

УДК 69.059.25:725.94

канд.техн.наук Осипов С.А.,

Киевский национальный университет строительства и архитектуры

КЛАССИФИКАЦИЯ ХАРАКТЕРНЫХ ДЕФЕКТОВ И ПОВРЕЖДЕНИЙ АРОЧНЫХ КОНСТРУКЦИЙ И СВОДОВ ПАМЯТНИКОВ АРХИТЕКТУРЫ

Дана классификация характерных дефектов и повреждений арочных конструкций, и сводов, а также основных факторов и процессов, обуславливающих их образование.

Ключевые слова: *дефекты и повреждения, технология, реставрация, памятники архитектуры, своды, арки.*

Анализ технического состояния [1] арочных конструкций и сводов, выполненный по материалам обследования объектов-представителей [2, 3], позволил выполнить обобщение и систематизацию основных дефектов и повреждений арочно-стоечных конструкций, и причин их возникновения.

Были установлены основные процессы и факторы (рис. 1), в результате воздействия которых с течением времени в арочных конструкциях и сводах возникают те либо иные повреждения и дефекты, а именно:

– коррозионные процессы – физические, электро-химические, химические, биологические, – обуславливающие выветривание, размягчение и расслоение кладки конструкций различной степени интенсивности – от выветривания и размягчения поверхностных слоев до размягчения и полного расслоения, обрушения всего массива кладки конструкции;

– деформации, разрушение или ошибочное удаление поддерживающих конструкций и опор, обуславливающее образование деформационных трещин в массиве кладки конструкций вследствие изменения характера ее работы и напряженно-деформированного состояния;

– силовые факторы и нагрузки, обуславливающие образование силовых трещин в конструкциях вследствие снижения несущей способности конструкции либо общего увеличения, или локального неравномерного изменения (увеличения или уменьшения) нагрузки и ее сочетания, а также локального приложения дополнительных нагрузок, не учитывающих характер статической работы распорной системы (конструкции);

– динамические факторы, обуславливающие возникновение механических повреждений и дефектов, изменяющих монолитность и цельность конструкций;

– воздействие высоких температур, агрессивных химических реагентов и материалов, обуславливающих разрушение кладки или существенное изменение ее физико-механических свойств.



Рис. 1. Классификация основных факторов и процессов, обуславливающих образование повреждений и дефектов в арочных конструкциях и сводах

В целом, к наиболее характерным дефектам и повреждениям можно отнести (рис. 2):

группа I – повреждения коррозионного и динамического характера (в целом по распорным конструкциям):

I.1. Размягчение и выветривание поверхностных слоев (рядов) кладки различной степени интенсивности вследствие ее попеременного увлажнения и высыхания, замораживания и оттаивания;

I.2. Расслоение и размягчение массива кладки на всю толщину с обрушением или без обрушения части кладки и снижением прочностных характеристик каменного материала и кладочного раствора вследствие длительного замачивания кладки на всю ее толщину с попеременным замораживанием и оттаиванием;

I.3. Механическое повреждение кладки вследствие динамического воздействия на нее в процессе эксплуатации;

I.4. Огневое, тепловое или химическое повреждение кладки вследствие воздействия на нее высоких температур пожара, локальных источников тепла или химических реагентов;

группа II – повреждения деформационного и силового характера

подгруппа IIa – по столбам:

IIa. Образование сквозных вертикальных и наклонных трещин вследствие перенапряжения кладки при снижении ее несущей способности или увеличении нагрузок;

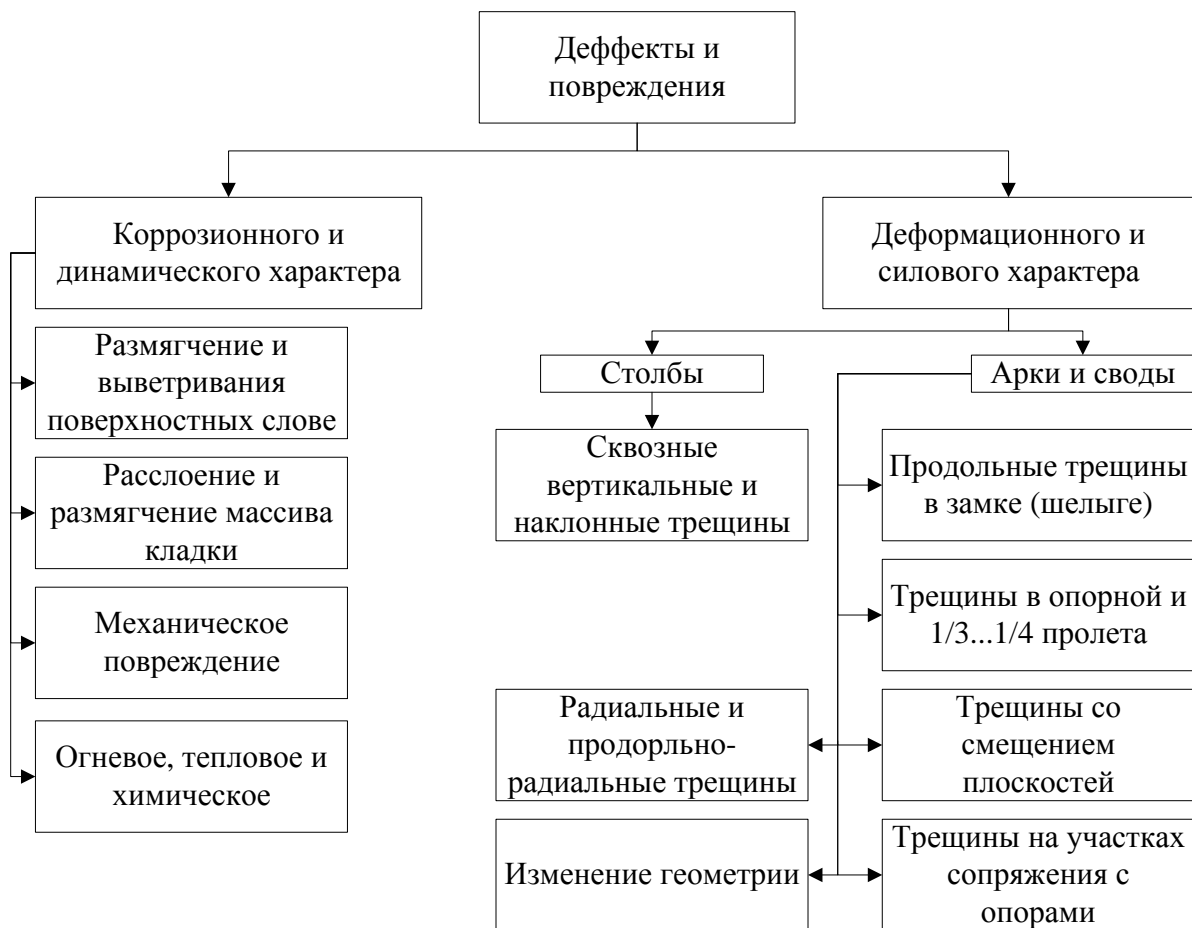


Рис. 2. Классификация характерных дефектов и повреждений в арочных конструкциях и сводах памятников архитектуры

подгруппа IIb – по аркам и сводам:

IIb.1. Трещины в массиве и растворной части замка арки (продольные трещины в массиве и растворной части шельг и ребер свода);

IIb.2. Трещины в опорной или (и) крайней $1/3 \dots 1/4$ пролета арки (продольные трещины в опорной или (и) крайней $1/3 \dots 1/4$ пролета свода);

IIb.3. Трещины *со смещением плоскостей* (в замке, крайней $1/3 \dots 1/4$ пролета, опорной части) арки (продольные трещины *со смещением плоскостей* (в шельге, опорной, крайней $1/3 \dots 1/4$ пролета) свода);

IIb.4. Поперечные трещины в средней $1/3$ пролета сводов *на участках сопряжения с опорами* – подпружными арками, стенами;

IIb.5. Радиальные (поперечные) и продольно-радиальные трещины в сводах;

IIb.6. Изменение геометрии арки (свода) – уменьшение или увеличение стрелы подъема, изменение пролета.

Анализ трещинообразования в арках и сводах обследованных объектов-представителей позволил установить, что образование трещин, обусловленное

воздействием деформационных и силовых факторов, сопровождается, как правило, перемещением опор арок и сводов в горизонтальном (в пролет или из пролета) или (и) вертикальном (вверх или низ) направлении или в любом направлении декартового пространства. Данные утверждения подтверждаются выполненным моделированием работы распорных конструкций (рис. 3).

По своему характеру трещины в арках и сводах могут раскрываться в нижней зоне (суммарный вектор перемещения опор направлен из пролета конструкции, рис. 3, б) либо верхней зоне (направлен в пролет конструкции, рис. 3, а). Неравномерное догружение (разгружение) пролетов арок, сводов также приводит к образованию трещин в верхней или нижней зоне, в зависимости от возникающих перемещений (рис. 3, в, г).

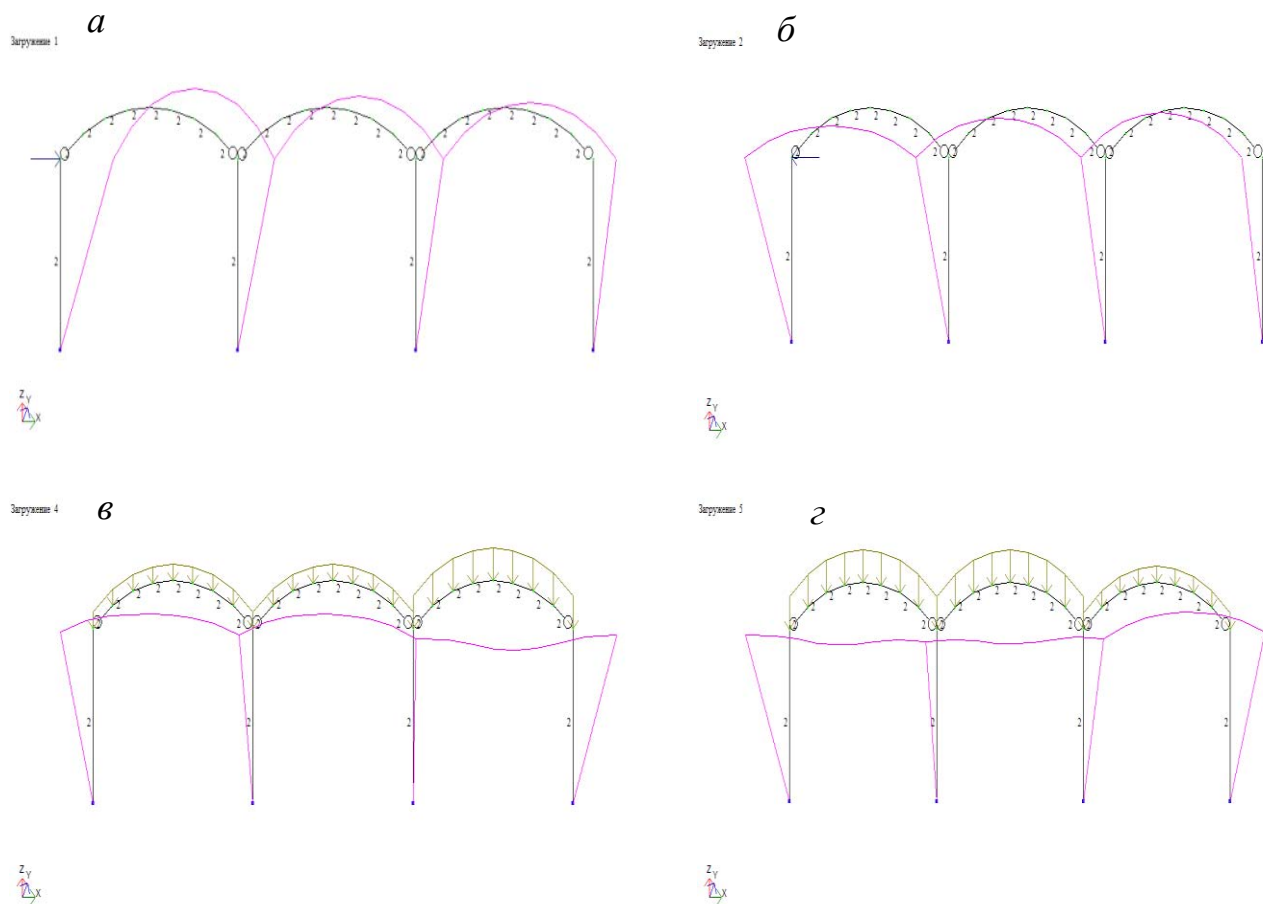


Рис. 3. Графические модели деформационного и силового воздействия на арочные конструкции и своды (расчет выполнен на программном комплексе ЛИРА 9.6):

а – перемещение опоры арки (свода) в горизонтальном направлении во внутрь арки;
 б - перемещение опоры арки (свода) в горизонтальном направлении из плоскости рамы;

в – догружение одного пролета рамы;

г – разгружение одного пролета рамы

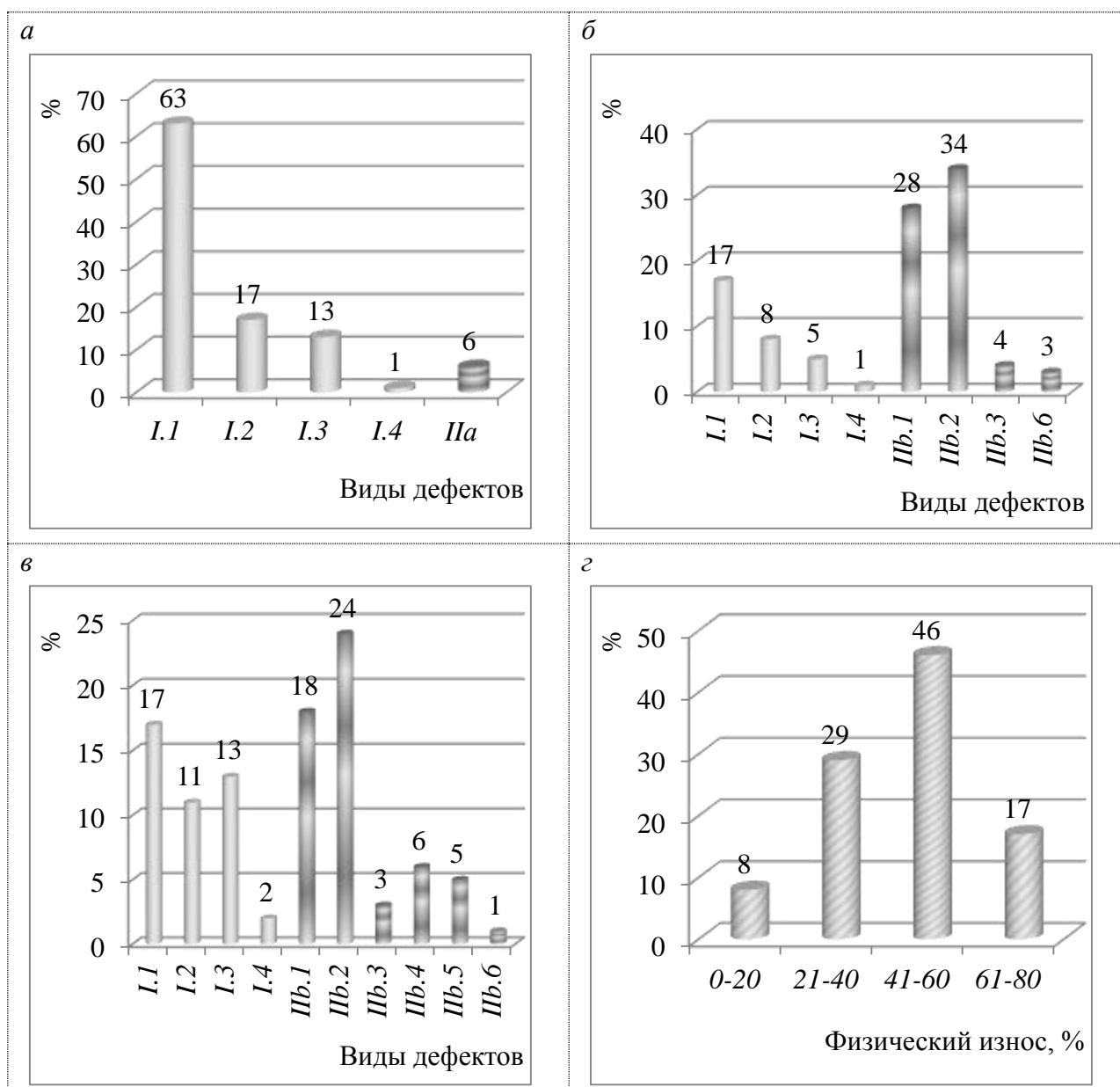


Рис. 4. Распределение арочных конструкций и сводов по видам дефектов, повреждений (а – в) и по уровню физического износа (г):

а – распределение дефектов по каменным столбам;

б – распределение дефектов по аркам;

в – распределение дефектов по сводам;

I.1 – I.4 – дефекты и повреждения коррозионного и динамического характера;

IIa, IIb.1 – IIb.6 – дефекты и повреждения деформационного и силового характера

На рис. 4 приведены распределения по наиболее часто повторяющимся дефектам и повреждениям распорных конструкций (столбов, арок и сводов), а также их технического состояния и физического износа, установленные по результатам обследования объектов-представителей.

Повреждения коррозионного и динамического характера (группа I) составляет для столбов порядка 88 % от общей совокупности дефектов и повре-

ждений, для арок 31 % и сводов порядка 43 %, повреждения деформационного и силового характера (группа II) – соответственно, 12%, 69 % и 57 %.

В целом техническое состояние арочных конструкций и сводов обследованных памятников архитектуры характеризуется как хорошее и удовлетворительное (порядка 37 %), неудовлетворительное (46%) и аварийное – более 17 % (рис. 4, г).

ЛИТЕРАТУРА

1. Барашиков А. Я. Оцінювання технічного стану будівель та інженерних споруд; навч. посіб. для студ. вищих навч. закл. / А.Я. Барашиков, О.М. Малишев – К.: Основа, 2008. – 320 с.

2. С.А. Осипов Исследование строительно-технологических характеристик арочных конструкций и сводов памятников архитектуры Украины // Актуальные проблемы строительного и дорожного комплексов: материалы международной научно-практической конференции (4-6 июня 2013 г., г. Йошкар-Ола). – Йошкар-Ола: Поволжский государственный технический университет, 2013. - С. 30 – 35

3. Экспертное заключение о техническом состоянии конструкций здания «Старый Арсенал» после выполненного комплекса первоочередных противоаварийных работ и разработка рекомендаций по завершению реставрации здания с переоборудованием его под помещения культурно-художественного и музейного комплекса «Мистецький Арсенал» / В.К. Черненко, А.Ф. Осипов, Г.Н. Тонкачев, В.В. Гончаров, Е.Г. Романушко, А.И. Козачевский, В.А. Пермяков, А.Д. Журавский, С.Ф. Акимов, С.А. Осипов – «Центр НТП - Будівельник», 2007. – 367 с.

АНОТАЦІЯ

У статті дана класифікація характерних дефектів та пошкоджень аркових конструкцій та склепінь, а також основних факторів і процесів, що обумовлюють їх утворення.

Ключові слова: дефекти і пошкодження, технологія, реставрація, пам'ятники архітектури, склепіння, арки.

THE SUMMARY

The article presents the classification of characteristic defects and damage of structures and arched vaults, and the key factors and processes that lead to their formation.

Keywords: defects and damages, technology, restoration, monuments of architecture, arches.