УДК 69.059

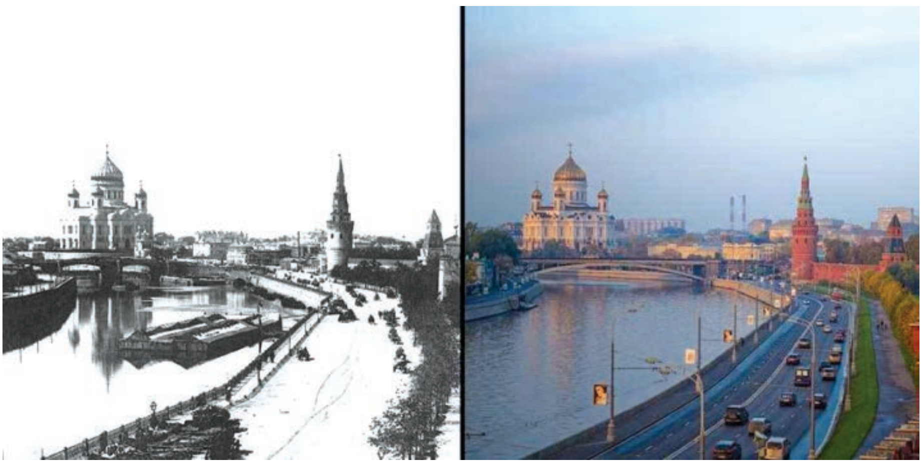
Ю.С. Кунин, И.И. Гагарина
ФГБОУ ВПО «МГСУ»

ВЛИЯНИЕ ДОПОЛНИТЕЛЬНЫХ НАГРУЗОК НА НЕСУЩИЕ КОНСТРУКЦИИ СТИЛОБАТНОЙ ЧАСТИ ХРАМА ХРИСТА СПАСИТЕЛЯ ОТ АВТОКРАНА И ЛЕСОВ ПРИ МОНТАЖЕ ГОРЕЛЬЕФОВ

Выполнена оценка несущей способности и деформативности строительных конструкций стилобатной части при дополнительных нагрузках от автокрана и лесов, а также от динамической нагрузки при падении крана. Рассмотрены исторические данные и конструктивные особенности здания Храма Христа Спасителя.

Ключевые слова: горельеф, Храм Христа Спасителя, стилобатная часть, памятник архитектуры, оценка несущей способности, оценка деформативности.

Храм Христа Спасителя был построен в благодарность за заступничество в критический период истории России как памятник мужеству русского народа в борьбе с наполеоновским нашествием 1812 г. (рис. 1) [1—3].



а *б*

Рис. 1. Общий вид Храма Христа Спасителя: *а* — 1883 г.; *б* — 2012 г.

В 1931 г. Храм-памятник воинской славы был варварски уничтожен по личному распоряжению И.В. Сталина для строительства на его месте Дворца Советов [4].

1990—2000 гг. — годы воссоздания храма [5]. Новый храм возведен с учетом развития новых технологий и материалов, а также в известной мере восстанавливает историческую справедливость [6]. К великому освещению храма в 2000 г. были установлены временные пластиковые медальоны и горельефы. По решению искусствоведческой комиссии по художественному убранству Храма Христа Спасителя принято решение заменить пластиковые медальоны на бронзовые горельефы (рис. 2) [7].

© Кунин Ю.С., Гагарина И.И., 2013

Рис. 2. Монтаж бронзовых медальонов и замена временных горельефов, 2010 г.

Все работы, связанные с заменой горельефов, необходимо было проводить с временных лесов при помощи крана установленных на стилобатную часть, по специально разработанному проекту. В связи с установкой автокрана фирмы Liebherr LTM-1090/2 (9 стоянок) и лесов фирмы Layher (12 участков) для монтажа 20 горельефов, на конструкции стилобатной части требовалось обследование строительных конструкций, для дефектоскопии и проверки несущей способности конструкций.

Стилобат площадью в 60 тыс. м^2 установлен на старой железобетонной плите [8]. Стены стилобатной части железобетонные, отдельные стены кирпичные толщиной 64 см. Отделочные слои стен выполнены из камня толщиной 14…21 см. Колонны выполнены из монолитного железобетона сечением 50×50 см, 60×60 см и 70×80 см. Покрытием (перекрытием) стилобатной части здания служит система монолитных ригелей и плит, жестко связанных с колоннами, образующие единый каркас здания. Конструкция покрытия стилобатной части согласно проекта состоит из пароизоляционного слоя, утеплителя DOW «Floormate 200», засыпки-гравия фракцией 10…25 мм, гидроизоляции, цементно-песчаной стяжки, армированной сеткой (Ø 10 с шагом 20…25 см), мембраны «Кровтех», дарнита Typar, цементно-песчаной стяжки М50, плитки керамической на цементно-песчаном растворе.

В зонах II и VI плиты покрытия опираются на железобетонную балку сечением 50×70 см и на железобетонные стойки (столбы) сечением 45×65 см, которые на отм. –3,30 м опираются на железобетонные балки сечением 50×60 см и плиту толщиной 35 см нижнего перекрытия. Вентиляционные отверстия (зона II и VI) перекрыты обетонированными металлическими балками двутавр № 40 и монолитными железобетонными плитами толщиной 16 см (рис. 3). У стен Храма (в углах) в плитах покрытия выполнено усиление дополнительными стержнями.

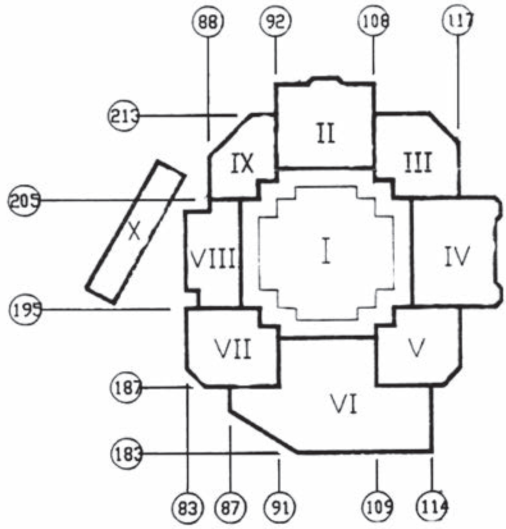


Рис. 3. Схема здания с подразделением на зоны

В местах стоянки крана и лесов железобетонные конструкции покрытия выполнены по балочной неразрезной схеме. В результате обследования в плитах отмечены участки намокания, особенно в местах пропуска коммуникаций и на участках опирания на стены. В балках отмечены трещины шириной раскрытия 0,1…0,3 мм, глубиной 60…80 мм. В отдельных местах отмечены участки с недостаточным защитным слоем бетона плит с оголением и поверхностной коррозией арматурных стержней. Отмеченные дефекты связанны с протечками и прогибами конструкций покрытия, что снижает несущую способность на 5…10 %. В отдельных балках отмечены трещины с максимальной шириной раскрытия 0,1…0,3 мм, снижающие несущую способность на 20…30 % [9].

Для увеличения зоны передачи опорной реакции от крана на покрытие необходимо установить на керамическую плитку под плиты упоров крана дополнительные распределительные конструкции (рамы).

В зонах II и VI, согласно проекту, леса устанавливаются на железобетонную плиту толщиной 35 см и на гребенку лестниц с максимальной нагрузкой на ноги лесов P = 3,5 т. Леса в зонах III, V, VII, IX устанавливаются на конструкцию покрытия толщиной 60…70 см (над монолитной плитой покрытия) с нагрузкой порядка $g_{\text{покр}}^{\text{норм}} = 1200…1500$ кг/м^2.

В результате обследования выполнена проверка прочностных характеристик железобетонных конструкций и армирования магнитным способом на 60 участках. Прочность бетона конструкций по данным проверки по ГОСТ 22690—88 соответствует проектным значениям B25, армирование конструкций соответствует проекту [10].

Статический проверочный расчет выполнялся с помощью программного комплекса «ЛИРА» на действие фактически действующих постоянных и временных нагрузок на покрытие. Расчет выполнялся с наихудшими условиями установки лесов. По данным проверочных расчетов несущая способность монолитных конструкций покрытия (плиты и балки) с учетом отмеченных дефектов обеспечена с запасом прочности 30…50 %.

20 июля 2010 г. на территории храма Христа Спасителя велись строительно-ремонтные работы. Строительный кран использовался для поднятия бронзовых медальонов с изображениями святых. Когда строительный автокран поднимал груз, его опоры сломались и стрела обрушилась на стилобатную часть (рис. 4).

Рис. 4. Платформа автокрана поднялась на заднем мосту и приняла вертикальное положение

После данного происшествия, в соответствии с СП 13-102—2003 «Правила обследования несущих строительных конструкций зданий и сооружений», п. 4.2, дополнительно выполнены обследовательские работы по проверке несущих конструкций в зоне падения крана специалистами лаборатории обследования и реконструкции зданий и сооружений МГСУ. Дополнительных дефектов на несущих конструкциях стилобата от падения крана отмечено не было. Во время проведения работ по монтажу проводился геодезический мониторинг несущих конструкций. Прогибов балок и плит покрытия, превышающих предельно допустимые значения, не отмечено. Несущая способность монолитных конструкций стилобатной части оказалась достаточной для восприятия фактически действующих и дополнительных нагрузок от крана и лесов [11]. Динамическое воздействие от упавшего крана не оказало какого-либо влияния на несущие конструкции стилобатной части [12].

Библиографический список

1. *Бутов А.* Храм Христа Спасителя: История строительства, жизни, разрушения // Тверская, 13. 1995. № 26. С. 6.

2. *Бутов А.* Храм Христа Спасителя: История строительства, жизни, разрушения // Тверская, 13. 1995. № 28. С. 6.

3. *Бутов А.* Храм Христа Спасителя: История строительства, жизни, разрушения // Тверская, 13. 1995. № 29. С. 6.

4. *Нефедов А.* Взорванный храм // Лен. знамя, 1991. С. 1.

5. Сайт Храма Христа Спасителя. Режим доступа: www.xxc.ru. Дата обращения: 10.01.2013.

6. *Горянин А.* Храм Христа Спасителя // Век. 1992. № 11. С. 12.

7. *Акинша К., Козлов Г., Сильвия Hochfield.* Святое место: Архитектура, идеология и история в России // Yale University of Press, New Haven and London, 2007.

8. *Атаров Н.С.* Дворец Советов. М. : Моск. рабочий, 1940.

9. *Физель И.А.* Дефекты в конструкциях, сооружениях и методы их устранения. М. : Стройиздат, 1978.

10. *Латишенко В.А* Диагностика жесткости и прочности материалов. Зинатне, 1968.

11. *Jerzego Jasienki, Adama Klinka, Zygmunta Matkowskiego, Krzysztofa Schabowicza.* Renovation problems in constructions and historic buildings // Dolnoslaskie Wydawnictwo Edukacyjne, 2006.

12. *Кунин Ю.С., Котов В.И., Гагарина И.И.* Научно-технический отчет по теме: Инженерное обследование конструкций перекрытия стилобатной части Храма Христа Спасителя для проверки несущей способности при монтаже горельефов краном и лесов (12 участков). МГСУ, 2010.

Поступила в редакцию в апреле 2013 г.

Об авторах: **Кунин Юрий Саулович** — кандидат технических наук, профессор, заведующий кафедрой испытания сооружений, **ФГБОУ ВПО «Московский государственный строительный университет» (ФГБОУ ВПО «МГСУ»)**, 129337, г. Москва, Ярославское шоссе, д. 26, (8495) 287-49-14, вн. 13-31, orzs@mail.ru;

Гагарина Ирина Ивановна — инженер, сотрудник лаборатории обследования и реконструкции зданий и сооружений кафедры испытания сооружений, **ФГБОУ ВПО «Московский государственный строительный университет» (ФГБОУ ВПО «МГСУ»)**, 129337, г. Москва, Ярославское шоссе, д. 26, (8495) 287-49-14, вн. 13-31, orzs@mail.ru.

Для цитирования: *Кунин Ю.С., Гагарина И.И.* Влияние дополнительных нагрузок на несущие конструкции стилобатной части Храма Христа Спасителя от автокрана и лесов при монтаже горельефов // Вестник МГСУ. 2013. № 6. С. 86—91.

Yu. S. Kunin, I.I. Gagarina

INFLUENCE OF ADDITIONAL LOADS, APPLIED BY THE TRUCK CRANE AND SCAFFOLDING, ON THE BEARING STRUCTURES OF THE STYLOBATE OF THE CATHEDRAL OF CHRIST THE SAVIOR DURING INSTALLATION OF RELIEFS

Historic buildings of Moscow are often exposed to reconstruction and rehabilitation actions. The history of construction, demolition and new construction of the Cathedral of Christ the Savior is multi-faceted and unique. The engineering inspection of the building's constructions must be performed in the course of its restructuring. As a result of the engineering inspection, the study of the historic features of the load-bearing structures of the bottom part of the Cathedral of Christ the Savior and the building as a whole is carried out. Special attention is driven to the condition of its bottom part and deformability. As a result of the engineering inspection, the strength characteristics and the bearing capability of the building bottom part structure are specified. They are considered sufficient for the perception of additional loads, as well as dynamic loads applied by the falling crane.

Key words: relief, Cathedral of Christ the Savior, stylobate, architectural monument, bearing capacity assessment, deformability assessment.

References

1. Butov A. *Khram Khrista Spasitelya: Istoriya stroitel'stva, zhizni, razrusheniya* [Cathedral of Christ the Savior: History of Construction, Existence, Demolition]. Tverskaya, 13 [Tverskaya, 13]. 1995, no 26, p. 6.

2. Butov A. *Khram Khrista Spasitelya: Istoriya stroitel'stva, zhizni, razrusheniya* [Cathedral of Christ the Savior: History of Construction, Existence, Demolition]. Tverskaya, 13 [Tverskaya, 13]. 1995, no 28, p. 6.

3. Butov A. *Khram Khrista Spasitelya: Istoriya stroitel'stva, zhizni, razrusheniya* [Cathedral of Christ the Savior: History of Construction, Existence, Demolition]. Tverskaya, 13 [Tverskaya, 13]. 1995, no 29, p. 6.

4. Nefedov A. *Vzorvannyy khram* [The Exploded Church]. Leninskoe znamya [Leninist standard] 1991, p. 1.

5. Web site of the Cathedral of Christ the Savior. Available at: www.xxc.ru. Date of access: 10.01.2013.

6. Goryanin A. Khram Khrista Spasitelya [Cathedral of Christ the Savior]. *Vek* [Century]. 1992, no. 11, p. 12.

7. Akinsha K., Kozlov G., Hochfield S. *Svyatoe mesto: Arkhitektura, ideologiya i istoriya v Rossii* [The Sacred Spot: Architecture, Ideology and History in Russia]. Yale University Press, New Haven and London, 2007.

8. Atarov N.S. *Dvorets Sovetov* [The Palace of Soviets]. Moscow, Mosk. Rabochiy Publ., 1940.

9. Fizel' I.A. *Defekty v konstruktsiyakh, sooruzheniyakh i metody ikh ustraneniya* [Defects of Constructions and Structures and Methods of Their Elimination]. Moscow, Stroyizdat Publ., 1978.

10. Latishenko V.A. *Diagnostika zhestkosti i prochnosti materialov* [Diagnostics of Hardness and Strength of Materials]. Zinatne Publ., 1968.

11. Jasienki J., Klinka A., Matkowskiego Z., Schabowicza K. Renovation Problems in Constructions and Historic Buildings. Dolnoslaskie Wydawnictwo Edukacyjne, 2006.

12. Kunin Yu.S., Kotov V.I., Gagarina I.I. *Nauchno-tekhnicheskiy otchet po teme: Inzhenernoe obsledovanie konstruktsiy perekrytiya stilobatnoy chasti Khrama Khrista Spasitelya dlya proverki nesushchey sposobnosti pri montazhe gorel'efov kranom i lesov (12 uchastkov)* [Research Report on Engineering Examination of Floor Structures of the Stylobate of Cathedral of Christ the Savior. Assessment of the Bearing Capacity in Case of Installation of Reliefs and Scaffolding (12 sites)]. MGSU Publ., 2010.

About the authors: **Kunin Yuriy Saulovich** — Candidate of Technical Sciences, Professor, Chair, Department of Testing of Structures, **Moscow State University of Civil Engineering (MGSU)**, 26 Yaroslavskoe shosse, Moscow, 129337, Russian Federation, orzs@mail.ru; +7 (495) 287-49-14, ext. 13-31;

Gagarina Irina Ivanovna — engineer, Department Testing of Structures, **Moscow State University of Civil Engineering (MGSU)**, 26 Yaroslavskoe shosse, Moscow, 129337, Russian Federation, orzs@mail.ru; +7 (495) 287-49-14, ext. 13-31.

For citation: Kunin Yu.S., Gagarina I.I. Vliyanie dopolnitel'nykh nagruzok na nesushchie konstruktsii stilobatnoy chasti Khrama Khrista Spasitelya ot avtokrana i lesov pri montazhe gorel'efov [Influence of Additional Loads, Applied by the Truck Crane and Scaffolding, on the Bearing Structures of the Stylobate of the Cathedral of Christ the Savior during Installation of Reliefs]. *Vestnik MGSU* [Proceedings of Moscow State University of Civil Engineering]. 2013, no. 6, pp. 86—91.