Вестник Евразийской науки / The Eurasian Scientific Journal https://esj.today

2024, Том 16, № 2 / 2024, Vol. 16, Iss. 2 https://esj.today/issue-2-2024.html

URL статьи: https://esj.today/PDF/78SAVN224.pdf

2.1.1. Строительные конструкции, здания и сооружения (технические науки)

Ссылка для цитирования этой статьи:
Мамедов, Ш. М. Оценка остаточного ресурса и срока службы керамического кирпича / Ш. М. Мамедов, Д. И. Корольков, П. Н. Пачулия, Р. Р. Сайганов // Вестник евразийской науки. — 2024. — Т. 16. — № 2. — URL: https://esj.today/PDF/78SAVN224.pdf

For citation:
Mamedov Sh.M., Korolkov D.I., Pachuliia P.N., Sayganov R.R. Assessment of residual resource and service life of ceramic bricks. *The Eurasian Scientific Journal*. 2024;16(2): 78SAVN224. Available at: https://esj.today/PDF/78SAVN224.pdf. (In Russ., abstract in Eng.)

УДК 69

Мамедов Ширали Махаррам-оглы
ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет»,
Санкт-Петербург, Россия
Научный сотрудник
Кандидат экономических наук, доцент
E-mail: mamedov_am@bk.ru
ORCID: https://orcid.org/0000-0003-0366-1085
РИНЦ: https://elibrary.ru/author_profile.asp?id=666477

Корольков Дмитрий Игоревич
ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет»,
Санкт-Петербург, Россия
Аспирант
E-mail: korol9520@yandex.ru
РИНЦ: https://elibrary.ru/author_profile.asp?id=945627

Пачулия Павел Ниязович
ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет»,
Санкт-Петербург, Россия
Аспирант
E-mail: pawel.pa4ulia@yandex.ru
ORCID: https://orcid.org/0000-0003-2415-2087
РИНЦ: https://elibrary.ru/author_profile.asp?id=1084556

Сайганов Рустам Рашидович
ФГБОУ ВО «Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет»,
Санкт-Петербург, Россия
E-mail: sagirusram@gmail.com
ORCID: https://orcid.org/0009-0004-5921-9848

Оценка остаточного ресурса и срока службы керамического кирпича

Аннотация. Долговечность построек, возведенных из кирпича, дает ему преимущество над другими строительными материалами. При условии, что во время строительства были соблюдены все нормы и положения. Пожаростойкость у этого материала лучшая среди прочих строительных средств. Он более устойчив к воздействиям окружающей среды. Благодаря этим

свойствам на протяжении многих лет популярность этого строительного материала не уменьшается.

Однако несмотря на долгую историю его применения вопрос прогнозирования его срока службы и соответственно остаточного ресурса изучен недостаточно.

В данной работе выполнено сравнение двух методов расчета остаточного ресурса и срока службы: с использованием уравнений регрессии и по изменению геометрических параметров сечения, применительно к кирпичной кладке.

На примере обследования трех реальных объектов, эксплуатируемых в одном климатическом районе, построенных из кирпича одной и той же марки прочности М75 по одному ГОСТу, на одинаковом растворе одной марки прочности М25, определены пределы прочности кладки по формуле Л.И. Онищика.

По вычисленной расчетной прочности кладки каждого объекта и их срока эксплуатации на момент обследования на основе составленного уравнения регрессии определен предельный срок службы зданий и вычислен их остаточный ресурс.

На основе полученных, из результатов обследования, данных по нагрузке и толщине кирпичных стен выполнен расчет срока службы по изменению геометрических параметров сечения кладки.

Выполнено сравнение полученных результатов расчета сроков службы и остаточного ресурса по каждому из методов, выделены их достоинства и недостатки. Даны практические рекомендации по применению данных методов расчета.

Ключевые слова: остаточный ресурс; срок службы; контроль результатов; прогнозирование сроков службы; методы расчета; керамический кирпич; кирпичная кладка; каменные здания; долговечность строительных конструкций

Введение

Традиционно дома, построенные из кирпича, считаются олицетворением красоты, долговечности и надежности. Хотя кирпич, изготавливаемый из глины, можно назвать очень древним строительным материалом, его использование вполне актуально и в современном строительстве. С того времени, как кирпич начали активно использовать, изменилось очень многое. Прежде всего, была усовершенствована технология производства, строительный кирпич стал более стойким к износу, крепче и эстетичнее. Появилась множество моделей кирпичей, имеющих различный внешний вид, цвет и даже свойства.

Однако по-прежнему востребованными остаются здания из классического красного кирпича, славящиеся своей надежностью и качественными характеристиками.

Старые кирпичные постройки — яркий пример того, что такие кирпичные дома могут не выходить из эксплуатации в течение столетий.

У кирпича есть ряд характеристик, отличающих его от более современных стройматериалов. Керамический кирпич характеризуется значительной стойкостью к различного рода воздействиям, обладает морозостойкостью и прочностью. Также кирпичные стены обеспечивают неплохую звукоизоляцию, мало поглощают влагу. После дождей кирпич быстро сохнет и всегда сохраняет внешний вид. Это «дышащий» материал с пористой структурой, благодаря чему обеспечиваются комфортные условия в помещении. Данный материал называют экологически чистым, так как он производится из натуральной глины посредством последующего обжига. Кирпич очень прочен, а также устойчив к большинству

климатических воздействий, поэтому постройки из него длительное время сохраняют свой первоначальный вид.

Вопрос о том, сколько могут прослужить конструкции из кирпича, стоит очень остро. Это касается не только новых домов (проектируемых), но и уже построенных (эксплуатирующихся какое-то время) [1–7].

В различных источниках проектный срок службы таких конструкций составляет от 30 до 150 лет. Однако имеются памятники архитектуры, которые прослужили значительно больше указанного срока.

Поэтому разработка методов расчета срока службы и остаточного ресурса для каменных зданий является очень важной задачей [8].

Методика исследования

В данной работе выполнено сравнение двух методов расчета остаточного ресурса [9–11], на примере обследования реальных объектов, которые выполнены из одного и того же кирпича. Прежде, чем приступить к определению непосредственно самого остаточного ресурса, необходимо выбрать основной параметр, по которому будет вестись расчет. Этим параметром будет предел прочности кирпичной кладки при сжатии.

Расчет предела прочности кладки из кирпича, обыкновенных камней, кирпичных блоков и бута при центральном сжатии оценивается по формуле Л.И. Онищика [12]:

$$R_u = A \cdot R_1 \cdot (1 - \frac{a}{b+R_2/R_1}) \cdot \eta, \quad (1)$$

R_u — предел прочности кладки при сжатии; R_1 и R_2 — соответственно пределы прочности камня и раствора при сжатии в кг/см^2; a и b — эмпирические безразмерные коэффициенты, зависящие от вида кладки; A — конструктивный коэффициент (безразмерный), зависящий от прочности и вида камня, подсчитываемый по формуле [8]:

$$A = \frac{100+R_1}{100 \cdot n + m \cdot R_1}, \quad (2)$$

m и n — коэффициенты, зависящие от вида кладки.

Значения коэффициентов a, b, m и n, согласно СП 15.13330[1], представлены в таблице 1.

Таблица 1

Величины коэффициентов a, b, m и n

Кладка	a	b	m	n
Кирпичная (высота ряда от 5 до 15 см) и из крупных кирпичных блоков	0,2	0,3	1,25	3
Из сплошных камней правильной формы (высота ряда 18–29 см)	0,15	0,3	1,1	2,5
То же, из пустотелых камней	0,15	0,3	1,5	2,5
Из сплошных крупных блоков (высота ряда 60 см и более)	0,09	0,3	—	—
Из рваного бутового камня (для кладки в возрасте 3 мес.)	0,2	0,25	2,5	8,0

Составлено авторами

При определении прочности кладки из сплошных легкобетонных крупных блоков принимается коэффициент A = 0,8, а из крупных блоков тяжелого бетона A = 0,9.

η — поправочный коэффициент для кладок на растворах низких марок (25 и ниже). Эти коэффициенты принимают равными:

[1] СП 15.13330.2020 «Каменные и армокаменные конструкции».

78SAVN224
Издательство «Мир науки» \ Publishing company «World of science» http://izd-mn.com

При $R_2 > R_{2,1}$ $\eta = 1$.

При $R_2 < R_{2,1}$.

$$\eta = \frac{\eta_0 \cdot R_{2,1} + (3 - \eta_0) \cdot R_2}{R_{2,1} + 2 \cdot R_2}. \quad (3)$$

Для кладки из кирпича и камней правильной формы $R_{2,1} = 0{,}04R_1$; $\eta_0 = 0{,}75$; для бутовой кладки $R_{2,1} = 0{,}08R_1$; $\eta_0 = 0{,}25$ [12].

Расчетное значение прочности кладки определяется:

$$R = 0{,}5 \cdot R_u. \quad (4)$$

Выполним определение остаточного ресурса для кирпичной кладки.

Расчет остаточного ресурса будет произведен на основании результатов обследования группы зданий, выполненных по проекту из керамического кирпича марки М75 на кладочном растворе марки М25.

В процессе инструментального обследования строительных конструкций использовался прибор «ОНИКС-2.6», предназначенный для определения прочности строительных материалов (бетона, кирпича, цементного раствора) на сжатие методом ударного импульса [13].

Результаты инструментального обследования представлены в таблицах 2–4.

Таблица 2

Результаты определения фактической прочности материалов кирпичной кладки (кирпич, раствор) стен здания 2

№ п/п	Место измерения (помещение, отметка)	Наименование конструкции	Фактическая прочность кирпича (МПа)	Фактическая прочность раствора (МПа)
1	отметка 0,000	Внешняя стена	24,0	6,8
2	отметка 0,000	Внешняя стена	25,8	7,1
3	отметка +7,800	Внутренняя стена	18,1	5,6
4	отметка 0,000	Внутренняя стена	17,0	6,2
5	отметка +7,800	Внутренняя стена	18,9	7,9
6	отметка +7,800	Внутренняя стена	20,1	6,6
7	отметка +7,800	Внутренняя стена	19,2	5,9
8	отметка +7,800	Внутренняя стена	20,8	6,0
9	отметка +7,800	Внутренняя стена	27,9	6,1
10	отметка +7,800	Внутренняя стена	26,6	4,2
11	отметка +7,800	Внутренняя стена	24,0	4,6
12	отметка +7,800	Внутренняя стена	26,7	4,9
13	отметка +7,800	Внутренняя стена	25,6	8,0
14	отметка +7,800	Внутренняя стена	26,7	4,5
15	отметка +7,800	Внутренняя стена	—	5,4

Составлено авторами

Таблица 3

Результаты определения фактической прочности материалов кирпичной кладки (кирпич, раствор) стен здания 2а

№ п/п	Место измерения (помещение, отметка)	Наименование конструкции	Фактическая прочность кирпича (МПа)	Фактическая прочность раствора (МПа)
1	отметка -3,900	Внутренняя стена	23,1	5,5
2	отметка -3,100	Внешняя стена	16,4	6,9
3	отметка -3,100	Внешняя стена	14,6	7,1
4	отметка 0,000	Внутренняя стена	17,2	5,3
5	отметка +15,600	Внутренняя стена	19,6	7,3

78SAVN224
Издательство «Мир науки» \ Publishing company «World of science» http://izd-mn.com

№ п/п	Место измерения (помещение, отметка)	Наименование конструкции	Фактическая прочность кирпича (МПа)	Фактическая прочность раствора (МПа)
6	отметка +18,300	Внешняя стена	26,1	7,7
7	отметка +18,300	Внешняя стена	18,4	6,9
8	отметка +18,300	Внешняя стена	28,1	4,9
9	отметка +15,600	Внутренняя стена	17,5	4,6
10	отметка +15,600	Внутренняя стена	21,7	6,1
11	отметка +15,600	Внутренняя стена	24,9	6,3
12	отметка +15,600	Внутренняя стена	31,1	4,8
13	отметка +15,600	Внутренняя стена	23,1	5,2
14	отметка +15,600	Внутренняя стена	28,4	5,4
15	отметка +15,600	Внутренняя стена	25,4	—
16	отметка +15,600	Внутренняя стена	24,7	—
17	отметка +15,600	Внутренняя стена	27,8	—
18	отметка +15,600	Внутренняя стена	29,4	—

Составлено авторами

Таблица 4

Результаты определения фактической прочности материалов кирпичной кладки (кирпич, раствор) наружных стен здания 10а

№ п/п	Место измерения (помещение, отметка)	Наименование конструкции	Фактическая прочность кирпича (МПа)	Фактическая прочность раствора (МПа)
1	отметка +1,000	Внешняя стена	26,8	8,4
2	отметка +1,000	Внешняя стена	26	8,1
3	отметка +1,000	Внешняя стена	25,4	8,7
4	отметка +1,000	Внешняя стена	27,9	8,6
5	отметка +0,500	Внешняя стена, цоколь	26,2	6
6	отметка +1,000	Внешняя стена	21,8	6,7
7	отметка +1,000	Внешняя стена	21,4	9,2
8	отметка +1,000	Внешняя стена	26,1	8,6
9	отметка +0,500	Внешняя стена, цоколь	26,6	7,9
10	отметка +1,000	Внешняя стена	28,2	5,6
11	отметка +0,500	Внешняя стена, цоколь	25,7	5,7
12	отметка +1,000	Внешняя стена	27,8	8,4
13	отметка +1,000	Внешняя стена	27	6,5
14	отметка +1,000	Внешняя стена	21,1	8,6
15	отметка +1,000	Внешняя стена	26,3	8
16	отметка +0,500	Внешняя стена, цоколь	26	6,5
17	отметка +1,000	Внешняя стена	25,8	5,7
18	отметка +1,000	Внешняя стена	28,1	5,9
19	отметка +1,000	Внешняя стена	26,4	7,2
20	отметка +1,000	Внешняя стена	23,3	6,8

Составлено авторами

Срок эксплуатации:

Здания 2 — 59 лет;

Здания 2а — 57 лет;

Здания 10а — 35 лет.

Рассчитаем значение прочности кладки. Результаты расчета представлены в таблице 5.

После обработки полученных расчетных значений прочности кладки получено уравнение вида:

$$R_u = 0{,}0246 \cdot t + 6{,}1236. \quad (5)$$

Издательство «Мир науки» \ Publishing company «World of science» http://izd-mn.com

Таблица 5

Значение прочности кладки

Объект	Срок службы	Среднее значение прочности кирпича	Среднее значение прочности раствора	Прочность кладки по формуле Онищика	Расчетная прочность кладки
Здание 2	59	22,96	5,99	9,37	4,68
Здание 2а	57	23,19	6	9,43	4,71
Здание 10а	35	25,695	7,355	10,53	5,26

Составлено авторами

Рассчитаем остаточный ресурс сначала по уравнению регрессии. Расчетное сопротивление сжатию кладки, выполненной из кирпича марки М75 и раствора марки М25, согласно таблице 2 СП 15.13330[1] равно 1,1 МПа. Это значение принято, как минимальное, согласно проекту.

Тогда предельный срок службы будет равен:

$$t = \frac{R_{min} - a_0}{a_1} = \frac{1{,}1 - 6{,}1236}{-0{,}0246} = 204{,}2 \approx 204 \text{ года}.$$

Поскольку в проведенном исследовании отсчет во времени ведется после 35 лет эксплуатации, то примем эту точку за начало координат.

Остаточный ресурс будет равен:

Для здания 2:

$$T_{ост} = t - t_{эксп} = 204 - (59 - 35) = 180 \text{ года}.$$

Для здания 2а:

$$T_{ост} = t - t_{эксп} = 204 - (57 - 22) = 182 \text{ года}.$$

Для здания 10а:

$$T_{ост} = t - t_{эксп} = 204 - (35 - 35) = 204 \text{ года}.$$

Теперь определим остаточный ресурс по методу изменения параметров. Расчет будет выполнен для центрально-сжатых элементов.

Формула будет иметь следующий вид:

$$T_{\text{пред}} = \frac{[m_g \cdot \varphi \cdot A \cdot R]_{\text{фак}} - [m_g \cdot \varphi \cdot A \cdot R]_{min}}{v} = \frac{[m_g \cdot \varphi \cdot A \cdot R]_{\text{фак}} - N}{v}. \quad (6)$$

При h ≥ 30 см или i ≥ 8,7 см коэффициент m_g следует принимать равным единице.

Определим скорость изменения параметра.

В таблице 6 предоставлены характеристики прочности кладки обследованных зданий, необходимые для дальнейших расчетов.

Таблица 6

Значение прочности кладки

Объект	Срок службы	m_g	φ	A	R	$m_g \cdot \varphi \cdot A \cdot R$
Здание 2	59	1	0,9	0,51	4,68355815	2,149753
Здание 2а	57	1	0,9	0,51	4,71394642	2,163701
Здание 10а	35	1	0,9	0,51	5,26484142	2,416562

Составлено авторами

78SAVN224
Издательство «Мир науки» \ Publishing company «World of science» http://izd-mn.com

Уравнение зависимости параметра кирпичной кладки во времени принимает вид:

$$R_u = -0{,}0113 \cdot t + 2{,}8107. \quad (7)$$

Для того чтобы определить скорость изменения параметра возьмем производную от полученного уравнения.

$$v = y' = (-0{,}0113 \cdot x + 2{,}8107)' = -0{,}0113.$$

Определим остаточный ресурс для здания 10а.

Сначала определим остаточный ресурс для одноэтажного пролета по оси В. По результатам сбора нагрузки N = 125,58 кН.

$$t = (1 \cdot 0{,}9 \cdot 0{,}51 \cdot 5\,265 - 121{,}58)/11{,}273 = 203{,}6 \approx 204 \text{ года}.$$

Теперь рассчитаем для двухэтажного пролета. По результатам сбора нагрузки N = 251,16 кН.

$$t = (1 \cdot 0{,}9 \cdot 0{,}51 \cdot 5\,265 - 251{,}16)/11{,}273 = 192{,}09 \approx 192 \text{ года}.$$

Теперь проведем расчет для здания 10а для случаев после 57 и 59 лет эксплуатации.

Сначала определим остаточный ресурс для одноэтажного пролета по оси В.

После 57 лет эксплуатации.

$$t = (1 \cdot 0{,}9 \cdot 0{,}51 \cdot 4\,713 - 121{,}58)/11{,}273 = 181{,}11 \approx 181 \text{ год}.$$

После 59 лет эксплуатации.

$$t = (1 \cdot 0{,}9 \cdot 0{,}51 \cdot 4\,684 - 121{,}58)/11{,}273 = 179{,}93 \approx 180 \text{ лет}.$$

Теперь рассчитаем для двухэтажного пролета.

После 57 лет эксплуатации.

$$t = (1 \cdot 0{,}9 \cdot 0{,}51 \cdot 4\,713 - 251{,}16)/11{,}273 = 169{,}62 \approx 170 \text{ лет}.$$

После 59 лет эксплуатации.

$$t = (1 \cdot 0{,}9 \cdot 0{,}51 \cdot 4\,684 - 251{,}16)/11{,}273 = 168{,}44 \approx 169 \text{ лет}.$$

Выводы

Расчеты показали сходимость результатов по двум разным методам. Однако, несмотря на сходимость результатов, следует оговорить несколько моментов.

Полученное уравнение регрессии для данной кладки, хотя и позволяет получить предельный срок эксплуатации, оно, тем не менее, не учитывает особенности приложения нагрузки и ее величину. Данное уравнение учитывает только физико-механические особенности данной кладки (в рамках тех характеристик, что представлено в формуле Онищика).

Таким образом, можно сделать вывод о том, что данное уравнение позволяет сделать оценку остаточного ресурса в среднем для кладки.

Второй метод по изменению параметров кладки позволяет оценить остаточный ресурс кладки для различных участков кладки. Он учитывает особенности нагружения и величину нагрузки. Такой метод позволяет учесть много факторов, что способствует выявлению наиболее слабых мест.

78SAVN224
Издательство «Мир науки» \ Publishing company «World of science» http://izd-mn.com

На основании проведенных исследований можно сделать следующие выводы:

1. Рассмотренные методы позволяют точно оценить остаточный ресурс при наличии достаточного количества данных.
2. Однофакторные уравнения регрессии позволяют получать результаты достаточные для инженерной оценки остаточного ресурса. Для более точного расчета необходимо учитывать большее число факторов.
3. Метод оценки остаточного ресурса, учитывающий множество факторов, а также включающий применение регрессионного анализа, позволяет весьма точно оценить остаточный ресурс. Однако его применение возможно только при условии достаточности (полноты) проведенного обследования.
4. Данные методы показали сходимость результатов, что говорит о возможности их совместного использования для проверки полученных значений.

Практические рекомендации для применения на практике.

По результатам данной работы можно дать следующие практические рекомендации для применения на практике:

1. В случае если было проведено полное обследование, которое позволили определить характеристики материалов конструкций, схемы нагружений и т. д., то в этом случае необходимо применение сразу обоих методов для лучшей оценки остаточного ресурса.
2. Если по результатам обследования не удалось установить какие-либо показатели (параметры) необходимые для дальнейшего расчета, то в этом случае необходимо воспользоваться методом оценки на основе уравнений регрессии с одним фактором для получения средней оценки.

Данные рекомендации справедливы при условии наличия данных о подобных конструкциях, полученных для других объектов с различным сроком эксплуатации.

ЛИТЕРАТУРА

1. Bocca P., Grazzini A., Masera D. Fatigue behaviour analysis for the durability prequalification of strengthening mortars // Journal of Physics: Conference Series, — 2011 — Т. 305(1) — С. 012041. — DOI: 10.1088/1742-6596/305/1/012041.
2. Ana-Maria Dabija. Durability, Resilience and Sustainability in the Building Rehabilitation Process // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, — 2021 — Т. 1203(3) — С. 032104. — DOI: 10.1088/1757-899X/1203/3/032104.
3. Wen Xu, Mostafa Jalal, Umme Zakira, Linbing Wang. Study on the Mechanical Properties and Durability of Carbon Fiber Reinforced Lime-Based Mortar // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science, — 2021 — Т. 719 — С. 032032. — DOI: 10.1088/1755-1315/719/3/032032.
4. Zheldakov D., Tursukov S. Method for Calculating the Durability of Bricklaying Materials Based on Chemical Corrosion Processes // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, — 2021 — Т. 1079 — С. 052009. — DOI: 10.1088/1757-899X/1079/5/052009.

78SAVN224
Издательство «Мир науки» \ Publishing company «World of science» http://izd-mn.com

5. Zheldakov D., Tursukov S. The Durability of Large-Block Hollow Ceramics // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, — 2021 — Т. 1079 — С. 052018. — DOI: 10.1088/1757-899X/1079/5/052018.
6. Molina E., Cultrone G., Sebastián E., Alonso F.J. Evaluation of stone durability using a combination of ultrasound, mechanical and accelerated aging tests, // Journal of Geophysics and Engineering, June — 2013 — Т 10 — № 3 — С. 035003. — DOI: 10.1088/1742-2132/10/3/035003.
7. Vyborny J., Petriková M., Fiala L., Koci J. Influence of the fracture toughness on durability of the silicate structures // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering — 2018 — Т. 385 — С. 012062. — DOI: 10.1088/1757-899X/385/1/012062.
8. Келасьев Н.Г., Кодыш Э.Н., Трекин Н.Н., Терехов И.А., Шмаков С.Д., Чаганов А.Б. Определение срока службы конструкций, зданий и сооружений. // Промышленное и гражданское строительство, — 2020 — № 2 — С. 12–17.
9. Korolkov D., Bolodyan G., Gravit M. Estimation residual resource of unreinforced stone structures by changing the parameters masonry. // Lecture Notes in Civil Engineering. — 2022. — Т. 180. — С. 335–346. — DOI: 10.1007/978-3-030-83917-8_31.
10. Korolkov, D.I., Gravit, M.V., Bolod'yan, G.I., Meshalkin, E.A. Estimation Residual Resource of Reinforced Stone Structures by Changing the Parameters of the Section Masonry. В книге: Ivanov, D., Panin, A., Sukhanova, I. (eds) Proceedings of ECSF 2021. // Lecture Notes in Civil Engineering, — 2022 — С. 123–132 — DOI: 10.1007/978-3-030-99877-6_14.
11. Оценка остаточного ресурса строительных конструкций: монография / Д.И. Корольков: Санкт-Петербургский государственный архитектурно-строительный университет. — Санкт-Петербург: СПбГАСУ, 2021. — 168 с.
12. Polina Desyatova, Danil Dronov, Valentin Nenashev Graphic comparison of masonry compressive strength formulas. // Alfabuild. — 2019 — Т. 5(12) — С. 85–97.
13. Гулунов В.В., Мотовилов А.В., Гершкович Г.Б. Особенности применения новых приборов неразрушающего контроля прочности бетона. // В мире НК. — 2002. — № 2(16). — С. 12–15.

Mamedov Shirali Makharram-ogly
Saint Petersburg State University of Architecture and Civil Engineering, Saint Petersburg, Russia
E-mail: mamedov_am@bk.ru
ORCID: https://orcid.org/0000-0003-0366-1085
RSCI: https://elibrary.ru/author_profile.asp?id=666477

Korolkov Dmitriy Igorevich
Saint Petersburg State University of Architecture and Civil Engineering, Saint Petersburg, Russia
E-mail: korol9520@yandex.ru
RSCI: https://elibrary.ru/author_profile.asp?id=945627

Pachuliia Pavel Niyazovich
Saint Petersburg State University of Architecture and Civil Engineering, Saint Petersburg, Russia
E-mail: pawel.pa4ulia@yandex.ru
ORCID: https://orcid.org/0000-0003-2415-2087
RSCI: https://elibrary.ru/author_profile.asp?id=1084556

Sayganov Rustam Rashidovich
Saint Petersburg State University of Architecture and Civil Engineering, Saint Petersburg, Russia
E-mail: sagirusram@gmail.com
ORCID: https://orcid.org/0009-0004-5921-9848

Assessment of residual resource and service life of ceramic bricks

Abstract. The durability of buildings built of brick gives it an advantage over other building materials. Provided that all norms and regulations were observed during construction. The fire resistance of this material is the best among other building materials. It is more resistant to environmental influences. Due to these properties, the popularity of this building material has not decreased over the years.

However, despite the long history of its use, the issue of forecasting its service life and, accordingly, its residual life has not been sufficiently studied.

In this paper, two methods for calculating the residual life and service life are compared: using regression equations and by changing the geometric parameters of the section, in relation to brickwork.

Using the example of a survey of three real objects operated in the same climatic area, built of bricks of the same strength grade M75 according to one GOST, on the same solution of the same strength grade M25, the strength limits of masonry were determined according to the formula of L.I. Onishchik.

Based on the calculated estimated masonry strength of each object and their service life at the time of the survey, the maximum service life of buildings was determined on the basis of the compiled regression equation and their residual resource was calculated.

Based on the data obtained from the survey results on the load and thickness of brick walls, the service life was calculated by changing the geometric parameters of the masonry section.

The comparison of the obtained results of calculating the service life and residual resource for each of the methods is performed, their advantages and disadvantages are highlighted. Practical recommendations on the application of these calculation methods are given.

Keywords: residual resource; service life; control of results; service life prediction; calculation methods; ceramic brick; brickwork; stone buildings; durability of building structures