

УДК 69.059

ДЕФЕКТЫ И ПОВРЕЖДЕНИЯ МЕТАЛЛИЧЕСКИХ КОЛОНН ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ЗДАНИЙ

Евтушенко Сергей Иванович

Д-р техн. наук, профессор, почетный работник высшего образования Российской Федерации, советник РААСН, член РОМГГиФ, профессор кафедры «Информационные системы, технология и автоматизация строительства», ФГБОУ ВО «Национальный исследовательский Московский государственный строительный университет», г. Москва, Россия; e-mail: evtushenkosi@mgsu.ru

Крахмальний Тимофей Александрович

Кандидат технических наук, доцент кафедры «Общеинженерные дисциплины», Южно-Российский государственный политехнический университет (Новочеркасский политехнический институт) имени М.И. Платова, г. Новочеркасск, Россия; e-mail: krachmalniy@ikcmysl.ru

Аннотация: Данная статья является продолжением цикла статей авторов о характерных дефектах и повреждениях строительных конструкций производственных зданий. В более ранних статьях приведены описания дефектов грунтовых оснований, повреждения фундаментов, так же были статьи о повреждениях железобетонных колонн и фасадов. В статье приводится систематизация дефектов и повреждений металлических колонн производственных зданий, основанная на анализе результатов обследования множества объектов. Описаны возможные последствия развития выявленных дефектов и повреждений. Даны рекомендации по оценке технического состояния поврежденных конструкций и рекомендации по устранению выявленных дефектов и повреждений. Так же приводятся уникальные повреждения, связанные с эксплуатацией подъемно-транспортного оборудования, автомобильного и железнодорожного транспорта. В заключение статьи приводится анализ характерных зон образования дефектов в металлических колоннах зданий для создаваемой автоматизированной системы мониторинга за состоянием промышленных объектов.

Ключевые слова: повреждения металлических колонн, поверхностная коррозия, гибели элементов базы, гибели соединительной решетки, вырезы элементов соединительной решетки, вырезы в стенках ветвей колонны, гибели колонны, гибели ветви колонны

DEFECTS AND DAMAGES OF METAL COLUMNS OF INDUSTRIAL BUILDINGS

Evtushenko Sergey Ivanovich

Doctor of engineering, Professor, honorary worker of higher education of the Russian Federation, Advisor to the Russian Academy of Architecture and Construction Sciences (RAASN);

Member of the Russian Society for Soil Mechanics, Geotechnics and Foundation engineering (RSSMGFE), Professor of the Department of Information Systems, Technology and Automation of Construction;

National Research University Moscow State University of Civil Engineering (NRU MGSU), Moscow, Russia; e-mail: evtushenkosi@mgsu.ru

Krachmalniy Timofej Aleksandrovich

Ph. D, Associate Professor, Department of General Engineering Disciplines, Platov South-Russian State Polytechnic University (NPI), Novocherkassk, Russia; e-mail: krachmalniy@ikcmysl.ru

Abstract: This article is a continuation of the series of articles by the authors about the characteristic defects and damage to the building structures of industrial buildings. In earlier articles, there were descriptions of defects in ground foundations, damage to foundations, as well as articles about damage to reinforced concrete columns and facades. The article presents a systematization of defects and damage to metal columns of industrial buildings, based on the analysis of the results of the survey of many objects. The possible consequences of the development of the identified defects and damages are described. Recommendations for the assessment of the technical condition of damaged structures and recommendations for the elimination of identified defects and damage are given. The unique damages associated with the operation of lifting and transport equipment, road and rail transport are also given. The article concludes with an analysis of the characteristic zones of defect formation in the metal columns of buildings for the created automated system for monitoring the state of industrial facilities.

Keywords: damage to metal columns, surface corrosion, damage to base elements, damage to the connecting grid, damage to the connecting grid elements, damage to the walls of the column branches, damage to the column branches, damage to the column branches

По конструктивным особенностям все производственные здания в нашей стране разделяются на три типа: здания с железобетонным каркасом, здания с металлическим каркасом и здания со смешанным каркасом. При проведении обследования производственных зданий для каждого типа конструкций были выявлены свои характерные дефекты и повреждения: для грунтовых оснований [1], для железобетонных фундаментов [2], для железобетонных колонн [3, 4], для ограждающих конструкций [5, 6]. Все обследования производятся по единой методике [7, 8] и интегрированы в разрабатываемую систему автоматизированного мониторинга за состоянием промышленных зданий [9, 10]. Для металлических колонн так же были выявлены характерные повреждения.

Разрушения окрасочного покрытия, поверхностная коррозия.

Самым распространённым повреждением металлических колонн производственных зданий является разрушение окрасочного покрытия и как следствие – поверхностная коррозия конструкции. Гарантированный срок эксплуатации окрасочного покрытия – 5-8 лет, по истечении этого срока его

необходимо возобновлять, часто службы эксплуатации зданий и сооружений заводов пропускают сроки своевременных ремонтов окрасочного покрытия, что приводит к появлению поверхностной коррозии на локальных участках, а при развитии и всей конструкции. Техническое состояние колонны с поверхностной коррозией является работоспособным, однако, развитие дефекта во влажном помещении в течение нескольких лет может привести к значительной потере площади поперечного сечения, что уже необходимо оценивать как ограниченно работоспособное состояние. Устраняется повреждение путем окраски конструкции.

Погибы элементов базы колонны. Распространенное повреждение, чаще всего встречается на крановых эстакадах. Причинами появления погибов в элементах базы являются транспортные нагрузки – это удары автомобилем или удары краном при перемещении груза. Техническое состояние колонны с погибами элементов базы является ограниченно работоспособным. Продолжения данные повреждения, как правило, не имеют, соответственно техническое состояние с течением времени не меняется. Устраняется повреждение путем рихтовки элементов и усилением привариванием накладки.

Замусоревание (захламление) базы колонны. Частым повреждением производственных зданий с металлическим каркасом является захламление базы колонн производственным или бытовым мусором, это могут быть опилки, металлическая стружка, угольная пыль, сажа и т.д. При накоплении мусора происходит и накопление влаги, что приводит к слоистой коррозии. Развитие слоистой коррозии приводит к потере площади поперечного сечения колонны. Техническое состояние колонн с захламлением следует оценивать как работоспособное, а при наличии слоистой коррозии как ограниченно работоспособное. Устраняется повреждение очисткой базы колонны от мусора и окрашиванием. При потере площади сечения необходимо выполнить усиление.

Известен случай, в здании котельного цеха городской электростанции в производственном процессе регулярно проводится промывка котлов от шлака и несгоревших частиц угля. Воду из котлов сливают в отводные каналы в полу здания, однако каналы забиваются, и большой поток воды протекает по полу помещения, забивая базы колонн угольной крошкой, что приводит к образованию застоя влаги в базах колонн (рис. 1). Многолетнее скопление влажной угольной крошки и регулярное замачивание привело к слоистой коррозии колонн здания цеха и потере площади поперечного сечения от 15 до 30%. Техническое состояние колонн цеха было признано недопустимым, в рекомендациях по результатам обследования было указано выполнить очистку баз колонн пескоструйными агрегатами и выполнить обетонирование баз для предотвращения повторного замачивания и замусоривания. По прошествии пяти лет с момента проведения обследования рекомендации остались не выполненными.



Рис. 1. Скопление золы и угольной пыли в пазухах колонн

Слоистая коррозия. Повреждение колонны, которое не является очень частым, но, тем не менее, встречается регулярно на предприятиях,

связанных с мокрыми процессами. Причинами появления слоистой коррозии является разрушение окрасочного покрытия и постоянное увлажнение элементов колонны. Развитие слоистой коррозии приводит к уменьшению площади поперечного сечения колонны и к сквозной коррозии элементов (рис. 2). Техническое состояние колонны с таким повреждением оценивается как ограниченно работоспособное или недопустимое, в зависимости от степени повреждения металла и потери площади поперечного сечения. Устраняется повреждение путем очистки металла от продуктов коррозии и лучше всего в таких случаях использовать пескоструйный метод очистки. После очистки выполняется усиление колонны для восстановления поперечного сечения элементов.



Рис. 2. Слоистая коррозия полок и стенок двутавра колонны (слева), сквозная коррозия металлических уголков колонны (справа)

Погибы элементов соединительной решетки. Распространенным повреждением двухветвевых металлических колонн являются погибы элементов соединительной решетки. Данные погибы получаются при перемещении груза автокарами, автотранспортом или мостовыми кранами. Существенного влияния на несущую способность колонны данные повреждения

не оказывают, развития дефектов, как правило, не происходит. Техническое состояние колонн с такими повреждениями оценивается как работоспособное, при сильном повреждении как ограниченно работоспособное. Устраняется данное повреждение рихтовкой погнутого элемента с последующим усилением металлической накладкой. При значительном погнбе соединительного элемента возможна его замена на аналогичный профиль с такой же площадью поперечного сечения.



Рис. 3. Металлические колонны с вырезанными элементами соединительной решетки

Вырезы элементов соединительной решетки. Вырезы элементов – это часто встречаемое повреждение в металлических колоннах. Причинами вырезов являются механические воздействия, а именно, необходимость прокладки коммуникаций. Очень часто трубопроводы проводят через колонны, в случаях с железобетонными колоннами это не вызывает больших затруднений и трубы укладываются на горизонтальные перемычки, а в случаях с металлическими колоннами, раскосы решетки могут мешать, при этом их безжалостно вырезают (рис. 3). Развития данное повреждение не имеет, однако, при этом изменяется геометрическая жесткость колонны, что может

привести к нарушениям эксплуатации при перегрузке. Техническое состояние колонн с вырезанными элементами соединительной решетки необходимо оценивать как ограниченно работоспособное. Устраняется повреждение путем восстановления элемента с помощью электродуговой сварки.

Вырезы в полках и стенках ветвей колонны. Данное повреждение так же является часто встречаемым, причиной появления вырезов являются механическое повреждение (рис. 4). В некоторых случаях вырезы выполняются для прокладки коммуникаций, в некоторых случаях для монтажа оборудования. Как и в предыдущем случае, развитие вырезов не происходит, но изменяется геометрическая жесткость колонны, что может привести к потере устойчивости и появлению пластического шарнира. Техническое состояние колонн с механическими вырезами в ветвях оценивается как ограниченно работоспособное. Устраняются вырезы путем приваривания дополнительных накладок на поврежденные части колонн.



Рис. 4. Вырезы металла в стенке (слева) и в полке (справа) двутавровой металлической колонны

Погибы колонны. Не очень редкое повреждение колонн производственных зданий, выполненных из одиночных двутавров (рис. 5). Причиной

появления погибов являются механические повреждения транспортом. Развитие данных повреждений приводит к потере устойчивости колонны и к аварийному разрушению. Техническое состояние колонн с погиба необходимо оценивать как ограниченно работоспособное или недопустимое. Устраняется повреждение путем выполнения рихтовки поврежденных двутавров и выполнением усиления путем приваривания дополнительных накладок из листовой стали или уголков.



Рис. 5. Погибы колонн из двутавров транспортной нагрузкой

Погиб ветви колонны. Данное повреждение так же является редким и встречается в основном на колоннах открытых крановых эстакад. Причиной повреждений ветвей колонн являются так же транспортные нагрузки, например удар алюминиевым слитком при перемещении мостовым краном внутри цеха (рис. 6,а) или удар грузом, закрепленным на железнодорожную платформу на открытой площадке (рис. 6,б). Последствиями таких повреждений, как правило, является потеря несущей способности и устойчивости колонны. Техническое состояние колонн в зависимости от степени повре-

ждения необходимо оценивать как ограниченно работоспособное или недопустимое. Устраняется повреждение путем проведения усиления согласно специально разработанного проекта.



а)

б)

Рис. 6. Погибы ветвей колонн: а) – погиб ветви внутри цеха после удара слитком при перемещении мостовым краном; б) – удар грузом при перемещении груза на железнодорожной платформе

Наиболее распространенным методом усиления металлических колонн с незначительными погибами элементов является усиление путем приваривания пластин на поврежденном участке (рис. 7,а). При этом необходимо, чтобы пластина перекрывала поврежденный участок на 100-150 мм в каждую сторону от повреждения. Другой способ усиления – это приварить к поврежденной ветви колонны дополнительный элемент из прокатного двутавра или швеллера (рис. 7,б).

Надкрановая часть металлической колонны меньше подвержена различным повреждающим факторам, однако, и на ней могут быть характерные дефекты и повреждения.

Коррозия надкрановой части. Самое распространенное повреждение верхней части колонны – это коррозия. Причинами появления коррозии

и слоистой коррозии является замачивание колонны осадками, просачивающимися через конструкции покрытия и кровли. Развитие повреждения может привести к значительной потере площади поперечного сечения колонны в надкрановой части, сквозной коррозии. В зависимости от степени повреждения техническое состояние колонн оценивается как работоспособное или ограниченно работоспособное. Устраняется повреждение путем очистки конструкции от продуктов коррозии с последующей окраской. При наличии сквозной или слоистой коррозии рекомендуется выполнить усиление путем приваривания дополнительных металлических элементов – листов стали или уголков.

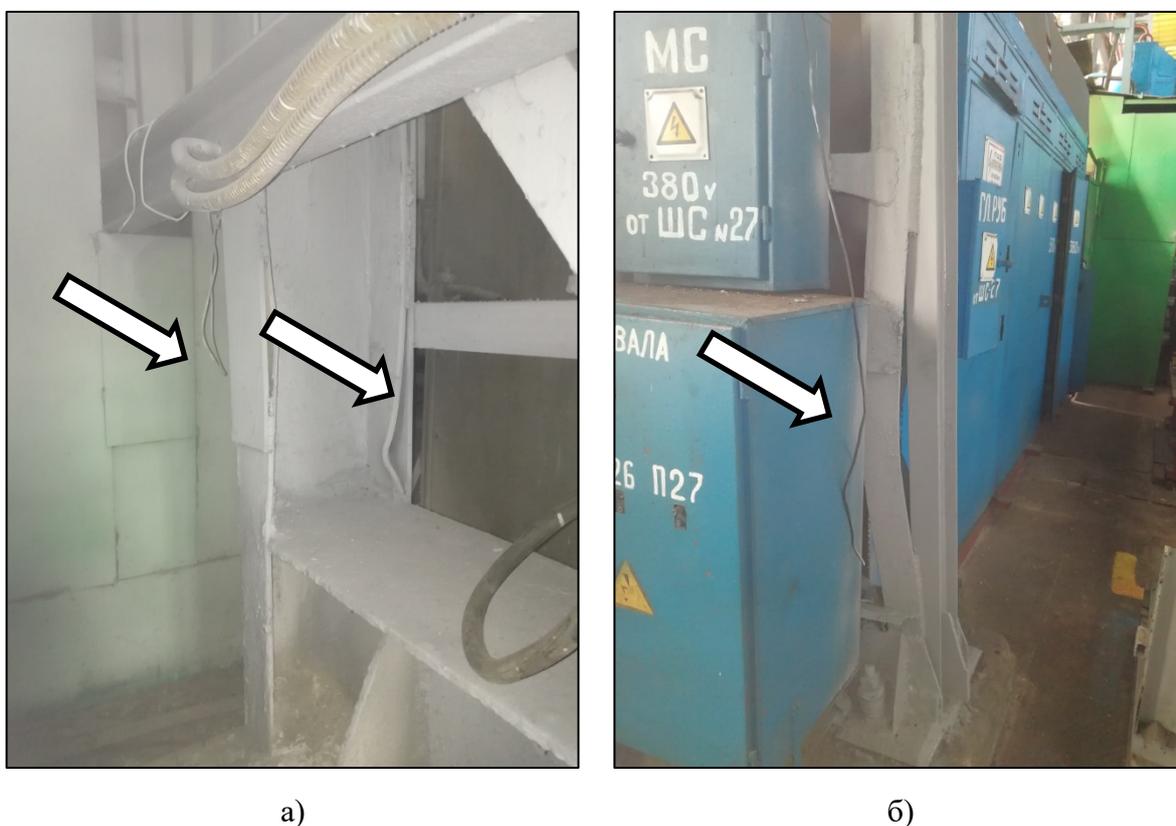


Рис. 7. Способы усиления погибов ветвей металлических колонн: а – усиления с помощью металлических накладок из пластин; б – усиление с помощью привариваемого швеллера

Погибы и потертости надкрановой части – менее распространенное повреждение, поскольку выше подкрановых балок механическое повреждение конструкциям колонны может причинить только мостовой кран. Удары крана по колонне могут быть вызваны нарушением режима работы

самого крана: не одновременное срабатывание тормозов или не синхронность включения приводов может привести к перекосу мостового крана и ударам крана по колоннам. Искривление оси рельса приводит к смещению кранового пути, что может стать причиной «цепляния» крана надкрановой части колонны. Развитие повреждения может привести к истиранию металла колонны или крана. Техническое состояние колонн с такими повреждениями оценивается как ограниченно работоспособное. Устраняется повреждение путем ремонта крана или кранового пути и усилением поврежденной части колонны.

Таким образом, подводя итог дефектов и повреждений железобетонных колонн, можно выделить четыре зоны образования повреждений:

Зона 2.1 – Основание колонны, опорная ее часть;

Зона 2.2 – Подкрановая часть;

Зона 2.3 – Консоль для подкрановой балки;

Зона 2.4 – Надкрановая часть колонны.

Зонирование железобетонных конструкций позволит эффективнее и быстрее проводить обследование зданий.

Литература

1. Крахмальний Т.А., Евтушенко С.И. Дефекты и повреждения грунтовых оснований промышленных зданий // Строительство и архитектура (2019). Том 7. Выпуск 3 (24) 2019. – С.45-49.
2. Крахмальний Т.А., Евтушенко С.И. Дефекты и повреждения столбчатых фундаментов производственных зданий // Строительство и архитектура (2019). Том 7. Выпуск 4 (25) 2019. – С.36-40.
3. Крахмальний Т.А., Евтушенко С.И. Дефекты и повреждения железобетонных колонн производственных зданий // Строительство и архитектура (2020). Том 8. Выпуск 2 (27) 2020. – С.5-9.
4. Evtushenko S.I., Krahmalny T.A. Damage to vertical links production buildings / International Science and Technology Conference FarEastCon 2020 // (2021) IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering 1079 052086. DOI:10.1088/1757-899X/1079/5/052086
5. Систематизация дефектов фасадов промышленных зданий / С.И. Евтушенко, Т.А. Крахмальний, М.П. Крахмальная, В.Е. Шапка, А.Б. Александров // Информационные технологии в обследовании эксплуатируемых зданий и сооружений: материалы XVI международной научно-практической конференции, г. Новочеркасск, 15 ноября 2016 г. / Южно-Российский государственный технический университет (НПИ) имени М.И. Платова. — Новочеркасск: Изд-во ЮРГПУ (НПИ), 2016. — С. 132–136.

6. Typical defects and damage to the industrial buildings' facades / T A Krahmalny and S I Evtushenko // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering, 775 (2020) 012135, doi:10.1088/1757-899X/775/1/012135.
7. Евтушенко С.И. Совершенствование методов обследования фасадов промышленных зданий / С.И. Евтушенко, М.П. Крахмальная, В.Е. Шапка, Н.Н. Бабец // Строительство и архитектура. - 2017. - Т. 5. - № 2 (15). - С. 140-144.
8. Evtushenko S.I. New System of Monitoring of a Condition of Cracks of Small Reinforced Concrete Bridge Constructions / S.I. Evtushenko, T.A. Krakhmal'nyi, M.P. Krakhmal'nay // (2016) Procedia Engineering 150, pp. 2369-2374. DOI:10.1016/j.proeng.2016.07.322
9. Евтушенко С.И. Информационные технологии при обследовании промышленных зданий / С.И. Евтушенко, Т.А. Крахмальный, М.П. Крахмальная, И.А. Чутченко // Строительство и архитектура (2017), Т. 5, № 1 (14), с. 65-71. DOI:10.12737/article_592eb1694d6262.73142749
10. Evtushenko S.I. The information technologies use at difficult technical objects condition control / S.I. Evtushenko, T.A. Krahmalny, V.A. Lepikhova, M.A. Kuchumov // 2019 IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering 698(6), 066017. DOI:10.1088/1757-899X/698/6/066017.