



УДК 69.055

Галиев Ильяс Халимович

инженер

E-mail: galiev-ih@kgasu.ru

Ашрапов Азат Халилович

кандидат технических наук, старший преподаватель

E-mail: 32116@kgasu.ru

Ибрагимов Руслан Абдирашитович

кандидат технических наук, доцент

E-mail: rusmag007@yandex.ru

Казанский государственный архитектурно-строительный университет

Адрес организации: 420043, Россия, г. Казань, ул. Зеленая, д. 1

Научно-техническое сопровождение объекта культурного наследия дома купца Лисицына при проведении строительно-монтажных работ по его реставрации и реконструкции

Аннотация

Постановка задачи. Цель исследования – определение деформаций строительных конструкций реконструируемого здания от возможных силовых воздействий на конструктивные элементы здания, обеспечивающие его пространственную жесткость и неизменяемость, при производстве работ по демонтажу, углублению и усилению фундаментов. Для реализации поставленной цели в течение всего периода проведения работ выполнялись геодезические наблюдения (мониторинг).

Результаты. Основные результаты исследования состоят в том, что в рамках реставрации, реконструкции и приспособления здания, безопасно произведены технологические работы по переопиранию части здания на участках с отсутствующим подвалом на новые более заглубленные фундаменты мелкого заложения с устройством в образовавшемся объеме дополнительных помещений. В процессе производства работ за несущими строительными конструкциями выполнялся мониторинг, в ходе которого в характерных местах были установлены специальные приспособления и маяки для измерения вертикальных и горизонтальных смещений элементов здания. Измерения и анализ показаний маяков проводились от начала производства работ до полного переопирания стеновых конструкций на новые фундаменты. По итогам мониторинга доказана возможность реализации вышеуказанных мероприятий с минимальными относительными деформациями и без повреждений несущих строительных конструкций реконструируемого здания.

Выводы. Значимость полученных результатов для строительной отрасли состоит в том, что разработанная технологическая последовательность безопасного опирания части здания на новые более заглубленные фундаменты с устройством в образовавшемся объеме дополнительных помещений, применима при производстве работ по реконструкции и приспособлению объектов культурного наследия.

Ключевые слова: реконструкция, усиление фундаментов, пересадка зданий, мониторинг, научно-техническое сопровождение реконструкции объекта.

Введение

В рамках проведения реставрации, реконструкции и приспособления объекта культурного наследия дома купца Лисицына было принято решение по воссозданию флигеля здания, замене крыши и деревянных перекрытий, а также заглублению и усилению имеющихся фундаментов. При недостаточной несущей способности оснований или при необходимости устройства в процессе модернизации или реконструкции зданий ранее отсутствовавших подвалов осуществляют подводку под существующие фундаменты сплошных стен и новых фундаментов [1-5].

В процессе мероприятий по реставрации и реконструкции могут происходить деформации несущих конструкций, вызываемые различными причинами. Одной из наиболее

распространенных причин деформаций являются неравномерные осадки, которые в свою очередь вызывают деформации и разрушения несущих конструкций – стен, перекрытий, сводов, перемычек, оконных и дверных проёмов. Для своевременного выявления возможных осадок необходимо проведения мониторинга за конструкциями здания.

Краткое описание объекта

Дом купца Лисицына располагается в г. Казани по улице Пушкина, дом 10. Здание было построено в XIX в. С момента постройки оно претерпело множество изменений. Здание изначально было двухэтажным. Позднее его достроили в длину и пристроили перпендикулярно к нему со двора трехэтажный каменный флигель. На момент начала работ по реконструкции объект не эксплуатировался, находился в неудовлетворительном состоянии, отдельные части здания не были сохранены.

Сложность производства работ усугублялась наличием факторов стесненности условий реконструкции объекта: интенсивного движения городского транспорта и пешеходов в непосредственной близости от места работ, разветвленной сети существующих подземных коммуникаций, подлежащих подвеске или перекладке; стесненных условий складирования материалов, плотность застройки превышает нормативную в соответствии с МДС 81-35.2004.

Конструктивная схема существующего реконструируемого здания – бескаркасная. Пространственная жесткость и устойчивость здания обеспечивается работой несущих стен, стен лестничной клетки, связанных конструкциями перекрытий.

Фундаменты мелкого заложения ленточные, выполнены из керамического кирпича и бутового камня на сложном растворе. В осях Б, 3/Б-В, 4/Б-В, В/3-4 выполнено усиление фундамента путем устройства новой монолитной подушки. В осях Б-В/2, В/2-3, В/5-6, 5/Б-В выполнены подвальные помещения методом пересадки участков стен на новые более заглубленные фундаменты с устройством монолитной железобетонной вертикальной части и фундаментных подушек шириной 2200 мм от отм. -3.800 до отм. -3.400, при этом на время их устройства участки стен вывешивались на временных свайных фундаментах.

По результатам выполненных инженерно-геологических изысканий, толща грунтов основания реконструируемого трехэтажного кирпичного здания до разведанной глубины 12 м является неоднородной, в ее пределах выделяется 7 инженерно-геологических элементов. Несущими грунтами фундаментов мелкого заложения служат суглинки полутвердые ИГЭ № 3а, суглинки туго-пластичные ИГЭ № 3б, супеси твердые ИГЭ № 4а, супеси пластичные ИГЭ № 4б, пески пылеватые водонасыщенные ИГЭ № 5а и пески мелкие водонасыщенные ИГЭ № 6а. Установившийся уровень грунтовых вод зафиксирован на глубине 5,0 м. Данные инженерно-геологических изысканий использовались при проведении расчетов для определения глубины заложения и ширины подошвы фундаментов реконструируемых частей здания.

Технология производства работ по переопиранию стеновых конструкций части здания на новые фундаменты

Перед производством работ по реконструкции проводились мероприятия по повышению жесткости конструктивной системы всего здания, а именно: после демонтажа деревянных перекрытий в уровнях перекрытий выполнялись монолитные пояса, связанные между собой металлическими двутавровыми балками 20К1. Для обеспечения устойчивости стен по периметру здания были выполнены временные контрфорсы в простенках фасадных стен (рис. 1).

Поверх фундаментов вывешиваемой части здания на безусадочном растворе в специальную штрабу устанавливался металлический пояс из швеллеров № 30, стягиваемые между собой сквозными шпильками (рис. 2).

Второй этап производства работ связан с устройством временных вывешивающих конструкций. Для этого на расстоянии от 0,9 м до 1,5 м от стен здания выполнялись буронабивные армированные сваи на глубину 8,5 м, по верху свай устраивался монолитный железобетонный ростверк. Непосредственно под металлическим поясом в пробуренные сквозные отверстия с шагом около 1 м устанавливали двутавровые балки

40Б1, подпирающие через швеллер № 30 несущую стену, а их опорами служил ростверк. После подклинивания всех конструкций, сварки и набора прочности тяжелого бетона, приступали к разработке грунта внутри здания, а также под фундаментами до отметки - 3.800 м, при этом демонтировались старые фундаменты и рыхлые участки кирпичных стен до нижней отметки рандбалки.

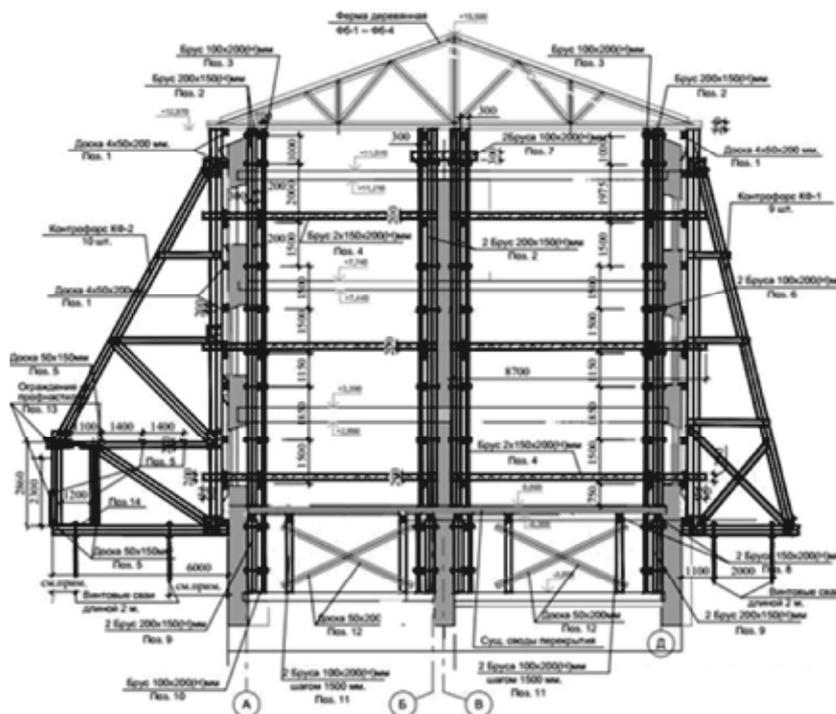


Рис. 1. Схема устройства временных контрфорсов

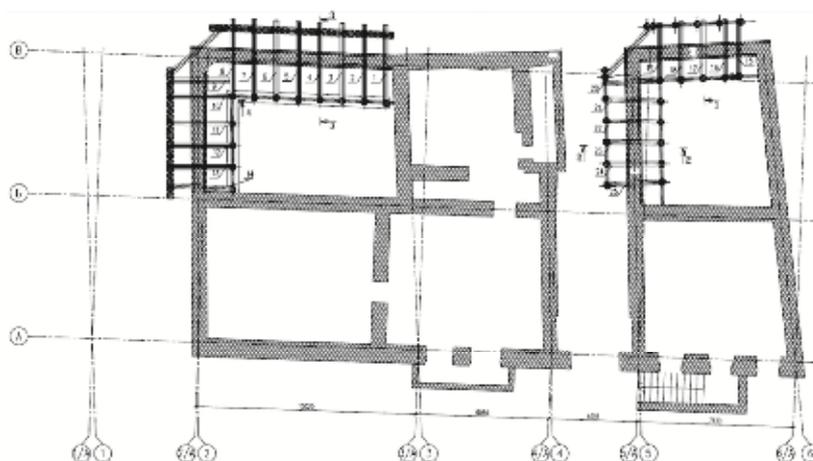


Рис. 2. Схема расположения временных металлических балок под стены

Под контуром вывешенных стен устраивался новый монолитный железобетонный фундамент мелкого заложения из мелкозернистого бетона до полной заливки металлического пояса. В связи с тем, что производство работ происходило в стесненных условиях и в холодный период года, при бетонировании учитывались рекомендации [6, 7]. После набора прочности бетона фундамента приступали к поэтапному демонтажу временных конструкций (металлических балок и оголовков свай), при этом происходила передача нагрузки от здания на вновь выполненные фундаменты.

На остальных участках выполнялось устройство углубления и уширения фундаментов несущих стен отдельными захватками длиной 1,2 м, либо инъектирование кладки.

Организация мониторинга

После проведения визуального обследования здания и сравнение с предыдущими результатами обследования предусматривалось проведение следующих работ.

Установка устройств наблюдения:

- разметка и установка точек для снятия контрольных замеров;
- установка гипсовых маяков на трещины;
- установка измерительных меток на наружной стене здания со стороны двора и соседних зданиях.
- разметка точек на стенах здания для снятия изменений контрольных размеров.

Программа наблюдения включала в себя:

- снятие отчетов со средств наблюдения;
- статистический анализ полученных данных;
- разработка технических решений предупреждения и устранения возникших отклонений, превышающих предусмотренные в проекте, а также осуществление контроля за выполнением принятых решений.

Измерения для фундаментов проводились согласно рекомендациям по обследованию и оценке технического состояния зданий [8-13] по следующим параметрам:

- измерение вертикальных перемещений (прогибов) конструкций;
- наблюдения за трещинами в стеновых конструкциях.

Для измерения **возможных просадок стен** при вывешивании на временные фундаменты и установке на новые, на самом здании были установлены 4 измерительные точки. В качестве базовых точек на двух соседних зданиях были установлены реперные точки 1 и 6. Данные замеры снимались с помощью оптического нивелира и заносились в журнал наблюдений.

Данные измерения проводились в два этапа: измерения осадок временных фундаментов и измерения осадок стен после устройства новых фундаментов и демонтажа временных конструкций.

В процессе опирания стен на временные опоры и устройства подвальных помещений и новых фундаментов выполнялись замеры отметок характерных балок временных фундаментов, а также снятие показаний по вертикальным перемещениям линейных маяков. Результаты замеров показаны в табл. 1а, 1б и на рис. 3.

Таблица 1а

№ балки	Стена по оси В													
	30 окт.		5 нояб.		13 нояб.		20 нояб.		27 нояб.		4 дек.		18 дек.	
	Снаружи	Δ мм	Снаружи	Δ мм	Снаружи	Δ мм	Снаружи	Δ мм	Снаружи	Δ мм	Снаружи	Δ мм	Снаружи	Δ мм
	Внутри		Внутри	Внутри		Внутри		Внутри		Внутри		Внутри		Внутри
3	11,60	-3,00*	5,85	-3,00	6,90	-2,50	3,10	-2,00	11,40	-1,00	5,85	-3,00	3,85	-2,00
	11,30		5,55		6,95		2,90		11,30		5,55		3,65	
5	12,55	-1,50	13,20	-2,00	5,30	-2,00	5,30	-1,50	12,55	-1,50	10,20	-1,00	5,20	-1,50
	12,40		13,00		5,10		5,15		12,40		10,10		5,05	
6	13,95	+1,50	13,55	+2,50	10,60	+2,50	4,10	+1,50	14,00	+1,00	13,55	+2,50	4,60	+2,00
	14,10		13,80		10,85		4,25		14,10		13,80		4,80	

*Прим.: «-» крен в сторону улицы, «+» крен в сторону помещения

Таблица 16

№ балки	Стена по оси В													
	05 янв.		12 янв.		19 янв.		26 янв.		02 февр.		09 февр.		19 февр.	
	Внутри	Снаружи	Внутри	Снаружи	Внутри	Снаружи	Внутри	Снаружи	Внутри	Снаружи	Внутри	Снаружи	Внутри	Снаружи
3	11,30	11,40	-1,00*	6,65	6,90	-2,50	6,65	6,90	-2,50	6,65	6,90	-2,50	6,65	6,90
5	12,60	12,85	-2,50	5,10	5,30	-2,00	5,10	5,30	-2,00	5,10	5,30	-2,00	5,10	5,30
6	14,10	14,00	+1,00	10,85	10,60	+2,50	10,85	10,60	+2,50	10,85	10,60	+2,50	10,85	10,60

*Прим.: «-» крен в сторону улицы, «+» крен в сторону помещения

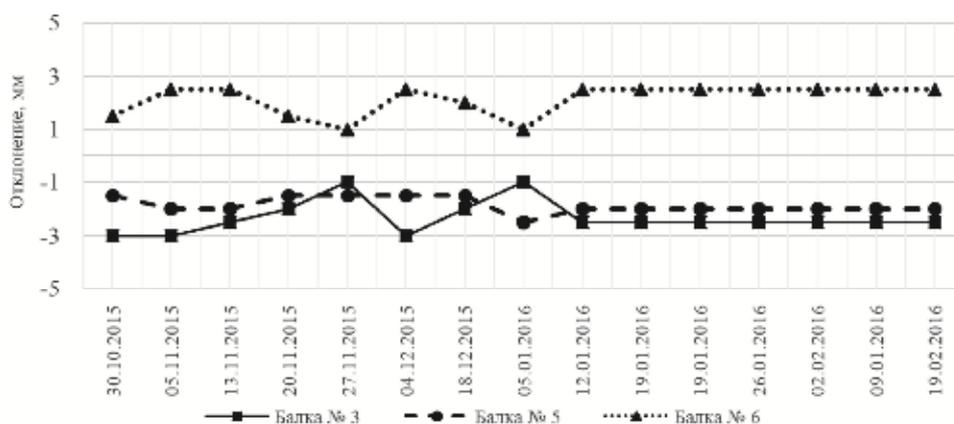


Рис. 3. Разность отметок металлических балок под стеной по оси 2-4/В, на период с 30.10.2015 по 19.02.2016

Измерения проводились следующим образом: замерялись отметки на концах металлических балок (снаружи и внутри здания) опертых на буронабивные сваи через железобетонный ростверк относительно реперной (неподвижной точки на соседнем здании). Далее вычислялась разность отметок концов балок относительно друг друга.

Измерения показали отсутствие прогибов металлических балок под вывешиваемыми стенами. Имеющиеся отклонения можно считать незначительными и в рамках погрешности измерений. Отсутствие деформаций свидетельствует о правильном подборе шага металлических балок, их сечения, при разработке противоаварийных мероприятий: сечения, шага металлических балок и технологии проведения работ в подвальной части здания.

На период вывешивания стен здания в осях 2/Б-В, 2-4/В, 5/Б-В и 5-6/В на временные фундаменты (в процессе устройства подвальных помещений), для контроля

возможных просадок, прогибов балок и буронабивных свай, на которые опираются стены, производились замеры абсолютных отметок относительно реперной точки. Данные замеры снимались с помощью нивелира и заносились в журнал.

Данные измерения проводились для оценки возможных осадок стен, под которыми будут устраиваться новые фундаменты, на период подготовительных работ и вывешивания стен на временные опоры (фундаменты). Проводились замеры отклонений точек № 2-5 от реперных. Результаты замеров показаны на рис. 4.

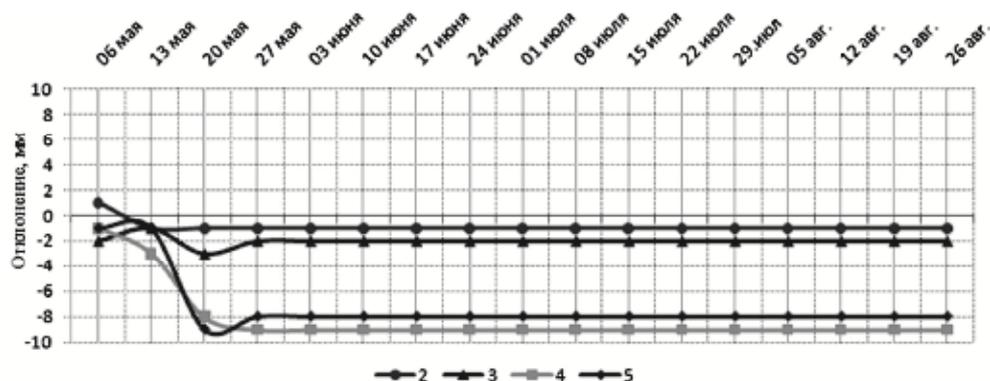


Рис. 4. Разность отметок шкаловых марок относительно реперной точки

Как видно, на период подготовки стен под вывешивание на временные фундаменты максимальное отклонение равно 5 мм, а среднее отклонение составило 4 мм. В процессе установки стен на буронабивные сваи через металлические балки максимальное отклонение составило 3 мм, а среднее 2,5 мм. После устройства подвальных помещений в осях 2-4/Б-В и 5-6/Б-В и устройства новых фундаментов под стенами максимальная осадка составила 9 мм (точки 4 и 5), при этом силовых трещин не наблюдается, что может объясняться компенсацией осадки посредством перераспределения усилий в кирпичной кладке. В целом результаты измерений показали, что критических отклонений значений измеряемых точек на период проведения работ не выявлено.

Наблюдения за развитием трещинообразования

Для проведения наблюдений за раскрытием (закрытием) трещин, выявленных в процессе предварительного обследования здания, были установлены гипсовые маяки специальной формы. Все маяки были пронумерованы, скоординированы и занесены в журнал наблюдений. В процессе проведения строительных работ на объекте некоторые маяки демонтировались в связи с разборкой и восстановлением конструкций, на которых они располагались; другие маяки менялись на новые, вследствие повреждений при работе со средствами механизации. В целом, за все время наблюдения за гипсовыми маяками, критических трещин обнаружено не было, что свидетельствует об отсутствии развивающихся деформаций несущей системы здания и отсутствии осадок за счет принятых мер подготовки.

Заключение

1. В результате проведенных работ выполнено опирание части здания на новые более заглубленные фундаменты мелкого заложения по предложенной технологии, при этом разработанный способ показал свою эффективность и безопасность при реконструкции и реставрации.

2. По итогам мониторинга доказана возможность реализации вышеуказанных мероприятий с минимальными относительными деформациями и без повреждений несущих строительных конструкций реконструируемого здания. Дом купца Лисицына благодаря предусмотренным и доработанным противоаварийным мероприятиям, в процессе реконструкции и реставрации не имеет критических и развивающихся отклонений при замерах горизонтальных и вертикальных отклонений стен по каким-либо параметрам.

Список библиографических ссылок

1. Шрейбер К. А. Технология производства ремонтно-строительных работ. Научное издание. М. : АСВ, 2014. 264 с.
2. Лосева Ю. В. Особенности современных методов усиления фундаментов и условия их применения : сб. научных трудов по итогам международной научно-практической конференции / Инновационный центр развития образования и науки. Красноярск, 2015. С. 85–89.
3. Фундамент реконструируемого здания: пат. 2431718 Рос. Федерация. № 2010140599/03 ; заявл. 04.10.2010 ; опубл. 20.10.11, Бюл. № 29. 6 с.
4. Тезисы докладов : сб. научных трудов 68-й Всероссийской научной конференции, Казань, 2016. 357 с.
5. Alkiviadis P. Protection and sustainable development of traditional settlements in the context of tourism development and promotion of employment: values of yesterday, today and tomorrow, V International Scientific – Practical Conference: Cultural heritage in 21st century. Kazan : Proceedings, 2017. P. 11–19.
6. Имайкин Д. Г., Ибрагимов Р. А., Мартынов М. М., Сунгатуллина А. Р. Технология зимнего бетонирования строительных конструкций с применением термоактивной опалубки // Вестник Казанского технологического университета. 2014. Т. 17. № 24. С. 96–98.
7. Имайкин Д. Г., Ибрагимов Р. А. Совершенствование технологии бетонирования монолитных конструкций // Известия КГАСУ. 2017. № 1 (39). С. 250–256.
8. Рекомендации по обследованию и оценке технического состояния крупнопанельных и каменных зданий, ЦНИИСК им. В.А. Кучеренко, М., 1988.
9. Стасева Е. В., Федина Е. В. Системный подход к мониторингу технического состояния зданий и сооружений // Инженерный вестник Дона. 2013. № 4. С. 172.
10. Коклюгина Л. А., Коклюгин А. В. Определение продолжительности строительства объектов нефтеперерабатывающей промышленности с учетом интересов участников инвестиционного строительного проекта // Вестник Казанского технологического университета. 2014. Т. 17. № 20. С. 290–292.
11. Bungle S. T. Reinforced Concrete Design of Tall Buildings. N-Y. : CRC Press. 2016. 989 p.
12. William M. C. Examples in Structural Analysis, Second Edition. N-Y. : CRC Press. 2016. 838 p.
13. Amador-Jimenez L. Civil Engineering Systems Analysis. N-Y. : CRC Press. 2016. 249 p.

Galiev Ilyas Halimovich

engineer

E-mail: galiev-ih@kgasu.ru**Ashrapov Azat Halilovich**

candidate of technical sciences, senior lecturer

E-mail: 32116@kgasu.ru**Ibragimov Ruslan Abdirashitovich**

candidate of technical sciences, associate professor

E-mail: rusmag007@yandex.ru**Kazan State University of Architecture and Engineering**

The organization address: 420043, Russia, Kazan, Zelenaya st., 1

**Scientific and technical support of the object of cultural heritage
«Merchant Lisitsyn's house» during the construction works
for its restoration and reconstruction****Abstract**

Problem statement. The purpose of the study is to identify the deformations of the building structures of the reconstructed building from possible force impacts on the structural

elements of the building, ensuring its spatial rigidity and unchangeability, in the process of dismantling, deepening and strengthening the foundations. To realize the goal, geodetic observations (monitoring) were carried out during the whole period of the work.

Results. The main results of the research are that, within the framework of restoration, reconstruction and adaptation of the building, technological work was performed to re-bearing part of the building in areas with a missing basement to new more buried foundations of shallow foundations with a device in the resulting volume of additional premises. In the course of the production of works behind the bearing structural units, monitoring was carried out, during which special devices and beacons were installed in the characteristic places to measure the vertical and horizontal displacements of the building elements. Measuring and analyzing the readings of the beacons was carried out from the beginning of the work to the complete re-bearing of the walls on new foundations. Based on the monitoring results, it is proved that the above measures can be implemented with minimal relative deformations and without damaging the load-bearing building structures of the reconstructed building

Conclusions. The significance of the results obtained for the construction industry is that it has been established that the part of the building can be safely supported on new, more buried foundations with making in the new volume of additional premises. The results of the research carried out are applicable to the reconstruction and adaptation of objects.

Keywords: reconstruction, reinforcement of foundations, transplantation of buildings, monitoring, scientific and technical support of the reconstruction of the object.

References

1. Shreyber K. A. The technology of repair and construction works. Scientific publication. M. : ASV, 2014. 264 p.
2. Loseva Yu. V. Features of modern methods of amplification foundations and conditions of their application: proceedings on the results of the international scientific and practical conference / Innovative development center of education and science. Krasnoyarsk, 2015. P. 85–89.
3. Foundations of the reconstructed building: Pat. 2431718 Russian Federation. № 2010140599/03 ; claimed. 04.10.2010 ; publ. 20.10.11, Bul. № 29. 6 p.
4. Theses of reports : proceedings of the 68th All-Russian scientific conference, Kazan, 2016. 357 p.
5. Alkiviadis P. Protection and sustainable development of traditional settlements in the context of tourism development and promotion of employment: values of yesterday, today and tomorrow, V International Scientific – Practical Conference: Cultural heritage in 21st century. Kazan : Proceedings, 2017. P. 11–19.
6. Imaykin D. G., Ibragimov R. A., Martynov M. M., Sungatullina A. R. Technology of winter concreting of building structures using thermoactive formwork // Vestnik Kazanskogo tekhnologicheskogo universiteta. 2014. T. 17. № 24. P. 96–98.
7. Imaykin D. G., Ibragimov R. A. Improvement of technology of concreting of monolithic designs // Izvestiya KGASU. 2017. № 1 (39). P. 250–256.
8. The recommendations about inspection and assessment of technical condition of large-panel and stone buildings, TsNIISK of V.A. Kucherenko, M., 1988.
9. Staseva E. V., Fedina E. V. System approach to monitoring the technical condition of buildings and structures // Inzhenernyy vestnik Dona. 2013. № 4. P. 172.
10. Koklyugina L. A., Koklyugin A. V. Determining the duration of construction of oil refining facilities taking into account the interests of participants in the investment construction project // Vestnik Kazanskogo tekhnologicheskogo universiteta. 2014. T. 17. № 20. P. 290–292.
11. Bungale S.T. Reinforced Concrete Design of Tall Buildings. N-Y. : CRC Press. 2016. 989 p.
12. William M.C. Examples in Structural Analysis, Second Edition. N-Y. : CRC Press. 2016. 838 p.
13. Amador-Jimenez L. Civil Engineering Systems Analysis. N-Y. : CRC Press. 2016. 249 p.