

НАУЧНАЯ СТАТЬЯ

УДК 691.175.5:624.121.54

DOI: 10.52957/27821919\_2023\_1\_34

# Оценка работоспособности гидроизоляции из полимерных ПВХ-мембран при строительстве в сейсмоопасных регионах РФ

**В.Н. Шалимов, А.В. Цыбенко, И.Н. Гоглев**

Владимир Николаевич Шалимов

Общество с ограниченной ответственностью «Технониколь–Строительные системы», Москва,  
Российская Федерация

*shalimov@tn.ru*

Алексей Васильевич Цыбенко

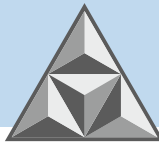
Общество с ограниченной ответственностью «Технониколь–Строительные системы», Москва,  
Российская Федерация

*cybenko@tn.ru*

Илья Николаевич Гоглев

Общество с ограниченной ответственностью «Технониколь–Строительные системы», Москва,  
Российская Федерация

*goglev@tn.ru*



Оценивается возможность использования полимерных (ПВХ) мембран LOGICBASE™ в регионах России с повышенной сейсмической активностью. Рассмотрен механизм работы полимерных мембран в конструкциях фундаментов в условиях постоянных перемещений и трения. В ходе исследований многоосного растяжения образцы полимерных мембран круглой формы закрепляли в зажимах испытательной камеры, прикладывали гидравлическое давление до момента их разрыва (моделирование работы в деформационных швах). Выявлено, что максимальная прочность образцов при разрыве достигает 6.95 МПа, а удлинение образцов при разрыве составляет 114%. Исследована зависимость деформации образцов от величины прикладываемого гидравлического давления. Показано, что полимерные мембраны обладают высокой изотропией материала, благодаря чему обеспечивается их равномерная работа на растягивающую многоосную нагрузку. Это позволяет использовать их в конструкциях уникальных и стратегических объектов – тоннелей, резервуаров для питьевой воды. Определены коэффициенты трения для системы «полимерный (ПВХ) гидроизоляционный материал – бетонная (железобетонная) конструкция» в условиях повышенной сейсмической активности по шкале MSK-64. Установлено, что ПВХ-мембраны для инженерной гидроизоляции можно использовать в районах строительства с сейсмичностью до 9 баллов по шкале MSK-64.

**Ключевые слова:** бетон, железобетон, фундаменты, сейсмическая безопасность, гидроизоляция, полимерные мембраны, коэффициент трения

**Для цитирования:**

**Шалимов В.Н., Цыбенко А.В., Гоглев И.Н.** Оценка работоспособности гидроизоляции из полимерных ПВХ-мембран при строительстве в сейсмоопасных регионах РФ // *Умные композиты в строительстве*. 2023. Т. 4, № 1. С. 34-47. URL: [http://comincon.ru/index.php/tor/issue/view/V4N1\\_2023](http://comincon.ru/index.php/tor/issue/view/V4N1_2023).

**DOI:** 10.52957/27821919\_2023\_1\_34



SCIENTIFIC ARTICLE

DOI: 10.52957/27821919\_2023\_1\_34

# Assessment of the performance of waterproofing made of PVC-membranes during construction in earthquake- prone regions of the Russian Federation

**V.N. Shalimov, A.V. Tsybenko, I.N. Goglev**

Vladimir N. Shalimov

OOO (Limited Liability Company) «Technicol-Stroitelniye sistemy», Moscow, Russia

*shalimov@tn.ru*

Alexey V. Tsybenko

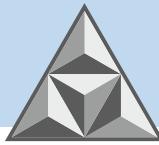
OOO (Limited Liability Company) «Technicol-Stroitelniye sistemy», Moscow, Russia

*cybenko@tn.ru*

Ilya N. Goglev

OOO (Limited Liability Company) «Technicol-Stroitelniye sistemy», Moscow, Russia

*goglev@tn.ru*



*The two-stage study assesses the possibility of using LOGICBASE™ polymer (PVC) membranes in regions of increased seismic activity in the territory of the Russian Federation. The first stage considers the mechanism of polymer membranes operation in foundation structures under conditions of constant displacement and friction. The second stage of the research examines the round-shaped samples made of polymer membranes on a special multiaxial stretching unit according to GOST 33067-2014, Application DV. During the study, we fix the samples in the clamps of the test chamber and use a hydraulic pressure to stepwise them until they burst (simulation of work in deformation seams). According to the results of LOGICBASE™ V-SL polymer membranes for multiaxial stretching studies, the maximum tensile strength of the samples was 6948.22 kPa (~ 6.95 MPa). The stretching of the samples was 113.89%. Additionally, we constructed the graphs of the deformation (stretching) dependence of samples on the applied hydraulic pressure. Indeed, polymer membranes have a high isotropy of the material. It ensures their uniform operation on a tensile multiaxial load, and allows them to be used in the construction of unique and strategic facilities (tunnels, nuclear power plants, drinking water tanks, etc.). The study determined the coefficient of friction in the system "polymer (PVC) waterproofing material-concrete (reinforced concrete) structure" in conditions of increased seismic activity. Thus, in terms of the results of the study, PVC membranes for engineering waterproofing could be used in construction areas with seismicity up to 9 points (inclusive) on the MSK-64 scale.*

**Key words:** concrete, reinforced concrete, foundations, seismic safety, waterproofing, polymer membranes, coefficient of friction

**For citation:**

**Shalimov, V.N., Cybenko, A.V.& Goglev, I.N. (2023)** Assessment of the performance of waterproofing made of PVC-membranes during construction in earthquake-prone regions of the Russian Federation, *Smart Composite in Construction*, 4(1), pp. 34-47 [online]. Available at: [http://comincon.ru/index.php/tor/issue/view/V4N1\\_2023](http://comincon.ru/index.php/tor/issue/view/V4N1_2023) (in Russian).

**DOI:** 10.52957/27821919\_2023\_1\_34



## ВВЕДЕНИЕ

Территории Российской Федерации характеризуются большим разнообразием ландшафтов, часовых, климатических и сейсмических зон. При этом более 30% территории РФ находится в районах с повышенной сейсмической активностью [1-3]. В частности, к таким районам относятся Северный Кавказ, Крым, Алтай, часть Якутии, Забайкалье, Сахалин, Камчатка и Курильские острова [2]. Так, согласно СП 14.13330.2018 и Приложения А – Карты сейсмического районирования (ОСР-2015-А, В), сейсмическая активность на Курильских островах составляет 10 баллов по шкале MSK-64. Строительство в таких зонах требует обеспечения максимальной надежности и прочности применяемых строительных материалов и изделий [2, 3]. Для объектов класса КС-3 [4] подбор качественных строительных материалов на этапе проектирования также предусмотрен нормативными документами. Например, при строительстве зданий и сооружений повышенного уровня ответственности, для которых отсутствуют апробированные решения (в том числе и в области гидроизоляции), согласно п. 3.7 ГОСТ 27751-2014, необходимо использовать данные испытаний, проведенных на моделях или натуральных конструкциях [5, 6]. Расчет конструкций и оснований для таких сооружений рекомендуется выполнять на основе специальных теоретических и апробированных численных и экспериментальных исследований [5-8].

Гидроизоляционные материалы, пригодные для применения в таких зонах строительства, должны обладать повышенной прочностью на растяжение [9], высокими характеристиками относительного удлинения [9] и способностью воспринимать многоосевые нагрузки [9, 10]. К таким материалам относятся полимерные (ПВХ) мембраны [9, 10]. Их использование весьма актуально в зонах деформационных швов зданий, где возникают многоосные растягивающие нагрузки, например, продольный сдвиг (рис. 1).

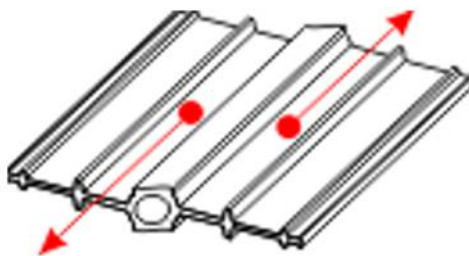
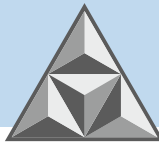


Рис. 1. Работа гидроизоляционной шпонки на продольный сдвиг

Fig. 1. The work of the waterproofing key on the longitudinal shift

При использовании гидроизоляционного материала возникает трение материала о стенки бетонных и железобетонных конструкций, а возникающие многоосные растягивающие нагрузки позволяют оценить работу, направленную на обеспечение целостности и долговечности конструкций при воздействии подземных вод. В случае повреждения гидроизоляции может начаться процесс коррозии бетона или железобетона [11-13], сопряженный с рядом рисков. Главный риск – снижение прочности и несущей способности конструкций [11-13], что представляет большую опасность при высокой сейсмической активности.

Цель работы – оценка работы гидроизоляционных ПВХ-мембран в условиях повышенной сейсмичности и проведение расчетной проверки сдвига и возможности опрокидывания здания при сейсмическом воздействии.



## ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ЧАСТЬ

### Определение коэффициента трения полимерных мембран

Коэффициент трения  $\mu$  определяют по формуле [14-16]:

$$\mu = \frac{F_{cp}}{P} \quad (1)$$

где  $F_{cp}$  – среднее арифметическое значение силы трения  $F$  (рис. 2), определяемое для всех групп образцов с учетом потерь на трение в самой машине, Н;

$P$  – нагрузка, прижимающая образцы к контртелу, Н.

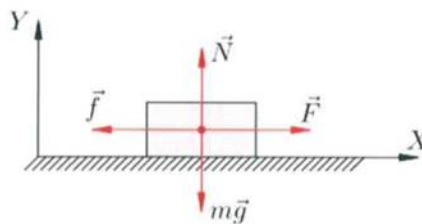


Рис. 2. Принципиальная схема определения коэффициента трения

Fig. 2. Schematic diagram of the friction coefficient determination

Если брусок тянут с помощью динамометра с постоянной скоростью, динамометр показывает модуль силы трения скольжения  $F_{mp}$ . В данной схеме сила упругости пружины динамометра уравнивает возникающую силу трения скольжения.

Известно, что сила трения скольжения зависит от силы нормальной реакции опоры  $N$ , возникающей вследствие действия веса тела [14-16]. Соответственно, бóльший вес создает бóльшую силу трения. Между этими силами существует прямая зависимость:

$$F_{mp} = \mu \cdot N \quad (2)$$

Коэффициент трения показывает, как сила трения скольжения зависит от веса тела или силы нормальной реакции и какую долю от нее она составляет [14-16]. Для различных пар поверхностей коэффициент трения неодинаков и является безразмерной величиной. Таким образом, используя формулы (1) и (2) и зная значения силы трения и нормальной реакции, можно определить коэффициент трения для любых поверхностей:

$$\mu = \frac{F_{mp}}{N} \quad (3)$$

Сила нормальной реакции опоры зависит от веса тела и равна ему по модулю, но противоположна по направлению. Вес тела  $P$  можно вычислить исходя из значения массы тела и ускорения свободного падения [14-16]; следовательно,  $N = P = m \cdot g$ .

Тогда формула (3) приобретает вид:

$$\mu = \frac{F_{mp}}{m \cdot g} \quad (4)$$

Трение покоя  $\mu_0$  проявляется, если тело, находящееся в состоянии покоя, приводится в движение. Трение скольжения  $\mu_{ск}$  проявляется при движении тела, и оно значительно



меньше трения покоя ( $\mu_{ск} < \mu_0$ ). Сила трения скольжения всегда противоположна движению тела [14-16], а при изменении направления скорости изменяется и направление силы трения. Если внешняя сила  $F$  превысит максимальное значение силы трения покоя  $\mu N$ , тело начнет движение.

Для определения коэффициента использовалась разрывная машина МИРК-1000К, предназначенная для статических испытаний образцов стальных канатов и изделий из них. Технические характеристики машины (наибольшая номинальная нагрузка – 1000 кН, ширина рабочего пространства – 450 мм и др.) позволяют проводить измерение силы трения с погрешностью не более 5% от измеряемой величины при статической тарировке, а также выполнять многократное скольжение образцов по одному и тому же следу на плоскости контртела.

Испытательный образец по требованиям ГОСТ Р 58753-2019 (Приложение В) помещали в захватные устройства типа «вилка» [15, 16], одно из которых было установлено на подвижной траверсе, а другое – выполнено неподвижным. Зона проведения испытаний имеет защитное ограждение. Разрывная машина МИРК-1000К оснащена автоматизированными системами управления/измерения, благодаря чему обеспечивается непрерывное автоматическое управление процессом нагружения и его визуализация. Для давлений 0.1-0.3 МПа использовали динамометр фирмы Tidemann с максимальным усилием растяжения 1 кН, а для давлений 0.4-0.9 МПа – динамометр ДПУ-5 с максимальным усилием растяжения 5 кН.

Опорной поверхностью служила бетонная бордюрная плита 500×200 мм и толщиной 70 мм (моделирование реальной бетонной поверхности). Пятно нагрузки передавалось на опорную поверхность при помощи стандартного бетонного кубика 50×50×50 мм (для повышенного давления 0.4-0.9 МПа) или бетонной призмы 50×180×100 мм (для пониженного давления 0.1-0.3 МПа). Между бетонными поверхностями укладывали гидроизоляционный ковер размером 200×400 мм, состоящий из двух слоев геотекстильного материала, между которыми размещалась полимерная ПВХ-мембрана LOGICBASE™ марки V-SL (двухслойная мембрана с желтым сигнальным слоем). Для подстилающего и разделительного слоя в гидроизоляционном ковре использовали иглопробивной термообработанный полипропиленовый геотекстиль плотностью 300-500 г·м<sup>-2</sup>.

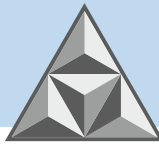
Схему определения силы трения реализовали согласно [15, 16] (рис. 2). Бетонные образцы вместе с гидроизоляционным пакетом (ковром) и держателями устанавливали на машину, после чего к ним прикладывали удельную нагрузку 0.1-1.0 МПа. В процессе возникающего перемещения измеряли силу трения, фиксируемую динамометрами каждые 5 мин после начала испытания. Испытание считали законченным при достижении постоянной силы трения, но не ранее чем через (25±5) мин после начала испытания.

#### *Испытание полимерных мембран на многоосное растяжение*

ГОСТ 33067-2014 «Материалы геосинтетические для тоннелей и подземных сооружений. Общие технические требования» содержит раздел по определению прочности при многоосном растяжении для материалов. Специфика работы деформационных швов в конструкциях подразумевает наличие большого количества разнонаправленных растягивающих и сдвигающих нагрузок [10, 17, 18], возникающих при сейсмических воздействиях. При этом классические испытания полимерных мембран на растяжение [9] в продольном и поперечном направлении не позволяют приблизить условия работы гидроизоляционного материала к работе реальных деформационных швов.

Установка для испытаний в общем виде (рис. 3, а) включает четыре основных узла.

*Испытательная камера.* Состоит из основания и зажимных колец с внутренним

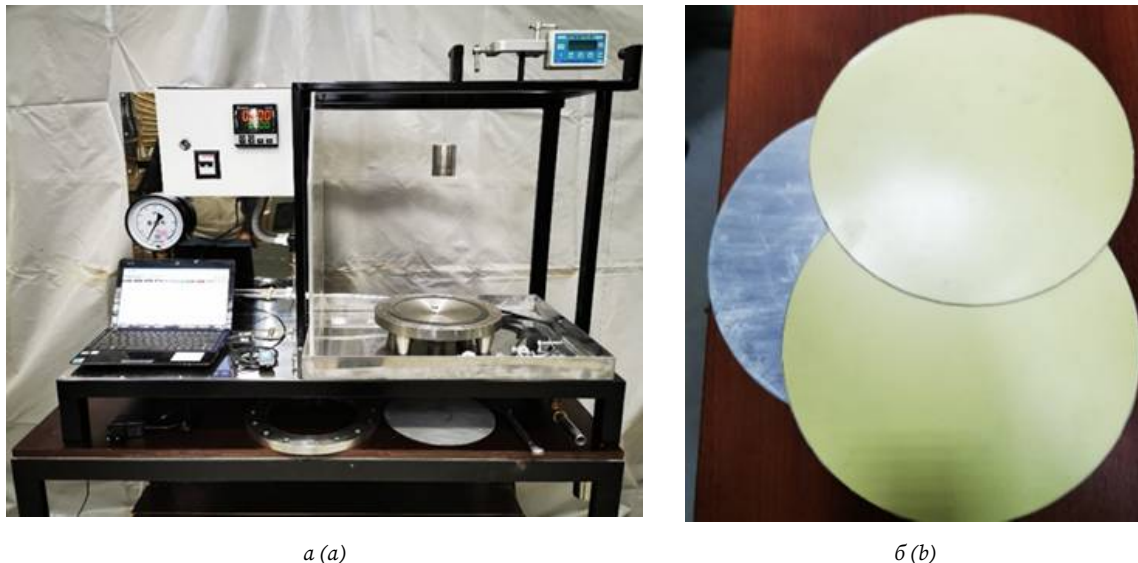


диаметром  $(200\pm 2)$  мм, что соответствует размеру образцов для испытаний. Нижний внутренний край зажимных колец имеет радиус закругления 3 мм.

*Основание испытательной камеры.* Расположено горизонтально, должно быть плоским или с впускным отверстием для жидкости в центре.

*Устройство для измерения прогиба.* Точность измерения  $\pm 0.5$  мм (может также использоваться чувствительный тензодатчик).

*Устройство для измерения давления жидкости.* Точность измерения  $\pm 1\%$ ; температура жидкости должна поддерживаться в течение всего испытания на уровне  $(20\pm 2)$  °С.



**Рис. 3.** Испытательная установка: а – общий вид; б – испытательные образцы из ПВХ мембраны

**Fig. 3.** Test facility: a – main view of the test facility; b – PVC membrane test samples

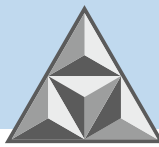
Испытания проводили по ГОСТ 33067-2014, Приложение ДВ (европейский стандарт EN 14151:2010 «Геосинтетики. Определение прочности при разрыве»). Объектами исследования служили образцы LOGICBASE™ V-SL круглой формы диаметром  $(200\pm 2)$  мм и толщиной 2 мм с сигнальным слоем. Предварительно очищенная лицевая поверхность образцов не имела видимых дефектов (рис. 3, б). Их кондиционировали при относительной влажности воздуха  $(65\pm 5)\%$  и температуре  $(20\pm 2)$  °С, укладывали на опорную поверхность камеры сигнальным слоем вверх, а тыльной стороной черного цвета – к основанию. Основание испытательной камеры для плотного прилегания образцов заполняли водой через впускное отверстие. Скорость потока жидкости составляла  $3 \text{ см}\cdot\text{с}^{-1}$ . В центр образцов устанавливали устройство для измерения деформаций. К образцам ступенчато прикладывали гидравлическое давление до момента разрыва, фиксируя их деформацию под действием давления.

## РЕЗУЛЬТАТЫ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

В результате испытаний систем «полимерный (ПВХ) гидроизоляционный материал – бетонная (железобетонная) конструкция» получены следующие данные (табл. 1).

В таблице 2 приведены результаты статистической обработки экспериментов.





**Таблица 1.** Результаты определения коэффициента трения ПВХ мембраны о бетонную поверхность  
**Table 1.** Results of friction coefficient determination of a PVC membrane on a concrete surface

Масса пригруза $m$ , кг	Площадь опирания $S$ , см <sup>2</sup>	Давление на опорную поверхность $P$ , МПа	Показания динамометра $F$ , кГ	Коэффициент трения $\mu$
- для давлений от 0.1 до 0.3 МПа – бетонная призма размерами 5x18x10 см; динамометр до 100 кГ				
97	90	0.11	30	0.309
			31	0.320
			32	0.330
172	90	0.19	54	0.314
			56	0.326
			59	0.343
207	90	0.23	71	0.343
			73	0.353
			75	0.362
278	90	0.30	91	0.327
			93	0.335
			95	0.342
- для давлений от 0.4 до 1.0 МПа – бетонный кубик размером 5x5x5 см; динамометр до 1000 кГ				
100	25	0.4	32.6	0.326
			33.6	0.336
			35.4	0.354
156	25	0.62	36.1	0.282
			45.9	0.359
			49.5	0.387
210	25	0.84	70.8	0.337
			73.1	0.348
			77.2	0.368
255	25	1.02	86.1	0.338
			90.6	0.355
			101.7	0.399

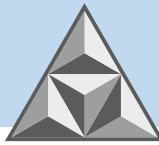
**Таблица 2.** Результаты статистической обработки экспериментов

**Table 2.** Results of statistical processing of experiments

Давление на опорную поверхность $P$ , МПа	Средний коэффициент трения $\mu_{ср}$	Стандарт отклонения $\sigma_{\mu}$	Абсолютная погрешность $\Delta_{\mu}$	Диапазон изменения коэффициента трения $\mu = \mu_{ср} \pm \Delta_{\mu}$
0.106	0.324	0.008	0.011	$0.324 \pm 0.011$
0.187	0.326	0.010	0.013	$0.326 \pm 0.013$
0.226	0.353	0.007	0.009	$0.353 \pm 0.009$
0.303	0.337	0.006	0.007	$0.337 \pm 0.007$
0.402	0.340	0.010	0.015	$0.340 \pm 0.015$
0.624	0.349	0.043	0.060	$0.349 \pm 0.060$
0.840	0.353	0.012	0.018	$0.353 \pm 0.018$
1.020	0.343	0.042	0.063	$0.343 \pm 0.063$

На рис. 4 показано изменение коэффициента трения в зависимости от величины давления на гидроизоляционный пакет (система «ПВХ мембрана – бетонное (железобетонное) основание»).

Для моделирования процесса опрокидывания в условиях сейсмической активности рассмотрена упрощенная классическая модель, известная из курсов теоретической механики, сопротивления материалов и теории упругости. С точки зрения сопротивления материалов, теоретическая модель процесса выглядит следующим образом [15-19]: брусок с нитью, привязанной к длинной грани, устанавливают торцом на горизонтальную поверхность стола. Если нить закреплена невысоко над поверхностью стола, при ее



потягивании брусок будет скользить, а в случае большой высоты закрепления нити может опрокинуться при минимальном скольжении. При определенной высоте  $h$  точки  $A$  крепления нити сила натяжения нити  $F$  опрокидывает брусок (см. рис. 5).

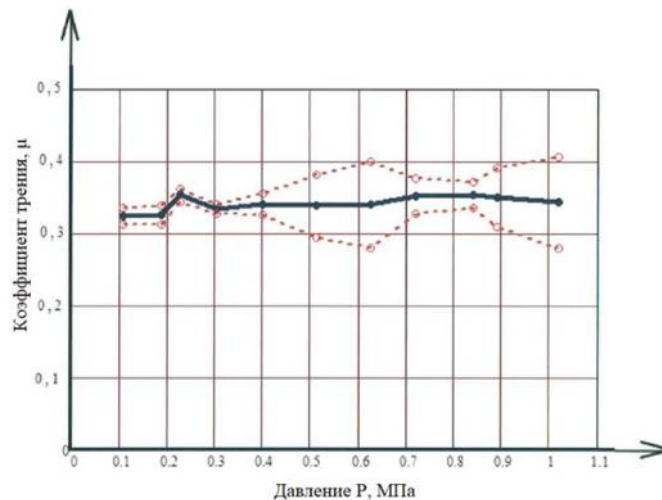


Рис. 4. Изменение коэффициента трения в зависимости от давления на гидроизоляционный пакет

Fig. 4. Change in the coefficient of friction depending on the pressure on the waterproofing package

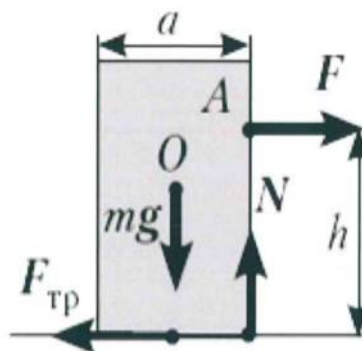


Рис. 5. Брусок и действующие на него усилия

Fig. 5. The bar and the forces acting on it

Условия равновесия для этого случая относительно точки – угла опрокидывания выглядят следующим образом:

$$Fh - mga/2 = 0. \quad (5)$$

$$F - F_{тр} = 0. \quad (6)$$

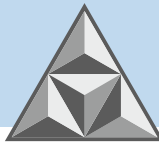
$$N - mg = 0. \quad (7)$$

С учетом формулы (2), получаем  $\mu mg = mga/2$ .

Из этого вытекает

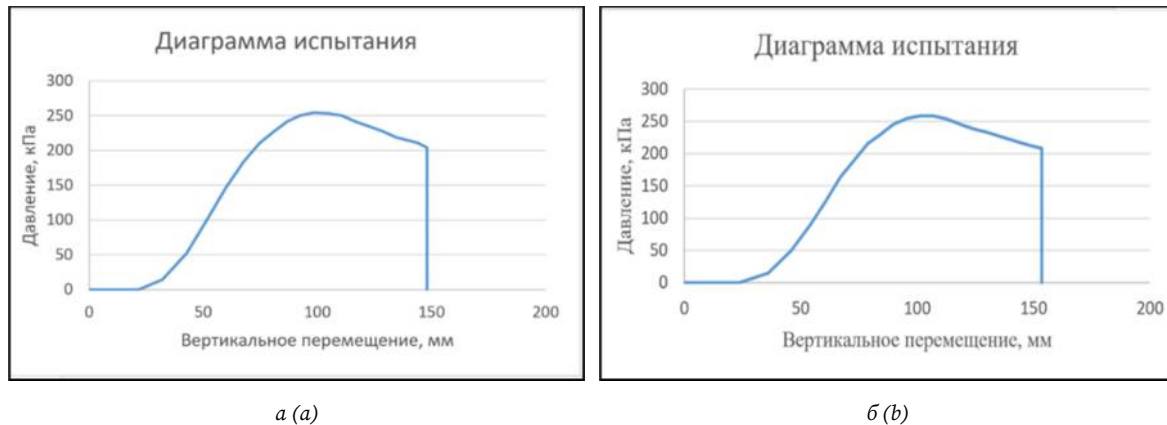
$$\mu = \frac{a}{2 \cdot h}. \quad (8)$$

Из выражений (6)-(8) следует, что сдвиг здания как полноценной системы произойдет при условии  $F_{тр} = \mu N < A mg$ , где  $A = 0.1, 0.2$  или  $0.4$  при сейсмичности площадки 7, 8 и 9 баллов соответственно (см. СП 14.13330.2018) [15-19].



Учитывая условие (8) и  $\mu > A$ , можно сделать вывод, что при данных показателях сейсмичности опрокидывание не произойдет.

Результаты испытаний гидроизоляционных ПВХ мембран на многоосное растяжение приведены на рис. 6 и в табл. 3.



**Рис. 6.** Результаты испытаний гидроизоляционных ПВХ мембран на многоосное растяжение:  
а, б – графики гидравлического давления и соответствующие ему деформации образцов

**Fig. 6.** Test results of waterproofing PVC membranes for multiaxial tension:  
a, b – Graphs of hydraulic pressure and corresponding deformations of samples

**Таблица 3.** Результаты испытаний по определению прочности при многоосном растяжении ПВХ мембран LOGICBASE™

**Table 3.** Test results for determining the multiaxial tensile strength of LOGICBASE™ PVC membranes

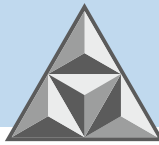
№ п/п	Определяемые показатели испытываемой продукции	Единица измерения	Обозначение нормативной документации на методы испытаний	Условия испытаний	Результаты
1.	Прочность при разрыве	кПа	ГОСТ 33067-2014 Приложение ДВ	$t = 22.2 \text{ }^\circ\text{C}$ , $W = 46.8\%$	среднее: 5591
2.	Максимальная прочность	кПа	ГОСТ 33067-2014 Приложение ДВ		среднее: 6948
3.	Деформация образца при разрыве	%	ГОСТ 33067-2014 Приложение ДВ		среднее: 114

На основании результатов исследований получены соответствующие заключения, которые позволяют использовать мембраны на объектах повышенного и высокого уровня ответственности (в частности, тоннелях, фундаментах уникальных зданий, промышленных резервуарах, защитных экранах полигонов твердых бытовых отходов) [9, 10, 19]. Также результаты исследований будут полезны для расчетов сейсмостойких зданий в различных программных комплексах [17-19] (ANSYS, STARKES, SCAD и др.).

## ВЫВОДЫ

Показано, что коэффициент трения ПВХ-мембран не превышает 0.4. Данная величина отвечает устойчивому состоянию здания, исключающему опрокидывание при сейсмичности площадки 7, 8 и 9 баллов.

Выявлена высокая эластичность гидроизоляционных ПВХ-мембран, что обеспечивает высокие показатели их прочности на многоосное растяжение и относительного удлинения. Прочность материала при воздействии многоосной нагрузки сохраняется в неизменном виде, без привязки к направлению приложения нагрузки.



Расчетные коэффициенты трения и результаты численного моделирования процесса опрокидывания здания с гидроизоляцией из мембран LOGICBASE™ показали, что указанные материалы могут успешно применяться в зонах с сейсмичностью до 9 баллов включительно.

## СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. **Мартемьянов А.И.** Проектирование и строительство зданий и сооружений в сейсмических районах. М.: Стройиздат, 1985. 255 с.
2. **Вагабов Г.А., Мустафин Р.Р.** Строительство зданий и сооружений из железобетона в зоне повышенной сейсмической активности // *Молодой ученый*. 2019. № 47(285). С.142-145.
3. **Савин С.Н., Данилов И.Л.** Сейсмотехника зданий и территорий. СПб: Лань, 2015. 240 с.
4. **Кловский А.В., Мареева О.В.** Особенности проектирования объектов повышенного уровня ответственности при пограничных значениях сейсмичности площадки строительства // *Природообустройство*. 2018. № 3. С. 63-69.
5. **Травуш В.И., Волков Ю.С.** О параметрической (Performance Based) модели нормирования и требованиях ГОСТ 27751-2014 "Надежность строительных конструкций и оснований. Основные положения" // *БСТ: Бюллетень строительной техники*. 2018. № 2(1002). С. 36-38.
6. **Еременко Д.Б.** Технический регламент как источник объективных требований к применяемым материалам (в порядке обсуждения) // *Промышленное и гражданское строительство*. 2015. № 11. С. 57-62.
7. **Лебедева И.В.** Проблемы нормирования надежности строительных конструкций и экспертная деятельность в области международной стандартизации // *Строительная механика и расчет сооружений*. 2022. № 2 (301). С. 39-46.
8. **Ершов Г.А., Семериков В.Н., Семериков Н.В., Тарасев Ю.И.** Нормативное обеспечение терминологии в области надежности, хорош или плох ГОСТ 27751-2014 // *Стандарты и качество*. 2023. № 2. С. 37-41.
9. **Шалимов В.Н., Цыбенко А.В., Гоглев И.Н.** Исследование расхода инъекционных составов в ремонтнопригодных системах гидроизоляции фундаментов // *Умные композиты в строительстве*. 2022. Т. 3, вып. 2. С. 29-44. DOI: [https://doi.org/10.52957/27821919\\_2022\\_2\\_29](https://doi.org/10.52957/27821919_2022_2_29). URL: [https://docs.yandex.ru/docs/view?url=ya-disk-public%3A%2F%2F3MН%2FtYvYFPs3TLkcfuDBrTNxOq-DGa0660tQNf00DBl4DGv5CTw6Sa4ZVuFHDjcNkq%2FJ6bpmRyOJonT3VoXnDag%3D%3D&name=V3N2\\_2022.pdf](https://docs.yandex.ru/docs/view?url=ya-disk-public%3A%2F%2F3MН%2FtYvYFPs3TLkcfuDBrTNxOq-DGa0660tQNf00DBl4DGv5CTw6Sa4ZVuFHDjcNkq%2FJ6bpmRyOJonT3VoXnDag%3D%3D&name=V3N2_2022.pdf)
10. **Цыбенко А.В.** Многоосное растяжение полимерного рулонного гидроизоляционного материала. определение прочности при разрыве // *Фундаменты*. 2022. № 3(9). С.55-57.
11. **Румянцева В.Е., Гоглев И.Н., Логинова С.А.** Применение полевых и лабораторных методов определения карбонизации, хлоридной и сульфатной коррозии при обследовании строительных конструкций зданий и сооружений // *Строительство и техногенная безопасность*. 2019. № 15(67). С. 51-58.
12. **Федосов С.В., Федосеев В.Н., Логинова С.А., Гоглев И.Н.** Выявление сульфатной и хлоридной коррозии бетона на полевой и лабораторной стадиях обследования строительных конструкций зданий и сооружений // *БСТ: Бюллетень строительной техники*. 2021. № 10(1046). С. 29-31.
13. **Логинова С.А., Гоглев И.Н.** Индикаторные способы определения долговечности железобетонных конструкций при их обследовании // *Строительство и техногенная безопасность*. 2022. № 8. С. 119-126. DOI: 10.34031/2071-7318-2022-7-8-8-16.
14. **Клавсюк А.Л., Никонорова Е.А., Салецкий А.М., Слепков А.И.** Лабораторный практикум по механике. Часть 1.М.: ООП Физ. фак-та МГУ, 2014. 215 с.



15. Кабардина С.И., Шефер Н.И. Измерения физических величин. М.: БИНОМ "Лаборатория знаний", 2005. 136 с.
16. Кравченко Н.С., Гаврилина Н.И. Определение коэффициента силы трения скольжения. Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2012. 10 с.
17. Симбиркин В.Н., Панасенко Ю.В. Учет указаний СП 14.13330.2018 при реализации расчета сооружений на сейсмические воздействия в программном комплексе STARK ES // *Вестник НИИЦ Строительство*. 2019. № 2(21). С. 103-113.
18. Соколов Н.С. Длительные исследования процессов деформирования оснований фундаментов при повышенных нагрузках // *Жилищное строительство*. 2018. № 5. С. 3-8.
19. Определение коэффициента трения на уровне материала рулонного полимерного гидроизоляционного LOGICROOFT-SL. Научно-технический отчет. М., 2015. 18 с.

Поступила в редакцию 04.02.2023

Одобрена после рецензирования 17.03.2023

Принята к опубликованию 23.03.2023

## REFERENCES

1. Martem'janov, A.I. (1985) *Design and construction of building sand structures in seismic areas*. М.: Strojizdat (in Russian).
2. Vagabov, G.A. & Mustafin, R.R. (2019) Construction of reinforced concrete buildings and structures in the zone of increased seismic activity, *Molodoj uchenyj*, 47(285), pp.142-145 (in Russian).
3. Savin, S.N. & Danilov, I.L. (2015) *Seismic safety of buildings and territories*. SPb: Lan (in Russian).
4. Klovskij, A.V. & Mareeva, O.V. (2018) Features of the design of objects with an increased level of responsibility at the boundary values of the seismicity of the construction site, *Prirodoobustrojstvo*, (3), pp. 63-69 (in Russian).
5. Travush, V.I. & Volkov, Ju.S. (2018) About the parametric (Performance Based) model of rationing and the requirements of GOST 27751-2014 "Reliability of building structures and foundations. Basic provisions", *BST: Bjuliten' stroitel'noj tehniki*, (2), pp. 36-38 (in Russian).
6. Eremenko, D.B. (2015) Technical regulations as a source of objective requirements for the materials used (in the order of discussion), *Promyshlennoe i grazhdanskoe stroitel'stvo*, (11), pp. 57-62 (in Russian).
7. Lebedeva, I.V. (2022) Problems of rationing the reliability of building structures and expert activity in the field of international standardization, *Stroitel'naja mehanika i raschet sooruzhenij*, (2), pp. 39-46 (in Russian).
8. Ershov, G.A, Semerikov, V.N., Semerikov, N.V. & Taras'ev, Ju.I. (2023) Regulatory support of terminology in the field of reliability. is GOST 27751-2014 good or bad, *Standarty i kachestvo*, (2), pp. 37-41 (in Russian).
9. Shalimov, V.N., Cybenko, A.V. & Goglev, I.N. (2022) Investigation of the consumption of injection formulations in maintainable waterproofing systems of foundations, *Smart Composite in Construction*, 3(2), pp. 29-44. DOI: [https://doi.org/10.52957/27821919\\_2022\\_2\\_29](https://doi.org/10.52957/27821919_2022_2_29) [online]. Available at: <https://docs.yandex.ru/docs/view?url=ya-disk-public%3A%2F%2F3MH%2FtYvYFPs3TLkcfuDBrTNxOqDGa0660tQNFo0DBI4DGv5CTw6Sa-4ZVuFHDjcNkq>



[%2FJ6bpmRyOJonT3VoXnDag%3D%3D&name=V3N2\\_2022.pdf \(in Russian\).](#)

10. **Cybenko, A.V.** (2022) Multiaxial stretching of polymer roll waterproofing material. determination of tensile strength, *Fundamenty*, 3(9), pp. 55-57 (in Russian).
11. **Rumjanceva, V.E., Goglev, I.N. & Loginova, S.A.** (2019) Application of field and laboratory methods for the determination of carbonation, chloride and sulfate corrosion in the examination of building structures of buildings and structures, *Stroitel'stvo i tehnogennaja bezopasnost'*, 15(67), pp. 51-58 (in Russian).
12. **Fedosov, S.V., Fedoseev, V.N., Loginova, S.A. & Goglev, I.N.** (2021) Detection of sulfate and chloride corrosion of concrete at the field and laboratory stages of inspection of building structures of buildings and structures, *BST: Bulleten' stroitel'noj tehniki*, 10(1046), pp. 29-31 (in Russian).
13. **Loginova, S.A. & Goglev, I.N.** (2022) Indikatornye sposoby opredelenija dolgovechnosti zhelezobetonnyh konstrukcij pri ih obsledovanii, *Stroitel'stvo i tehnogennaja bezopasnost'*, (8), pp. 119-126 (in Russian).
14. **Klavsjuk, A.L., Nikonorova, E.A., Saleckij, A.M. & Slepkov, A.I.** (2014) *Laboratory workshop on mechanics. Part 1.* M.: OOP Fiz. fak-ta MGU (in Russian).
15. **Kabardina, S.I. & Shefer, N.I.** (2005) *Measurements of physical quantities.* M.: BINOM "Laboratoriya znaniy" (in Russian).
16. **Kravchenko, N.S. & Gavrilina, N.I.** (2012) *Determination of the coefficient of sliding friction force.* Tomsk: Izd-vo Tomskogo politekhnicheskogo universiteta (in Russian).
17. **Simbirkin, V.N. & Panasenko, Ju.V.** (2019) Taking into account the instructions of SP 14.13330.2018 when implementing the calculation of structures for seismic impacts in the STARK ES software package, *Vestnik NIC Stroitel'stvo*, 2(21), pp. 103-113 (in Russian).
18. **Sokolov, N.S.** (2018) Long-term studies of the processes of deformation of the foundations of foundations under increased loads, *Zhilishhnoe stroitel'stvo*, 5, pp. 3-8 (in Russian).
19. **Dzhinchelashvili, G.A.** (2015) *Determination of the coefficient of friction at the material level of the rolled polymer waterproofing LOGICROOFT-SL. Scientific and technical report.* Moskva (in Russian).

Received 04.02.2023

Approved after reviewing 17.03.2023

Accepted 23.03.2023