Технология и организация строительства

УДК 694.141.2

DOI 10.23968/1999-5571-2019-16-5-125-131

© В. З. Величкин, д-р техн. наук, профессор
(Санкт-Петербургский политехнический
университет Петра Великого)
E-mail: V.Velichkin2011@yandex.ru

© V. Z. Velichkin, Dr. Sci. Tech., Professor
(Peter the Great St. Petersburg
Polytechnic University)
E-mail: V.Velichkin2011@yandex.ru

© Д. А. Животов, канд. техн. наук, ст. преподаватель

© D. A. Zhivotov, PhD in Sci. Tech., senior lecturer

© В. В. Латута, канд. техн. наук, ст. преподаватель

© V. V. Latuta, PhD in Sci. Tech., senior lecturer

© Ю. И. Тилинин, канд. техн. наук

© Yu. I. Tilinin, PhD in Sci. Tech.

(Санкт-Петербургский государственный
архитектурно-строительный университет)

(Saint Petersburg State University of Architecture
and Civil Engineering)

E-mail: d.zhivotov@mail.ru, latuta@mail.ru,
tilinin.yu.i@lan.spbgasu.ru, tilsp@inbox.ru

E-mail: d.zhivotov@mail.ru, latuta@mail.ru,
tilinin.yu.i@lan.spbgasu.ru, tilsp@inbox.ru

СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ УСИЛЕНИЯ ДЕРЕВЯННЫХ СТРОПИЛ В ДОХОДНЫХ ДОМАХ ИСТОРИЧЕСКОЙ ЧАСТИ САНКТ-ПЕТЕРБУРГА

MODERN TECHNOLOGIES FOR STRENGTHENING WOODEN RAFTERS IN TENEMENT BUILDINGS IN THE HISTORICAL PART OF ST. PETERSBURG

Сохранение архитектурного наследия Санкт-Петербурга требует совершенствования технологии ремонтно-восстановительных работ чердачных крыш, в частности основных деревянных несущих элементов крыши. Рассмотрены конструктивные решения, предложена технологическая последовательность выполнения работ и дана предварительная оценка износа стропил, пораженных грибом. Кроме традиционных способов усиления стропил металлическими затяжками, предлагается исследовательское направление по применению композитных материалов для изготовления усиливающих затяжек.

Ключевые слова: кирпичный дом, чердачная крыша, деревянное стропило, наращивание и усиление стропил, оценка износа при грибковых поражениях древесины, полимерные композиты, углеродистые волокна, шпренгельные затяжки.

Preservation of the architectural heritage of St. Petersburg requires improving the technology of repair and restoration works of attic roofs, in particular, the main wooden load-bearing elements of the roof. The authors have not only considered constructive solutions, but also proposed a technological sequence of works, giving a preliminary assessment of the wear of the rafters affected by the fungus. In addition to traditional methods of reinforcing rafters with truss ties, a research direction is proposed for the use of composite materials for the manufacture of reinforcing truss ties.

Keywords: brick house, attic roof, wooden rafter, building and reinforcing of rafters, wear assessment for fungal lesions of wood, polymer composites, carbon fibers, truss ties.

В особняках и доходных домах Санкт-Петербурга отразилась эпоха кирпичного домостроения. Выпускниками Академии художеств и открытого в 1832 году Училища гражданских инженеров возведены в Санкт-Петербурге особняки и кирпичные многоквартирные доходные жилые дома. Тип многоквартирного доходно-

го жилого дома окончательно сформировался в 1860–1870 годах [1, 2].

Строительство в новой столице Российской империи кирпичных доходных домов велось быстрыми темпами, хозяева старались за летний период построить здание без внутренней отделки, которая должна быть высококачественной и достаточно дорогой.

Так, в 1845 году под руководством архитектора Н. П. Грибенка для купца и фабриканта В. Г. Жукова был возведен (без внутренней отделки) четырехэтажный кирпичный доходный дом всего лишь за 50 дней, с середины августа до середины октября (дом № 31/34 на углу Садовой и Гороховой улиц), о чем в то время говорилось в журнале «Иллюстрация». Доходные дома, несмотря на полтора столетия эксплуатации, сохраняют и сегодня свои прочностные и эстетические качества [3, 4], за исключением некоторых элементов крыш, подвергающихся климатическому воздействию ветров, снегов и дождей, а также влажного пара, при нередко имеющихся поломках отопления и водоснабжения и нарушения вентиляции крыши [5].

Технология капитального ремонта чердачных крыш доходных домов является одной из актуальнейших задач эксплуатирующих и ремонтно-строительных организаций. Примерный состав работ при различной степени физического износа деревянных элементов чердачной крыши приводится в таблице.

Стропила, прогоны и стойки чаще всего изготовлены из сосновых бревен $\varnothing 16\text{--}20$ см при шаге стропильных ног 1,2–2,1 м. Нормативный срок службы деревянных стропил составляет 50 лет [6].

Однако по результатам осмотров и опроса специалистов ремонтно-строительных и эксплуатирующих организаций деревянные элементы крыш в настоящий период эксплуатации часто находятся в работоспособном или ограниченно работоспособном состоянии. В доходных домах используются в основном наклонные стропильные балки, опирающиеся в нижней части на мауэрлат, а в верхней части на прогон. Стропило — это несущая деревянная наклонная балка, к которой крепится обрешетка. Для устройства карниза к нижнему концу каждого стропила крепится брус меньшего сечения, чем сечение стропила, называемый кобылкой. Нижний конец стропила опирается на мауэрлат, представляющий собой деревянный брус, лежащий вдоль наружной кирпичной стены и прикрепленный к ней металлическими анкерами и скрутками. Вдоль средних несущих стен укладываются лежни из деревянного бруса, которые так же, как и мауэрлат, крепятся к кирпичной стене анкерами, закладываемыми в стену при строительстве [7, 8].

Выбор пиломатериалов и их подготовка к применению в качестве несущей конструкции крыши имеет большое значение для качественного ремонта.

Признаки физического износа и примерный состав ремонтно-строительных работ по восстановлению деревянных элементов чердачной крыши в соответствии с Правилами оценки физического износа жилых зданий ВСН 53–86(р)¹

Признаки износа	Количественная оценка	Физический износ, %	Примерный состав работ
Ослабление креплений, болтов, хомутов, скоб; повреждение деталей слуховых окон	–	0–20	Ремонт креплений и деталей слуховых окон
Поражение гнилью мауэрлата и концов стропильных ног, ослабление врубок и соединений	Повреждения на площади до 20 %	21–40	Смена мауэрлата и усиление концов стропильных ног, выправка конструкций, крепление врубок
Поражение гнилью древесины мауэрлата, стропил, обрешетки; наличие дополнительных временных креплений стропильных ног; увлажнение древесины	То же, до 50 %	41–60	Смена мауэрлата, части стропильных ног и сплошной обрешетки под настенным желобом, частичная смена рядовой обрешетки
Прогибы стропильных ног, поражение гнилью и жучком древесины деталей крыши	–	61–80	Полная замена деревянной конструкции крыши

¹ ВСН 53–86(р). Ведомственные строительные нормы. Правила оценки физического износа жилых зданий. М.: Госгражданстрой, 1988. 26 с.

Характерными дефектами деревянных несущих конструкций чердачной крыши являются:

- недопустимый прогиб стропильных ног;
- усыхание древесины и расхождение сопряжений и врубок;
- гниение древесины в местах протекания кровель, как правило, в местах сопряжения стропил и мауэрлата;
- при влажности более 23 % и нарушениях естественной вентиляции кровли образуются грибковые поражения древесины и древесные жучки [8].

Характерные виды ремонтных работ при капитальном ремонте чердачной крыши:

- замена кровельного покрытия, обрешетки и отдельных элементов стропильной системы;
- усиление поврежденных концов стропильных ног;
- усиление стропильных ног в пролете;
- усиление обрешетки;
- усиление узлов сопряжения стропильной системы;
- изменение уклонов скатов крыши при изменении материала кровельного покрытия;
- создание эффективной вентиляции;
- усиление висячих стропил [9].

В процессе ремонта деревянных конструкций вырезаются сгнившие участки, как правило, нижние концы стропил, а затем стропило наращивается.

Основной способ наращивания стропил — боковые деревянные накладки (рис. 1).

Боковые накладки, устанавливаемые на подбалку (рис. 2), применяют в случае одновременного повреждения стропильной ноги и мауэрлата при больших эксплуатационных нагрузках.

При наращивании стропила вначале выполняют разгрузку стропила, разборку кровельного покрытия и обрешетки; затем отпиливают поврежденный участок стропила.

Впоследствии выполняется установка в кирпичную кладку стены стальных анкеров; укладка на костыли деревянной балки длиной 1 м; установка двух боковых накладок, опирающихся на подбалку, и установка новой удлиненной кобылки для дощатого настила карнизного свеса.

На завершающем этапе ремонта восстанавливается обрешетка, дощатый настил и кровельное покрытие [11].

Усиление стропила в пролете выполняется путем установки двух накладок из досок толщиной 40–50 мм. Накладки крепятся к прочным участкам стропила с помощью стальных шпилек с установкой шайб под гайки. Количество и расположение шпилек определяется расчетом [12].

Нередко приходится полностью заменять стропило. Главное при устройстве накладок и замене стропил — следить за качеством выбранной древесины, чтобы применяемые доски, балки и брус были сухими, без трещин, больших сучков, однородного естественного цвета, не поражены гнилью и древесным жучком. Применяемую для ремонта новую древесину и эксплуатируемые деревянные конструкции обрабатывают антипиренами и антисептиками [13].

При отсутствии на строительном рынке качественной древесины для наращивания стропил применяются стальные прутковые протезы (рис. 3).

Технология их применения описана в [15]: «прутковый протез в нижней части имеет опорную площадку, в которую упирают спиленный торец стропильной ноги, что не позволяет ей в последующем смещаться.

Рис. 1. Усиление концов стропильных ног деревянными накладками: 1 — чердачное перекрытие; 2 — стена; 3 — мауэрлат; 4 — поврежденный участок; 5 — «здоровый» участок; 6 — кровельное покрытие; 7 — обрешетка; 8 — временная стойка; 9 — скрутка; 10 — костыль; 11 — накладка; 12 — гвозди [10]

Рис. 2. Усиление концов стропильных ног подбалкой:
1 — чердачное перекрытие; 2 — костыль; 3 — стена;
4 — мауэрлат; 5 — кобылка; 6 — поврежденный участок;
7 — «здоровый» участок стропильной ноги; 8 — накладка;
9 — подбалка; 10 — временные стойки [10]

Технологическая последовательность выполнения работ следующая: разгрузка поврежденной стропильной ноги путем установки временных опор; разборка кровельного покрытия, выпиливание обрешетки и дощатого настила в зоне повреждения стропильной ноги; отпиливание поврежденного участка стропильной ноги; уста-

Рис. 3. Усиление концов стропильных ног металлическим протезом: 1 — чердачное перекрытие; 2 — стена;
3 — мауэрлат; 4 — металлический протез;
5 — стропильная нога; 6 — кровельное покрытие;
7 — обрешетка; 8 — временная стойка [10]

новка пруткового протеза; восстановление обрешетки, дощатого настила и кровельного покрытия; удаление временных опор.

Усиление стропильных ног выполняют путем уменьшения их свободного пролета с помощью установки деревянных (рис. 4, а) или металлических шпренгельных ферм с шагом 3,5–4 м (рис. 4, б).

В отдельных случаях просевшие стропильные ноги укрепляют путем установки дополнительных стоек, которые опирают на балки чердачного перекрытия при условии обеспечения их прочности».

Усиление узлов сопряжения стропильной системы выполняется путем подтягивания существующих креплений (болтов, накладок и т. д.) и установки (при необходимости) новых [6, 10].

Усиление висячих стропил осуществляют, как правило, путем установки новой или дополнительной затяжки с натяжной муфтой в середине пролета [15].

Авторы склоняются к необходимости проведения экспериментальных исследований по применению в качестве материала затяжек композитов с содержанием углеродистого, стеклянного и иного волокна. В частности, кафедрой технологии строительного производства на 3D-принтере изготовлен соединительный узел из композитного материала с целью испытания и применения при строительстве деревянных стержневых купольных крыш.

Результаты исследований предполагается применить также при ремонте стропил в доходных домах. В отличие от стали, композитный материал легкий, обладает рядом специфических характеристик, в частности отсутствием текучести, хотя, возможно, именно это его роднит с древесиной.

При изготовлении полимерного композита для армирования полимера применяется углеродное волокно (карбон), арамидные волокна (кевлар), стекловолокно [14]. Одним из применяемых в строительстве композитных материалов является стеклопластик, представляющий собой армированный стеклянным волокном полимер. В качестве матрицы чаще всего применяют как термореактивные синтетические смолы (фенольные, эпоксидные, полиэфирные и т. д.), так и термопластичные полимеры (полиамиды,

Рис. 4. Усиление стропильных ног шпренгельными фермами: а — деревянными; б — металлическими; 1 — балка чердачного перекрытия; 2 — стена; 3 — мауэрлат; 4 — стропильная нога; 5 — распределительный прогон; 6 — стальной тяз $\varnothing 24$ мм; 7 — подкосы; 8 — башмак-упор; 9 — прогон; 10 — шпренгельная ферма [10]

полиэтилен, полистирол и т. д.) [14]. Относительно новым полимерным композитным материалом в строительстве являются углепластики. Основное преимущество углепластиков по сравнению со стеклопластиковыми — их легкость и прочность. Они пригодны для изготовления шпренгельных затяжек для ремонта стропил.

Значительный ущерб работоспособности стропил наносится грибковыми поражениями. Пораженное грибком дерево длительно сохраняет прочностные характеристики и может эксплуатироваться при периодической обработке антисептиками. Авторы выделили стадию капитального ремонта, когда обработка антисептиками не столько целесообразна, сколько допустима. Авторы провели предварительную оценку износа стропил при поражении их грибком, опросив специалистов по ремонту деревянных конструкций чердачных крыш, в результате чего получили по результатам математической обработки

мнений экспертов следующий график (рис. 5). Накопление износа стропил (q , в долях от единицы) в зависимости от площади пораженной грибком поверхности (в долях от целого (ΔP_{ϕ}) показано на рис. 5.

Как видно из графика, если не остановить развитие грибкового поражения древесины на начальной стадии, то в дальнейшем поражение конструкции во времени возрастает интенсивнее, поэтому при осмотрах следует внимательно исследовать конструкции на предмет поражения древесным грибом и при обнаружении грибка принимать существенные меры по обработке антисептиками, не считаясь с затратами.

Вывод. Ремонт деревянных стропил требует комплексного подхода, начиная от оценки износа и заканчивая выбором способа наращивания, усиления стропил, выбора пиломатериалов, оценки и повышения их качества. Авторами не только рассмотрены конструктивные реше-

Рис 5. Увеличение износа стропил q в зависимости от площади пораженной грибком поверхности P_ϕ :
 I — начальная (работоспособная при площади поражения в долях $\Delta P_\phi \leq 0,3$) стадия физического износа, $q \leq 0,27$;
 II — завершающая при $\Delta P_\phi \leq 0,8$ (аварийная) стадия физического износа, $q \leq 0,9$, промежуточная стадия (стадия капитального ремонта) при площади дефектов и поражений в долях от целого $0,3 \% < \Delta P_\phi < 0,8$ и износе $0,27 < q < 0,9$

ния, но и предложена технологическая последовательность выполнения работ и дана предварительная оценка износа стропил, пораженных грибком. Особое внимание заслуживает замена металлических затяжек при усилении стропил композитными затяжками из углепластика или стеклопластика.

Библиографический список

1. Каштан Л. М., Бузырев В. В., Асаул А. Н., Асаул Н. А., Денисова И. В., Малинина Н. А., Рыбнов Е. И. Проблемы экономической оценки реконструкции объектов исторического центра Санкт-Петербурга / под ред. А. Н. Асаула. СПб.: СПбГАСУ, 2003. 118 с.
2. Головина С. Г., Сокол Ю. В. К вопросу исследования совместной работы строительных материалов в наружных ограждающих конструкциях в бывших доходных домах исторического центра Санкт-Петербурга // Вестник гражданских инженеров. 2018. № 3 (68). С. 112–117.
3. Юдина А. Ф., Евтюков С. А., Тилинин Ю. И. Развитие технологий жилищного строительства в Санкт-Петербурге // Вестник гражданских инженеров. 2019. № 1 (72). С. 110–119.
4. Тилинин Ю. И. Организация и технология производства работ при реконструкции жилых кирпичных зданий исторического центра Санкт-Петербурга // Сб. науч. тр. участников межвуз. науч.-практ. конф. «Современные направления развития технологии, организации и экономики строительства» / под общ. ред. А. Н. Бирюкова. СПб.: ВИ(ИТ), 2015. С. 264–270.
5. Тилинин Ю. И., Лазарев А. Н. Ценность старой жилой застройки и идеи комплексной реконструк-

ции центра Санкт-Петербурга // Научные проблемы специальных военно-строительных и фортификационных комплексов, обустройства войск и управления производственной деятельностью строительных предприятий КС МО РФ: сб. науч. тр. НИГ-1, ВИТУ. СПб., 2004. 359 с.

6. Юдина А. А. Реконструкция и техническая реставрация зданий и сооружений. 5-е изд., стер. М.: Издательский центр «Академия», 2016. 304 с.

7. Бирюков Д. В., Денисов В. Н., Шварц М. С. Защита конструкций от увлажнения как приоритетное направление сохранности зданий и сооружений // Вестник гражданских инженеров. 2017. № 1 (60). С. 127–134.

8. Бирюков А. Н., Денисов В. Н., Шварц М. С. Роль негативного влияния снеговой и ветровой нагрузок на кровельные покрытия в сибирских регионах // Строительные и дорожные машины. 2016. № 10. С. 42–45.

9. Бирюков А. Н., Денисов В. Н., Шварц М. С. Роль тепловой инерции в защите ограждающих конструкций от промерзания в сибирских регионах // Строительные и дорожные машины. 2016. № 3. С. 45–49.

10. Юдина А. Ф., Бадьин Г. М., Верстов В. В. Технологические процессы в строительстве. 2-е изд., стер. М.: Издательский центр «Академия», 2014. 304 с.

11. Бирюков Д. В., Бирюков Ю. А., Денисов В. Н., Шварц М. С. Порядок проведения консервации объектов незавершенного строительства в Министерстве обороны РФ // Наукоедение. 2016. Т. 8, № 6 (37). С. 158.

12. Тилинин Ю. И., Животов Д. А., Гурова Ю. В. Технология оклейки бетонных колонн углеродистым материалом // Сб. науч. тр. участников межвуз. науч.-практ. конф. «Современные направления развития технологии, организации и экономики строительства» / под общ. ред. А. Н. Бирюкова. СПб.: ВИ(ИТ), 2019. С. 263–273.

13. Юдина А. Ф. Современные технологии при реконструкции зданий и сооружений // Вестник гражданских инженеров. 2017. № 3 (62). С. 117–123.

14. Юдина А. Ф., Тилинин Ю. И., Животов Д. А. Совершенствование технологии усиления бетонных колонн при реконструкции каркасных зданий // Вестник гражданских инженеров. 2019. № 2 (73). С. 104–111.

15. Мавлюбердинов А. Р., Альмеев И. М. Технологические особенности капитального ремонта кровель жилых домов 30–50 гг. постройки прошлого столетия // Известия КГАСУ. Технология и организация строительства. 2017. № 1 (39). С. 275–263.

References

1. Kashtan L. M., et al. *Problemy ehkonomicheskoy otsenki rekonstruktsii ob'ektov istoricheskogo tsentra*

Sankt-Peterburga [Problems of economic assessment of reconstructing the objects of the historical center of St. Petersburg]. Ed. by Asaul A. N. St. Petersburg, SPbGASU Publ., 2003, 118 p.

2. Golovina S. G., Sokol Yu. V. *K voprosu issledovaniya sovmestnoy raboty stroitel'nykh materialov v naruzhnykh ograzhdayushchikh konstruktivnykh v byvshikh dokhodnykh domakh istoricheskogo tsentra Sankt-Peterburga* [To the issue of studying the joint performance of building materials of enclosing structures in the former profitable houses of the historical center of St. Petersburg]. *Vestnik grazhdanskikh inzhenerov – Bulletin of Civil Engineers*, 2018, no. 3 (68), pp. 112–117.

3. Yudina A. F., Evtyukov S. A., Tilinin Yu. I. *Razvitie tekhnologii zhillishchnogo stroitel'stva v Sankt-Peterburge* [Development of housing construction technologies in St. Petersburg]. *Vestnik grazhdanskikh inzhenerov – Bulletin of Civil Engineers*, 2019, no. 1 (72), pp. 110–119.

4. Tilinin Yu. I. *Organizatsiya i tekhnologiya proizvodstva rabot pri rekonstruktsii zhilykh kirpichnykh zdaniy istoricheskogo tsentra Sankt-Peterburga* [Organization and technology of works in the reconstruction of residential brick buildings of the historical center of St. Petersburg]. *Trudy mezhvuz. nauch.-prakt. konf. «Sovremennye napravleniya razvitiya tekhnologii, organizatsii i ehkonomiki stroitel'stva»* [Proceedings of the Int. sci. – pract. conf. “Modern trends in the development of technology, organization and economics of construction”]. Ed. by Biryukov A. N. St. Petersburg, VI (IT) Publ., 2015, pp. 264–270.

5. Tilinin Yu. I., Lazarev A. N. *Tsennost' staroy zhiloy zastroyki i idei kompleksnoy rekonstruktsii tsentra Sankt-Peterburga* [Value of old residential buildings and the idea of complex reconstruction of the center of St. Petersburg]. *Sb. nauch. tr. NIG-1, VITU «Nauchnye problemy spetsial'nykh voenno-stroitel'nykh i fortifikatsionnykh kompleksov, obustroystva voysk i upravleniya proizvodstvennoy deyatel'nost'yu stroitel'nykh predpriyatiy KS* [Proc. of sci.-pract. conf. NIG-1, VITU “Scientific problems of special military-construction and fortification complexes, arrangement of troops and management of production activity of construction enterprises of KSM”]. Moscow, St. Petersburg, 2004, 359 p.

6. Yudina A. A. *Rekonstruktsiya i tekhnicheskaya restavratsiya zdaniy i sooruzheniy* [Reconstruction and technical restoration of buildings and structures]. 5-th ed., revised. Moscow, Akademiya Publ., 2016, 304 p.

7. Biryukov D. V., Denisov V. N., Shvarts M. S. *Zashchita konstruktivnykh ot uvlazhneniya kak prioritethoe napravlenie sokhrannosti zdaniy i sooruzheniy* [Protection of structures from humidification as a priority direction of buildings and facilities preservation]. *Vestnik grazhdanskikh inzhenerov – Bulletin of Civil Engineers*, 2017, no. 1 (60), pp. 127–134.

8. Biryukov A. N., Denisov V. N., Shvarts M. S. *Roľ negativnogo vliyaniya snegovoy i vetrovoy nagruzok na krovel'nye pokrytiya v sibirskikh regionakh* [The role of negative influence of snow and wind loads on roofing in Siberian regions]. *Stroitel'nye i dorozhnye mashiny – Construction and road machines*, 2016, no. 10, pp. 42–45.

9. Biryukov A. N., Denisov V. N., Shvarts M. S. *Roľ teplovoy inertsii v zashchite ograzhdayushchikh konstruktivnykh ot promerzaniya v sibirskikh regionakh* [The role of thermal inertia in the protection of enclosing structures from freezing in Siberian regions]. *Stroitel'nye i dorozhnye mashiny – Construction and road machines*, 2016, no. 3, pp. 45–49.

10. Yudina A. F., Bad'in G. M., Verstov V. V. *Tekhnologicheskie protsessy v stroitel'stve* [Technological processes in construction]. 2-nd ed., revised. Moscow, Akademiya Publ., 2014, 304 p.

11. Biryukov D. V., Biryukov Yu. A., Denisov V. N., Shvarts M. S. *Poryadok provedeniya konservatsii ob'ektov nezavershennogo stroitel'stva v Ministerstve oborony RF* [The procedure for conservation of objects of unfinished construction in the Ministry of Defense of the Russian Federation]. *Naukovedenie – Science of Science*, 2016, vol. 8, no. 6 (37), p. 158.

12. Tilinin Yu. I., Zhivotov D. A., Gurova Yu. V. *Tekhnologiya okleyki betonnykh kolonn uglerodistym materialom* [Technology of pasting of concrete columns with carbon material]. *Sb. nauch. tr. uchastnikov mezhvuz. nauch.-prakt. konf. «Sovremennye napravleniya razvitiya tekhnologii, organizatsii i ehkonomiki stroitel'stva»* [Proceedings of Int. sci. pract. conf. “Modern trends in technology, organization and economics of construction”]. Ed. by Biryukov A. N. St. Petersburg, VI (IT) Publ., 2019, pp. 263–273.

13. Yudina A. F. *Sovremennye tekhnologii pri rekonstruktsii zdaniy i sooruzheniy* [Modern technologies used at reconstruction of buildings and structures]. *Vestnik grazhdanskikh inzhenerov – Bulletin of Civil Engineers*, 2017, no. 3 (62), pp. 117–123.

14. Yudina A. F., Tilinin Yu. I., Zhivotov D. A. *Sovershenstvovanie tekhnologii usileniya betonnykh kolonn pri rekonstruktsii karkasnykh zdaniy* [Improving the technology of concrete column reinforcement at reconstruction of frame buildings]. *Vestnik grazhdanskikh inzhenerov – Bulletin of Civil Engineers*, 2019, no. 2 (73), pp. 104–111.

15. Mavlyuberdinov A. R., Al'meev I. M. *Tekhnologicheskie osobennosti kapital'nogo remonta krovel'zhilykh domov 30–50 gg. postroyki proshlogo stoletiya* [Technological features of capital repair of 30-50 year old roofing houses referring to the last century]. *Izvestiya KGASU. Tekhnologiya i organizatsiya stroitel'stva – Bulletin of KGASU. Technology and organization of construction*, 2017, no. 1 (39), pp. 275–263.