Алексей Васильевич ЦЫБЕНКО¹, руководитель технической службы направления «Инженерная гидроизоляция», cybenko@tn.ru

Илья Николаевич ГОГЛЕВ¹, соискатель, технический специалист, goglev@tn.ru

Светлана Андреевна ЛОГИНОВА², кандидат технических наук, зав. кафедрой строительства зданий и сооружений, sl79066171227@yandex.ru

¹ ТехноНИКОЛЬ – Строительные Системы, 129110 Москва, ул. Гиляровского, 47, стр. 5

² Ярославский государственный технический университет (ЯГТУ), 150001 Ярославль, Московский пр., 88

Аннотация. Рассмотрено применение полимерных гидроизоляционных поливинилхлоридных мембран LOGICBASE™ V-ST в двухслойных ремонтнопригодных системах гидроизоляции при строительстве зданий и сооружений. Показаны их особенности, основные преимущества, такие как высокие показатели относительного удлинения и прочности при многоосном и одноосном растяжении, химическая и биологическая стойкость и другие, что позволяет применять мембрану в качестве вторичной защиты различных железобетонных конструкций. Проведены исследования и оценка химической стойкости мембран в соответствии с требованиями стандартов и нормативных документов по защите бетонных и железобетонных конструкций от коррозии. Рассмотрено влияние растворов агрессивных химических веществ на физико-механические свойства мембран. Испытательные образцы выдерживали в растворах агрессивных химических веществ, после чего проводился контроль изменения физико-механических характеристик материала (потеря массы, снижение/повышение показателей прочности при растяжении, относительное удлинение и т. д.). В результате выявлено, что максимальное снижение показателя относительного удлинения происходит при воздействии однопроцентного раствора гидроксида натрия в течение 120 сут, при этом прочность мембраны на продольное растяжение возрастает. В дальнейшем был произведен расчет по определению потенциального срока службы полимерной мембраны в условиях постоянного воздействия подземных вод, который составил не менее 100 лет.

Ключевые слова: железобетон, коррозия бетона, вторичная защита, пластифицированный поливинилхлорид, полимерные мембраны, гидроизоляция, долговечность, химическая стойкость

Для цитирования: Шалимов В. Н., Цыбенко А. В., Гоглев И. Н., Логинова С. А. Химическая стойкость и долговечность поливинилхлоридной мембраны LOGICBASE V-ST // Промышленное и гражданское строительство. 2023. № 9. С. 60–67. doi: 10.33622/0869-7019.2023.09.60-67

CHEMICAL RESISTANCE AND DURABILITY OF THE LOGICBASE V-ST POLYVINYL CHLORIDE MEMBRANE

Vladimir N. SHALIMOV¹, shalimov@tn.ru

Alexey V. CYBENKO¹, cybenko@tn.ru

Ilya N. GOGLEV¹, goglev@tn.ru

Svetlana A. LOGINOVA², sl79066171227@yandex.ru

¹ TECHNINICOL – Construction Systems, ul. Gilyarovskogo, 47, str. 5, Moscow 129110, Russian Federation

² Yaroslavl State Technical University (YSTU), Moskovsky pr., 88, Yaroslavl 150001, Russian Federation

Abstract. The application of LOGICBASE™ V-ST polymer waterproofing polyvinyl chloride membranes in two-layer maintainable waterproofing systems in the construction of buildings and structures is considered. Their features and main advantages, such as high relative elongation and strength under multiaxial and uniaxial tension, chemical and biological resistance, etc., which makes it possible to use the membrane as a secondary protection of various reinforced concrete structures, are shown. Studies and evaluation of the chemical resistance of membranes were carried out in accordance with the requirements of standards and regulatory documents for the protection of concrete and reinforced concrete structures from corrosion. The influence of solutions of aggressive chemicals on the physical-mechanical properties of membranes is considered. The test samples were kept in solutions of aggressive chemicals, after which changes in the physical and mechanical characteristics of the material (weight loss, decrease/increase in tensile strength and elongation, etc.) were monitored. As a result, it was revealed that the maximum decrease in the relative elongation index occurs when exposed to a one percent sodium hydroxide solution during 120 days, while the longitudinal tensile strength of the membrane increases. Subsequently, a calculation was made to determine the potential service life of the polymer membrane in conditions of constant exposure to groundwater, which was at least 100 years.

Keywords: reinforced concrete, concrete corrosion, secondary protection, plasticized polyvinyl chloride, polymer membranes, waterproofing, durability, chemical resistance

For citation: Shalimov V. N., Cybenko A. V., Goglev I. N., Loginova S. A. Chemical Resistance and Durability of LOGICBASE V-ST Polyvinyl Chloride Membrane. *Промышленное и гражданское строител'ство* [Industrial and Civil Engineering], 2023, no. 9, pp. 60–67. (In Russ.). doi: 10.33622/0869-7019.2023.09.60-67

Введение

Двухслойные ремонтнопригодные системы гидроизоляции на основе полимерных мембран LOGICBASE™ успешно применяются для защиты бетонных и железобетонных конструкций фундаментов и стилобатов от подземных и атмосферных вод [1], в том числе в зданиях и сооружениях повышенного уровня ответственности класса КС-3 (рис. 1) [2–4]. Гидроизоляционные ПВХ-мембраны, согласно п. 4.7 СП 28.13330, п. 4.4 СП 229.1325800 и п. 3.6 ГОСТ 31384, относятся к материалам, обеспечивающим вторичную защиту бетонных и железобетонных конструкций, поскольку позволяют исключить или минимизировать контакт с агрессивными веществами в подземных и атмосферных водах [5–7].

Подземные воды содержат большое количество растворенных солей [8–10], поэтому, если бетонные и железобетонные конструкции будут эксплуатироваться без применения мероприятий по первичной и/или вторичной защите, они начнут разрушаться вследствие химической [11] и/или биологической коррозии [12]. Критерии оценки агрессивности почвенно-грунтовых вод представлены в СП 28.13330 и ГОСТ 31384.

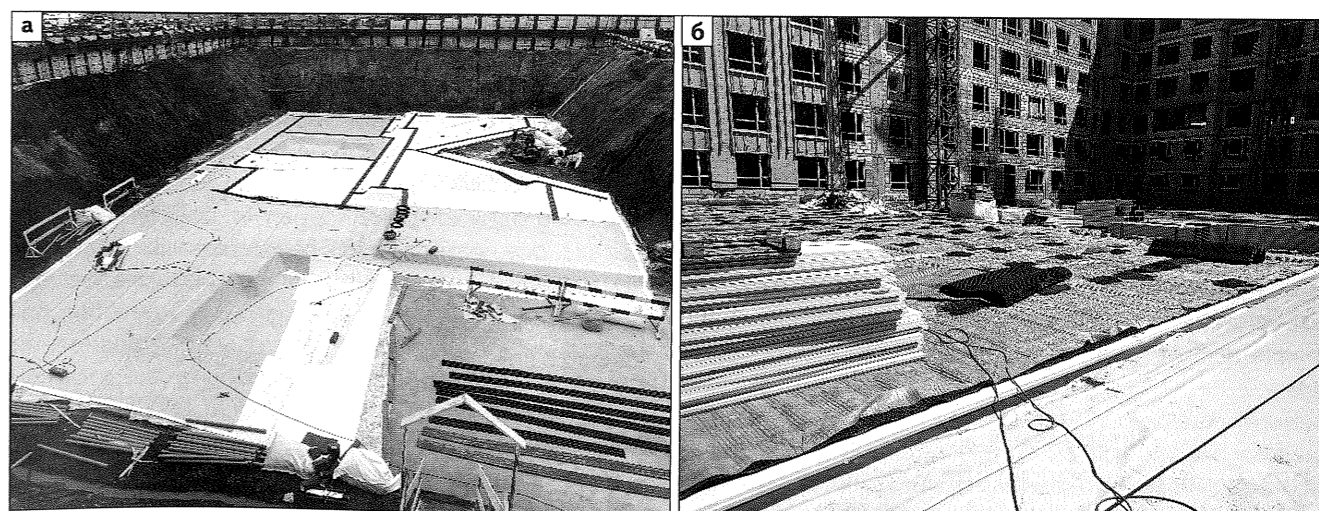
В соответствии с СП 28.13330 (прил. А, Б, В) подземные конструкции, как правило, находятся в слабоагрессивной и среднеагрессивной среде с водородным показателем pH 6–8, что соответствует

слабокислой, нейтральной и слабощелочной среде. Химический состав подземных вод ограничивается содержанием в почве макрокомпонентов, к которым можно отнести такие катионы, как, например, калий, кальций, магний и др., и анионы – карбонат-, хлор-, сульфат-ионы. Чаще других в почвах и подземных водах встречаются карбонаты и гидроксиды, хлориды, сульфаты [8–10].

Почвенно-грунтовые воды могут быть также загрязнены слабыми растворами кислот – угольной, серной и сернистой при выпадении так называемых кислотных дождей в промышленных зонах городов, что связано с выбросами на производствах в основном углекислого и сернистого газов [13]. Образование кислотных дождей связано с деятельностью человека. Так, на промышленных предприятиях металлургической и химической промышленности образуются кислотные оксиды серы или азота. При реакции с водой (парами воды) кислотные оксиды образуют слабые растворы кислот – сернистой, серной, угольной, азотистой и азотной [13]. Следует отметить, что кислотные дожди могут выпадать на значительном расстоянии от места своего образования, что связано с движением воздушных масс [13].

Прочность при одноосном растяжении в продольном/поперечном направлении и прочность при многоосном растяжении [14, 15] являются од-

Рис. 1. Примеры применения двухслойных ремонтнопригодных систем гидроизоляции с гидроизоляционными ПВХ-мембранами LOGICBASE™ V-ST



а – фундамент высотного здания класса КС-3 в котловане с обратной засыпкой (Москва); **б** – стилобат высотного здания в Алматы (Республика Казахстан)

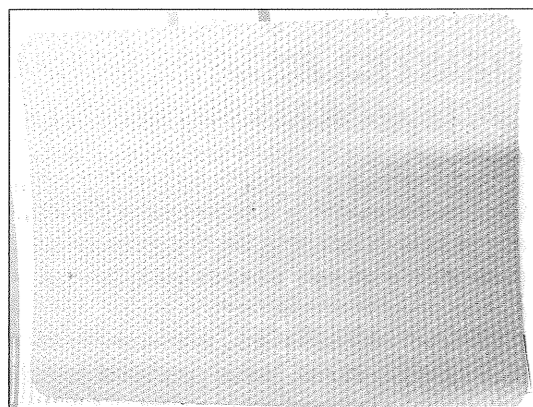


Рис. 2. Мембрана LOGICBASE™ V-ST с фактурной (текстурированной) поверхностью

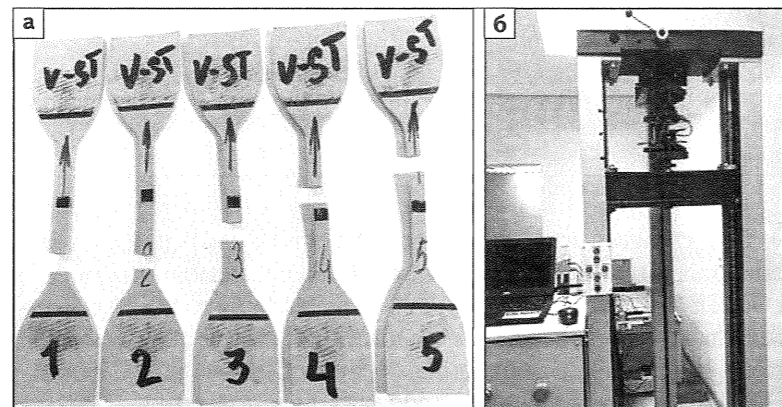


Рис. 3. Контрольные образцы-восьмерки для испытания по ГОСТ 31899-2 (а) и испытательная машина И-1147М-10-02-1 (б)

ними из наиболее важных показателей у ПВХ-мембран, поэтому при испытаниях на химическую стойкость/ долговечность изучается влияние различных агрессивных химических веществ на изменение именно этих показателей.

Показатель прочности при многоосном растяжении у полимерной мембраны LOGICBASE™ V-ST достигает среднего значения 6,9–7 МПа, а при одноосном растяжении в продольном и поперечном направлении – 14 и 12 МПа соответственно [14, 15]. Относительное удлинение мембраны при этом может составлять 110–115 % при многоосном растяжении и до 300 % – при осевом. Такие высокие показатели позволяют эксплуатировать материал в самых сложных условиях, например, в зонах отрицательного давления воды (деформационные швы) или на строительных площадках в зонах с высокой сейсмичностью [1, 14, 15–17]. Также материал может использоваться при строительстве высотных зданий [18]. Но, поскольку гидроизоляционный материал эксплуатируется при постоянном воздействии химических веществ в подземных водах, его физико-механические характеристики со временем могут измениться [16].

Данное исследование по определению химической стойкости ПВХ-мембраны LOGICBASE™ марки V-ST проведено с целью получения данных о прогнозировании изменения ее потенциального срока службы на реальных объектах. Здесь представлены результаты второй части исследований химической стойкости и долговечности мембран, выполненных на базе лаборатории АО «ЦНИИПромзданий».

Материалы и методы

ПВХ-мембрана LOGICBASE™ V-ST представляет собой рулонный полимерный материал светло-зеленого цвета с фактурной (текстурированной) поверхностью (рис. 2), изготовленный путем экструзии

дирования сырьевой массы, состоящей из поливинилхлорида (ПВХ), наполнителей и технологических добавок – пластификаторов, стабилизаторов и т. д. Фактурная поверхность мембраны позволяет ей не слипаться (склеиваться) с мембраной первого слоя в составе двухслойной системы гидроизоляции под фундаментной плитой. Мембрана производится с толщиной полотна 1,6 и 3 мм. Для исследования применялись образцы мембраны толщиной 3 мм. До начала процесса выдерживания образцов, из той же партии гидроизоляционного материала подготавливали контрольные образцы-восьмерки для определения изменения массы/гибкости по ГОСТ 2678, а также прочности при разрыве и относительного удлинения по ГОСТ 31899-2 (рис. 3).

Продолжительность фазы длительных испытаний (период выдерживания образцов) принята в соответствии с п. 4.3 ГОСТ 12020 и составила 120 сут (16 недель).

Выдерживание образцов в химических средах выполнено в соответствии с методикой ГОСТ Р 56910 с небольшим изменением: в отличие от общих требований, согласно которым гидроизоляционные материалы полностью погружают в химическую среду, при данных исследованиях растворами агрессивных химических веществ воздействовали только на одну сторону покрытия, поскольку такой контакт осуществляется в естественных условиях эксплуатации гидроизоляционных материалов при защите ими подземных конструкций или стилобатов зданий и сооружений. Поэтому при проведении испытаний готовили образцы-корыта высотой 50 мм из полимерной мембраны LOGICBASE™ V-ST с таким расчетом, чтобы из ее дна можно было вырезать образцы-восьмерки требуемых размеров для определения физико-механических характеристик (гибкость, толщина и водонепроницаемость, деформативно-прочностные свойства).



1. Изменение физико-механических показателей LOGICBASE™ V-ST при воздействии водных растворов химических реагентов в течение 120 сут

| Показатель | Химическая среда | | | | | |
|---|--------------------|--------|---------------------|--------|--------------------------------|--------------------------------|
| | NaHCO ₃ | NaCl | Ca(OH) ₂ | NaOH | H ₂ SO ₃ | H ₂ SO ₄ |
| Изменение разрывной силы при растяжении в продольном направлении, % | +9,95 | +12,25 | +8,3 | +13,5 | +9,91 | +7,9 |
| Изменение относительного удлинения, % | -5 | -7,09 | -3,25 | -15,44 | -7,76 | -10,89 |

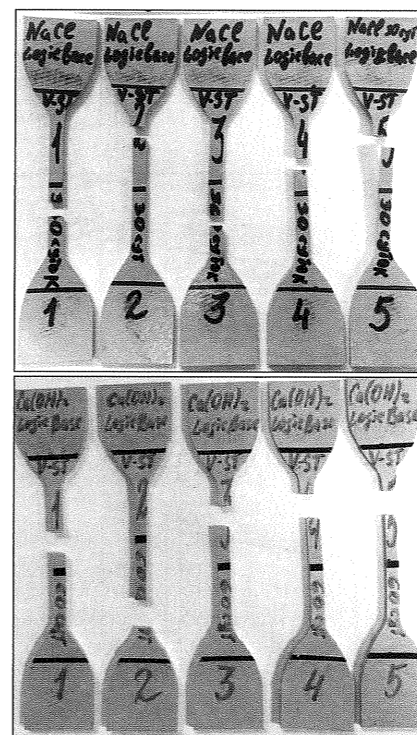


Рис. 4. Образцы мембраны LOGICBASE™ V-ST после вымачивания, высушивания и разрыва на испытательной машине И-1147М-10-02-1

2. Средние значения коэффициентов стойкости и относительного удлинения в принятые сроки испытаний (120 сут)

| Показатель | Продолжительность вымачивания, сут | | | |
|---|------------------------------------|---------|---------|---------|
| | 30 | 60 | 90 | 120 |
| Относительное удлинение после вымачивания, %: контрольных образцов | 501,771 | | | |
| в NaHCO ₃ | 453,55 | 488,24 | 455,8 | 454,169 |
| в NaCl | 505,15 | 530,54 | 412,46 | 466,22 |
| в Ca(OH) ₂ | 484,52 | 506,19 | 458,65 | 471,068 |
| в NaOH | 464,915 | 482,146 | 422,296 | 422,288 |
| в H ₂ SO ₃ | 492,12 | 496,78 | 458,06 | 462,809 |
| в H ₂ SO ₄ | 478,85 | 468,35 | 466,89 | 447,129 |
| Коэффициент стойкости: | 0,9039 | 0,973 | 0,9084 | 0,9051 |
| к NaHCO ₃ | | | | |
| к NaCl | 1,0067 | 1,0573 | 0,822 | 0,9291 |
| к Ca(OH) ₂ | 0,9656 | 1,0088 | 0,9141 | 0,9388 |
| к NaOH | 0,9265 | 0,9609 | 0,8416 | 0,8416 |
| к H ₂ SO ₃ | 0,9808 | 0,9901 | 0,9129 | 0,9224 |
| к H ₂ SO ₄ | 0,9543 | 0,9334 | 0,9305 | 0,8911 |

В корыто наливали испытательные жидкости, которые в ходе испытаний постоянно перемешивали:

- гидрокарбонат натрия NaHCO₃ . . . 3 %-ный раствор
- хлорид натрия NaCl насыщенный раствор
- гидроксид кальция Ca(OH)₂,
известковое молоко насыщенный раствор
- гидроксид натрия NaOH 1 %-ный раствор
- сернистая кислота H₂SO₃ 6 %-ный раствор
- серная кислота H₂SO₄ 0,5 %-ный раствор

После окончания выдерживания образцы извлекали и тщательно промывали (например, дистиллированной водой). Затем их протирали сухой фильтровальной бумагой или тканью без ворса и оставляли высушиваться при температуре 23 ± 2 °С

и относительной влажности 50 ± 5 % в течение не менее 24 ч. После высыхания образцов определяли их деформативно-прочностные свойства (по ГОСТ 31899-2), а также массу, гибкость и водонепроницаемость (по ГОСТ 2678). Основным испытательным оборудованием являлась машина И-11М модификации И-1147М-10-02-1 (см. рис. 3б). В соответствии с требованиями ПНСТ 630-2021 материал считается прошедшим испытание при изменении его физико-механических свойств в пределах не более 50 % (рис. 4).

По результатам испытаний отслеживали изменение физико-механических характеристик материала (относительное удлинение, прочность при растяжении), его массы, гибкости и др. После этого производили оценку потенциального срока службы материала.

3. Промежуточные значения для подсчета коэффициентов

| Номер серии | $\lg \tau_i$ | $\lg K_{H,i}$ | $\lg \bar{K}_H - \lg K_{H,i}$ | $\lg \bar{\tau} - \lg \tau_i$ | $\sum_{i=1}^n (\lg \bar{K}_H - \lg K_{H,i})(\lg \bar{\tau} - \lg \tau_i)$ | $(\lg \bar{\tau} - \lg \tau_i)^2$ |
|------------------|---------------------------|---------------------------|-------------------------------|-------------------------------|---|-----------------------------------|
| 1 | 1,4771 | -0,0332 | -0,0169 | 0,345 | -0,0058 | 0,119 |
| 2 | 1,7781 | -0,0173 | -0,0328 | 0,044 | -0,0014 | 0,0019 |
| 3 | 1,9542 | -0,0749 | 0,0248 | -0,1321 | -0,0033 | 0,0175 |
| 4 | 2,0791 | -0,0749 | 0,0248 | -0,257 | -0,0064 | 0,066 |
| Итого | 7,2885 | -0,2003 | | | -0,0169 | 0,2044 |
| Среднее значение | $\lg \bar{\tau} = 1,8221$ | $\lg \bar{K}_H = -0,0501$ | | | | |

Обсуждение и результаты

Результаты испытаний образцов рулонного полимерного гидроизоляционного материала LOGICBASE™ V-ST приведены в табл. 1 и 2, а также на рис. 5 и 6.

По данным табл. 1 можно увидеть, что максимальное увеличение показателя прочности при осевом растяжении для ПВХ-мембраны составило 13,5 %, максимальное снижение показателя относительного удлинения материала – 15,44 %.

Потенциальный срок службы гидроизоляционного материала определяют по максимальному снижению показателей прочности при растяжении (разрывной силы) или деформативности (относительного удлинения) после воздействия на него внешних жидких химических сред. Под действием внешних эксплуатационных факторов в течение заданного срока службы допустимое снижение механических показателей должно соответствовать $C = 0,5$ (не более 50 %).

С учетом минимальной продолжительности эксплуатации подземных конструкций зданий и сооружений (бетонных и железобетонных фундаментов) до капитального ремонта (60 лет согласно ВСН 58-88р), срок службы гидроизоляционного материала принят не менее 100 лет (по ГОСТ 27751 – для уникальных зданий и сооружений и по СП 120.13330 – для материалов и конструкций тоннельных обделок).

Для принятого периода эксплуатации надеж-

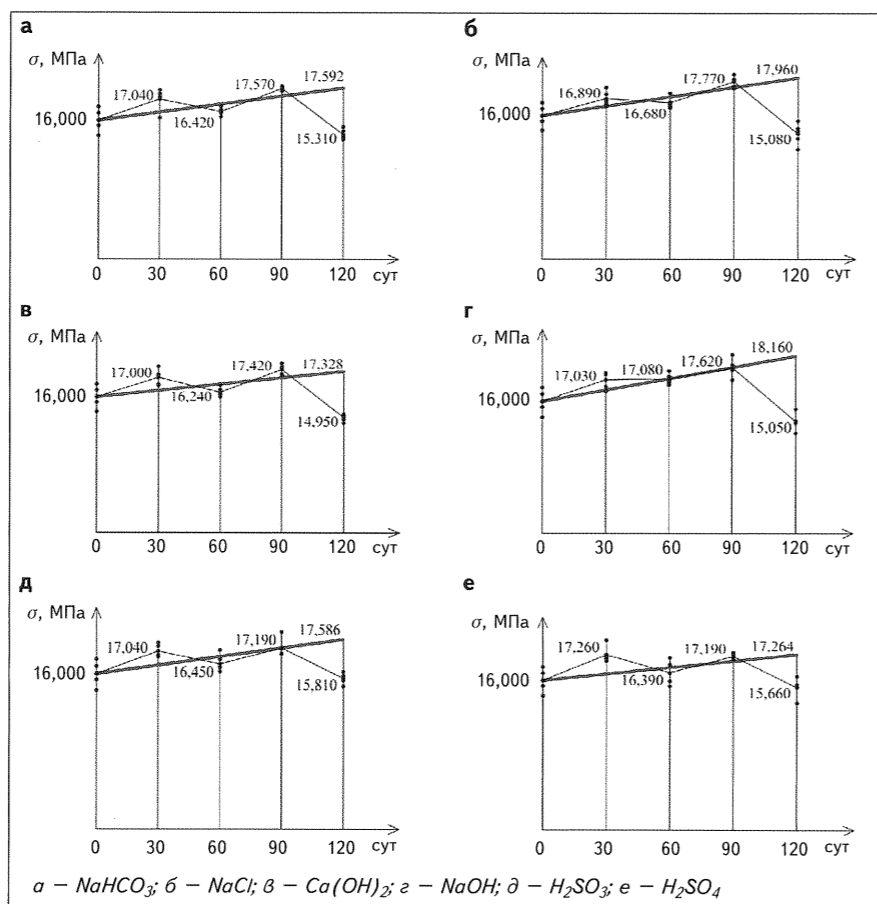


Рис. 5. Изменение показателя прочности при растяжении образцов мембраны LOGICBASE™ V-ST при воздействии водных растворов

ность гидроизоляционного материала к внешним воздействиям обеспечивается при условии

$$K_H \geq 1 - C, \quad (1)$$

где K_H – коэффициент стойкости, вычисленный путем потенцирования величины, полученной по формуле (2).

Для прогнозирования значения коэффициента стойкости K_H в течение принятого срока эксплуатации используют зависимость (при $\tau \geq 30$ сут)

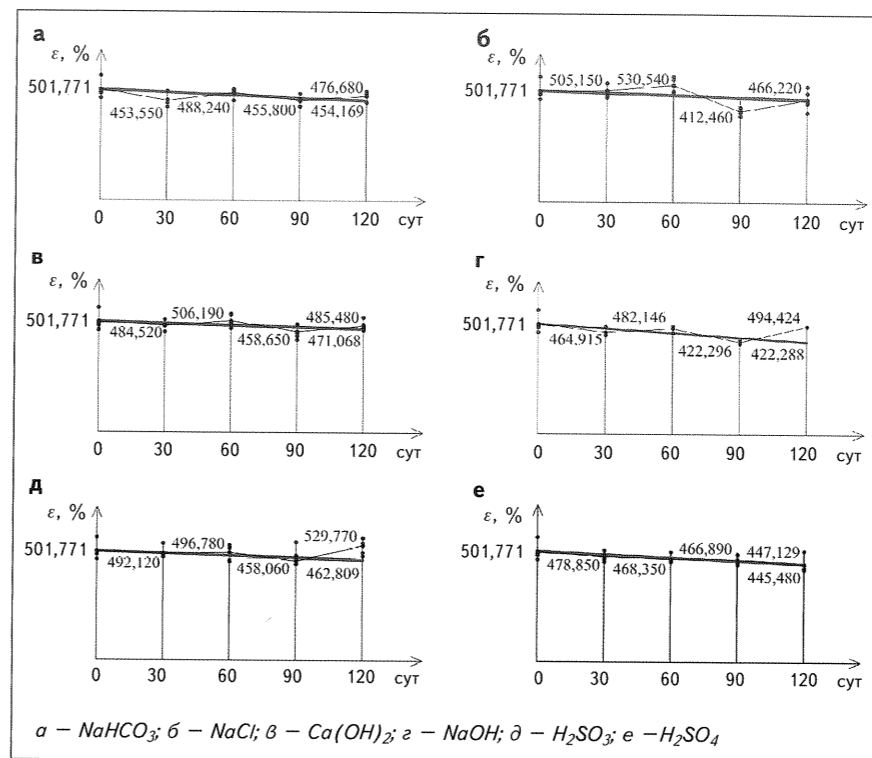


Рис. 6. Изменение показателя относительного удлинения образцов мембраны LOGICBASE™ V-ST при воздействии водных растворов

Получаем: коэффициент $b = -0,0827$, коэффициент $a = -0,0501 - (-0,0827) \cdot 1,8221 = 0,1006$.

Потенциальный срок службы гидроизоляционного материала принимаем 100 лет (36 500 сут), при этом допустимое снижение прочности за этот срок должно быть не более $C = 0,5$. Подставляя потенциальный срок службы в формулу (2), определяем коэффициент стойкости материала, который не должен превышать нормируемого значения по формуле (1):

$$\lg K_H = a + b \cdot \lg \tau = 0,1006 + (-0,0827) \lg 36500 = -0,2767,$$

тогда коэффициент стойкости $K_H = 0,5288$.

Подставляем полученные результаты в формулу (1) и получаем:

$$0,5288 \geq 1 - 0,5 = 0,5.$$

$$\lg K_H = a + b \cdot \lg \tau, \quad (2)$$

где $\lg K_H$ и $\lg \tau$ – логарифмы коэффициента стойкости и принятого срока эксплуатации; a и b – постоянные коэффициенты для данного вида гидроизоляционного материала и данной среды, рассчитываемые по формулам (3) и (4):

$$a = \lg \bar{K}_H - b \lg \bar{\tau}; \quad (3)$$

$$b = \frac{\sum_{i=1}^n (\lg \bar{K}_H - \lg K_{H,i})(\lg \bar{\tau} - \lg \tau_i)}{(\lg \bar{\tau} - \lg \tau_i)^2}, \quad (4)$$

где $\lg \bar{K}_H = \frac{\sum_{i=1}^n \lg K_{H,i}}{n}$ – средние значения логарифма коэффициента стойкости гидроизоляционного материала к внешним факторам воздействия за время испытаний; $\lg \bar{\tau} = \frac{\sum_{i=1}^n \lg \tau_i}{n}$ – средние значения логарифма времени испытаний; $\lg K_{H,i}$ и $\lg \tau_i$ – соответственно логарифмы коэффициентов стойкости и времени испытаний в i -й серии испытаний (промежуточных сроков испытаний); n – число серий испытаний.

Коэффициенты a и b уравнения (2) рассчитываются по показателю относительного удлинения в момент разрыва после воздействия на образец мембраны раствора NaOH (т.е. максимальный показатель снижения из табл. 1), путем подставления данных из табл. 2 в формулы (3) и (4). В табл. 3 приведены все промежуточные значения величин для подсчета коэффициентов.

Таким образом, коэффициент стойкости гидроизоляционного материала LOGICBASE™ V-ST в принятых агрессивных средах эксплуатации превышает допустимое значение (0,5), следовательно, потенциальный срок службы этого материала составит не менее 100 лет.

Выводы

1. Вторая часть исследования подтвердила высокую химическую стойкость полимерной мембраны с фактурной поверхностью LOGICBASE™ V-ST при сохранении ее высокой прочности на разрыв, поскольку максимальное снижение показателя относительного удлинения составило не более 15,44 %. Одновременно с этим показатель прочности при растяжении мембраны увеличился и составил 13,5 %.

2. Потенциальный срок службы рулонного гидроизоляционного материала LOGICBASE™ V-ST определен (оценен) расчетами и составляет не менее 100 лет.

3. Полученные данные позволяют применять этот материал для гидроизоляции (в составе двухслойных систем) подземных частей и стилобатов зданий и сооружений, в том числе повышенного уровня ответственности (класс КС-3 по ГОСТ 27751), например, при строительстве объектов атомной энергетики или тоннелей [19].

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Шалимов В. Н., Цыбенко А. В., Гоглев И. Н. Исследование расхода инъекционных составов в ремонтно-пригодных системах гидроизоляции фундаментов // Умные композиты в строительстве. 2022. № 2(3). С. 29–44. doi: 10.52957/27821919_2022_2_29
2. Белостоцкий А. М., Крючков С. А., Рытов С. А. [и др.]. Особенности научно-технического сопровождения изысканий и проектирования для зданий повышенного уровня ответственности на примере жилого дома в г. Самаре // Вестник НИЦ «Строительство». 2021. № 2(29). С. 28–37. doi: 10.37538/2224-9494-2021-2(29)-28-37
3. Кловский А. В., Мареева О. В. Особенности проектирования объектов повышенного уровня ответственности при пограничных значениях сейсмичности площадки строительства // Природообустройство. 2018. № 3. С. 63–69.
4. Ведяков И. И., Еремеев П. Г., Соловьев Д. В. Научно-техническое сопровождение и нормативные требования при реализации проектов зданий и сооружений повышенного уровня ответственности // Промышленное и гражданское строительство. 2018. № 12. С. 14–19.
5. Степанова В. Ф., Соколова С. Е., Полушкин А. Л. Новые эффективные материалы для вторичной защиты железобетонных конструкций // Коррозия: материалы, защита. 2006. № 6. С. 38–42.
6. Степанова В. Ф., Соколова С. Е., Полушкин А. Л. Эффективные способы вторичной защиты для повышения долговечности зданий и сооружений // Вестник НИЦ «Строительство». 2017. № 1(12). С. 126–133.
7. Васильев А. А., Блоцкая Е. О., Пликс Л. В., Зументс Р. И. Оценка эффективности применения вторичной защиты бетона от карбонизации // Вестник Белорусского государственного университета транспорта: наука и транспорт. 2013. № 2(27). С. 94–97. doi: 10.52957/27821919_2022_2_29
8. Ушакова И. Г., Горелкина Г. А., Корчевская Ю. В. Анализ источников водоснабжения населенных пунктов Омской области, расположенных вдоль р. Оми // Вестник Омского государственного аграрного университета. 2017. № 4(28). С. 258–262.
9. Каримов Т. Х., Канаев М. Д., Орозахунова С. К., Бекболот К. А. Очистка подземных вод от солей // International Scientific and Practical Conference World Science. 2018. Vol. 2. № 6(34). С. 17–20. doi: 10.31435/rsglobal_ws/12062018/5814
10. Черноусенко Г. И., Панкова Е. И., Калинина Н. В. [и др.]. Засоленные почвы Баргузинской котловины // Почвоведение. 2017. № 6. С. 652–671. doi: 10.7868/B0032180XG706003X
11. Логинова С. А., Гоглев И. Н. Индикаторные способы определения долговечности железобетонных конструкций при их обследовании // Строительство и техногенная безопасность. 2022. № 51. С. 119–126.
12. Логинова С. А., Гоглев И. Н. К вопросу о повышении биостойкости бетонных и железобетонных мостовых опор // Вестник НИЦ «Строительство». 2022. № 1 (32). С. 115–127. doi: 10.37538/2224-9494-2022-1(32)-115-127
13. Бегалиева Д. У., Площанская О. С. Кислотные дожди // Вестник Казахской академии транспорта и коммуникаций им. М. Тынышпаева. 2008. № 3(52). С. 216–219.
14. Цыбенко А. В., Шалимов В. Н., Гоглев И. Н., Логинова С. А. Работа полимерного рулонного гидроизоляционного материала LOGICBASE™ на многоосное растяжение // Промышленное и гражданское строительство. 2023. № 3. С. 74–79. doi: 10.33622/0869-7019.2023.03.74-79
15. Цыбенко А. В. Исследование водонепроницаемости герметичных секций гидроизоляции из полимерных мембран и гидрошпонок // Фундаменты. 2021. № 1(3). С. 72–75.
16. Загородникова М. А., Ярцев В. П. Влияние агрессивных сред на физико-механические свойства ПВХ-мембран при их применении в конструкциях животноводческих комплексов // Строительные материалы, оборудование, технологии XXI века. 2016. № 11-12(214-215). С. 19–22.
17. Чубинишвили А. Т., Цыбенко А. В., Ильин Д. А. Исследование устойчивости гидроизоляционных мембран к воздействию гидростатического давления на неровной поверхности основания // ALITinform: Цемент. Бетон. Сухие смеси. 2018. № 1(50). С. 68–74.
18. Mylnik A., Mylnik V., Zubeeva E., Mukhamedzhanova O. Design, construction and operation features of high-rise structures [Особенности проектирования, строительства и эксплуатации высотных сооружений] // E3S Web of Conferences 33:02015. doi: 10.1051/e3sconf/20183302015
19. Чубинишвили А. Т. Применение специализированных гидроизоляционных мембран в подземном строительстве // Метро и тоннели. 2015. № 6. С. 31–33.
20. Черноусенко Г. И., Панкова Е. И., Калинина Н. В. [и др.]. Засоленные почвы Баргузинской котловины // Почвоведение. 2017. № 6. С. 652–671. doi: 10.7868/B0032180XG706003X
21. Логинова С. А., Гоглев И. Н. Индикаторные способы определения долговечности железобетонных конструкций при их обследовании // Строительство и техногенная безопасность. 2022. № 51. С. 119–126.
22. Логинова С. А., Гоглев И. Н. К вопросу о повышении биостойкости бетонных и железобетонных мостовых опор // Вестник НИЦ «Строительство». 2022. № 1 (32). С. 115–127. doi: 10.37538/2224-9494-2022-1(32)-115-127
23. Бегалиева Д. У., Площанская О. С. Кислотные дожди // Вестник Казахской академии транспорта и коммуникаций им. М. Тынышпаева. 2008. № 3(52). С. 216–219.
24. Цыбенко А. В., Шалимов В. Н., Гоглев И. Н., Логинова С. А. Работа полимерного рулонного гидроизоляционного материала LOGICBASE™ на многоосное растяжение // Промышленное и гражданское строительство. 2023. № 3. С. 74–79. doi: 10.33622/0869-7019.2023.03.74-79
25. Цыбенко А. В. Исследование водонепроницаемости герметичных секций гидроизоляции из полимерных мембран и гидрошпонок // Фундаменты. 2021. № 1(3). С. 72–75.
26. Загородникова М. А., Ярцев В. П. Влияние агрессивных сред на физико-механические свойства ПВХ-мембран при их применении в конструкциях животноводческих комплексов // Строительные материалы, оборудование, технологии XXI века. 2016. № 11-12(214-215). С. 19–22.
27. Чубинишвили А. Т., Цыбенко А. В., Ильин Д. А. Исследование устойчивости гидроизоляционных мембран к воздействию гидростатического давления на неровной поверхности основания // ALITinform: Цемент. Бетон. Сухие смеси. 2018. № 1(50). С. 68–74.
28. Mylnik A., Mylnik V., Zubeeva E., Mukhamedzhanova O. Design, construction and operation features of high-rise structures [Особенности проектирования, строительства и эксплуатации высотных сооружений] // E3S Web of Conferences 33:02015. doi: 10.1051/e3sconf/20183302015
29. Чубинишвили А. Т. Применение специализированных гидроизоляционных мембран в подземном строительстве // Метро и тоннели. 2015. № 6. С. 31–33.

REFERENCES

1. Shalimov V. N., Tsybenko A. V., Goglev I. N. Investigation of the consumption of injection compounds in repairable systems for waterproofing foundations. *Umnye kompozity v stroitel'stve*, 2022, no. 2(3), pp. 29–44. (In Russ.). doi: 10.52957/27821919_2022_2_29
2. Belostotsky A. M., Kryuchkov S. A., Rytov S. A. et al. Features of scientific and technical support of surveys and design for buildings with a high level of responsibility on the example of a residential building in Samara. *Vestnik NIC Stroitel'stvo*, 2021, no. 2(29), pp. 28–37. (In Russ.). doi: 10.37538/2224-9494-2021-2(29)-28-37
3. Klovisky A. V., Mareeva O. V. Features of the design

- of facilities with a high level of responsibility at the boundary values of the seismicity of the construction site. *Prirodoobustrojstvo*, 2018, no. 3, pp. 63–69 (In Russ.).
4. Vedyakov I. I., Eremeev P. G., Soloviev D. V. Scientific and technical support and regulatory requirements in the implementation of projects of buildings and structures of a high level of responsibility. *Promyshlennoe i grazhdanskoe stroitel'stvo*, 2018, no. 12, pp. 14–19. (In Russ.).
5. Stepanova V. F., Sokolova S. E., Polushkin A. L. New effective materials for the secondary protection of reinforced concrete structures. *Korroziya: materialy, zashchita*, 2006, no. 6, pp. 38–42. (In Russ.).
6. Stepanova V. F., Sokolova S. E., Polushkin A. L. Effective methods of secondary protection to improve the durability of buildings and structures. *Vestnik NITS "Stroitel'stvo"*, 2017, no. 1(12), pp. 126–133. (In Russ.).
7. Vasil'ev A. A., Blotskaya E. O., Plikus L. V., Zuments R. I. Evaluation of the effectiveness of the secondary protection of concrete from carbonization. *Vestnik Belorusskogo gosudarstvennogo universiteta transporta: nauka i transport*, 2013, no. 2(27), pp. 94–97. (In Russ.). doi: 10.52957/27821919_2022_2_29
8. Ushakova I. G., Gorelkina G. A., Korchevskaya Yu. V. Analysis of water supply sources for settlements in the Omsk region, located along the river Omi. *Vestnik Omskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*, 2017, no. 4(28), pp. 258–262. (In Russ.).
9. Karimov T. Kh., Kanaev M. D., Orozakhunova S. K., Bekbolot K. A. Purification of groundwater from salts. *International Scientific and Practical Conference World Science*, 2018, vol. 2, no. 6(34), pp. 17–20. (In Russ.). doi: 10.31435/rsglobal_ws/12062018/5814
10. Chernousenko G. I., Pankova E. I., Kalinina N. V. et al. Saline soils of the Barguzin depression. *Pochvovedenie*, 2017, no. 6, pp. 652–671. (In Russ.). doi: 10.7868/B0032180XG706003X
11. Loginova S. A., Goglev I. N. Indicator methods for determining the durability of reinforced concrete structures during their inspection. *Stroitel'stvo i tekhnogennaya bezopasnost'*, 2022, no. S1, pp. 119–126. (In Russ.).
12. Loginova S. A., Goglev I. N. To the question of increasing the biostability of concrete and reinforced concrete bridge supports. *Vestnik NITS "Stroitel'stvo"*, 2022, no. 1 (32), pp. 115–127. (In Russ.). doi: 10.37538/2224-9494-2022-1(32)-115-127
13. Begaliyeva D. U., Ploshchanskaya O. S. Acid rain. *Vestnik Kazahskoj akademii transporta i kommunikacij im. M. Tynyshpaeva*, 2008, no. 3(52), pp. 216–219. (In Russ.).
14. Tsybenko A. V., Shalimov V. N., Goglev I. N., Loginova S. A. Operation of LOGICBASE™ polymer rolled waterproofing material for multiaxial tension. *Promyshlennoe i grazhdanskoe stroitel'stvo*, 2023, no. 3, pp. 74–79. (In Russ.). doi: 10.33622/0869-7019.2023.03.74-79
15. Tsybenko A. V. Investigation of the water tightness of sealed sections of waterproofing from polymer membranes and waterstops. *Fundamenty*, 2021, no. 1(3), pp. 72–75. (In Russ.).
16. Zagorodnikova M. A., Yartsev V. P. Influence of aggressive media on the physical and mechanical properties of PVC membranes when used in the construction of livestock complexes. *Stroitel'nye materialy, oborudovanie, tekhnologii XXI veka*, 2016, no. 11-12(214-215), pp. 19–22. (In Russ.).
17. Chubinishvili A. T., Tsybenko A. V., Ilyin D. A. Investigation of the resistance of waterproofing membranes to the effects of hydrostatic pressure on an uneven base surface. *ALITinform: Cement. Befon. Suhie smesi*, 2018, no. 1(50), pp. 68–74. (In Russ.).
18. Mylnik A., Mylnik V., Zubeeva E., Mukhamedzhanova O. Design, construction and operation features of highrise structures. *E3S Web of Conferences 33:02015*. doi:10.1051/e3sconf/20183302015
19. Chubinishvili A. T. Application of specialized waterproofing membranes in underground construction. *Metro i tonneli*, 2015, no. 6, pp. 31–33. (In Russ.).

УВАЖАЕМЫЕ ЧИТАТЕЛИ!

НАПОМИНАЕМ, ЧТО ОФОРМИТЬ ПОДПИСКУ НА ЖУРНАЛ «ПРОМЫШЛЕННОЕ И ГРАЖДАНСКОЕ СТРОИТЕЛЬСТВО» МОЖНО НАЧИНАЯ С ЛЮБОГО МЕСЯЦА В ЛЮБОМ ОТДЕЛЕНИИ СВЯЗИ ИЛИ В РЕДАКЦИИ, А ТАКЖЕ ПОДПИСАТЬСЯ НА ЭЛЕКТРОННУЮ ВЕРСИЮ ЖУРНАЛА.

ПОДПИСНЫЕ ИНДЕКСЫ ЖУРНАЛА В КАТАЛОГАХ:

• УРАЛ-ПРЕСС – 70695 • ПОЧТА РОССИИ – ПП983 •

ПОДПИСКА НА НАШ ЖУРНАЛ, ВХОДЯЩИЙ В ЧИСЛО ВЕДУЩИХ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИХ ИЗДАНИЙ ПО СТРОИТЕЛЬНОЙ ТЕМАТИКЕ, – ЭТО ВАШ ВКЛАД В РАЗВИТИЕ ОТЕЧЕСТВЕННОЙ НАУКИ И ОБРАЗОВАНИЯ.