УДК 69.059.22

ФОРМИРОВАНИЕ УНИФИЦИРОВАННОЙ КЛАССИФИКАЦИИ ДЕФЕКТОВ ПРИ СТРОИТЕЛЬСТВЕ ПРОМЫШЛЕННЫХ ОБЪЕКТОВ

Лapidус А.А., Топчий Д.В., Юргайтис А.Ю., Климина В.В.

*НИУ «Московский государственный строительный университет»,
Москва, e-mail: dvtopchiy0405@gmail.com*

Целью исследования стало создание в дальнейшем унифицированного нормативного документа по классификации дефектов зданий и сооружений, который упростит и алгоритмизирует процесс комплексного технического обследования. В статье рассмотрена проблема отсутствия на территории Российской Федерации единой классификации дефектов и повреждений зданий и сооружений, устанавливаемых при комплексном техническом обследовании на всех этапах строительного производства. Данная проблема, несомненно, актуальна в наши дни, поскольку строительная отрасль активно развивается и набирает обороты, а обследование является неотъемлемой ее частью. Материалом для анализа являются существующие отечественные и зарубежные документы, рассматривающие и описывающие возможные повреждения конструкций в зависимости от материала, размеров дефектов и необходимости ремонта. В качестве результата исследования приведена выдержка из авторской классификации дефектов для железобетонных, каменных и металлических зданий с описанием возможных последствий при дальнейшей эксплуатации без мероприятий по усилению, а также обязательности учета этих повреждений при поверочном расчете. Таким образом, авторы рассматривают возможность создания единого документа, классифицирующего дефекты, обнаруживаемые при комплексном техническом обследовании зданий и сооружений, который будет действовать на всей территории России и давать однозначную оценку значимости влияния повреждения на безопасность эксплуатации здания.

Ключевые слова: строительство, обследование, дефекты, реконструкция, ремонт

FORMATION OF A UNIFIED CLASSIFICATION OF DEFECTS IN THE CONSTRUCTION OF INDUSTRIAL OBJECTS

Lapidus A.A., Topchiy D.V., Yurgaitis A.Y., Klimina V.V.

*Moscow state university of civil engineering (national research university),
Moscow, e-mail: dvtopchiy0405@gmail.com*

The article highlights the problem of absence of the unified defects classification within the multipurpose technical test of buildings and constructions on the Russian Federation territory. The classification aims at testing the any level of the constructing production. It is a topical matter for a rapidly developing construction area where the technical survey makes a meaningful part. The purpose of investigation is a further creation of a statutory regulation of Defects Classification, which can simplify the process of a complex technical inspection. The material for analysis is made of existing home and foreign documents describing potential construction faults ranged by defects size, type of material and repair necessity. The investigation results in the authorial Defects Classification made for reinforced concrete, brick and metal buildings. The Classification reveals all presumable outcomes of further building usage without any needed strengthenings. Thus, the authorial innovative aspect involves the creation of the unified Defects Classification that can become a State Standard Document valid throughout the Russian territory and measuring the rate of a construction fault in the risk of further building usage.

Keywords: liquid thermal insulation, thermal paint, thermal properties of materials, thermal conductivity coefficient, construction control, laboratory control, testing of materials and structures

Комплексное техническое обследование зданий и сооружений – это совокупность мероприятий по определению текущего технического состояния зданий, требующая больших затрат по времени, инженерно-техническому персоналу и материальным вложениям. При этом одними из главных параметров, влияющих на состояние здания (сооружения) и возможность дальнейшего его эксплуатации в нормальных условиях являются различные дефекты и повреждения [1; 2]. Некоторые из них можно увидеть уже непосредственно при визуальном обследовании, другие требуют инструментальных измерений с использованием современных методов и приборов. Поскольку комплекс-

ное техническое обследование здания является неотъемлемой частью каждого этапа строительства и может производиться совершенно для любых объектов, то его усовершенствование и ускорение, с отсутствием потери качества, является крайне актуальной проблемой в сфере строительного производства [3; 4]. Несмотря на всю значимость своевременной и быстрой выдачи заключения об обследовании, на территории Российской Федерации до сих пор отсутствует унифицированная классификация дефектов и повреждений, которая бы могла однозначно дать оценку всем недостаткам конструкций, а в сумме – и зданию или сооружению в целом, уже на начальной стадии исследования.

Промышленные объекты не редко подразумевают под собой комплексы из нескольких различных сооружений, взаимосвязанных между собой. Так, например, горно-обогатительные комбинаты состоят из корпусов с оборудованием, складов и бункеров, связанных между собой системой конвейерных галерей. При выходе из строя хотя бы одного конструктивного элемента предприятия будет остановлен весь процесс производства, что ведёт за собой крупные финансовые потери, даже при кратковременном простое. Поэтому для промышленных зданий особо важным аспектом при проектировании и эксплуатации является недопущение дефектов, наличие или развитие которых в дальнейшем может повлиять на безопасность людей или нарушение технологии производства, а также может спровоцировать возникновение технических рисков.

Основными факторами, повышающими вероятность появления технических рисков и образования дефектов при строительстве промышленных комплексов, можно выделить:

- низкая квалификация рабочих, задействованных при производстве работ;
- использование некачественных или не соответствующих проекту материалов;
- нарушение технологии транспортировки и монтажа конструкций;
- ошибки проектирования, выявляемые непосредственно на строительной площадке или при эксплуатации;
- нарушение техники безопасности при эксплуатации строительной техники;
- удаленность объектов, что может привести к срыву сроков поставки материалов и увеличению длительности транспортировки.

Чаще всего на производственных объектах используется 3 вида материалов конструкций, такие как:

- металл – несущий каркас здания или сооружения, в виде колонн, ферм, балок, вспомогательные эстакады, покрытия, ограждающие конструкции, бункеры и силосы, газоходы и др.;
- железобетон – фундаменты под технологическое оборудование и основной каркас, лотки для коммуникаций, прямки, перекрытия;
- кирпич – несущие и ограждающие конструкции некоторых зданий, перегородки.

Поэтому в данной статье изучены и проанализированы характерные дефекты конструкций из вышеуказанных материалов.

Материалы и методы исследования

В нормативной базе РФ можно найти сотни классификаций различных дефектов,

но большинство из них делят повреждения не по их значимости и серьезности, а по материалам, причинам возникновения, расположению, возможности и сложности устранения недостатков и т.п. [5–6]. Наиболее часто используемыми документами в этом вопросе являются Ведомственные строительные нормы (ВСН) и Методическая документация в строительстве (МДС), а также Строительные правила (СП), в которых расписаны все требуемые мероприятия по оценке здания или его части, их последовательность, возможные дефекты и методы их обнаружения. Но их главным недостатком является то, что на сегодняшний день ни один из них не носит обязательный характер. Этот факт дает возможность полностью исключить данные документы из рассмотрения при производстве работ [7; 8].

Единственным обязательным документом, прописывающим строгий порядок проведения работ по обследованию зданий и сооружений на данный момент, согласно Постановлению Правительства РФ от 4 июля 2020 г. № 985 можно считать исключительно ГОСТ 31937–2011 «Здания и сооружения. Правила обследования и мониторинга технического состояния». В нем прописано, что «если вследствие визуального осмотра несущих конструкций, обследуемого объекта обнаружены недостатки и дефекты, влияющие на их устойчивость, прочностные и жесткостные параметры, переходят к детальному (инструментальному) обследованию». Но при этом параметры подобных дефектов, их виды и варианты нигде строго не прописаны. Как результат, остается только рассчитывать на опыт и знания людей, занимающихся обследованием. Для того чтобы минимизировать человеческий фактор и обезопасить людей от возможных печальных последствий неправильно проведенных работ по определению текущего технического состояния здания (сооружения), необходимо создать и утвердить строгую классификацию дефектов и повреждений на всей территории Российской Федерации [9; 10].

Во время исследования также был изучен зарубежный опыт по этой проблеме. Так, например, в Великобритании Строительное исследовательское учреждение (Building Research Establishment – BRE), занимающееся разработкой национальных и международных стандартов, а также строительных норм и правил, в 1995 г. предложило свою классификацию повреждений для кирпичной и каменной кладки [11; 12]. Отталкиваясь от 3 критериев, таких как «эстетичность», «исправность» и «стабильность», они разделили все дефекты на 6 воз-

можных категорий от 0 до 5 (табл. 1). Кроме этого, ученые из BRE выяснили, что, по статистике, появлению дефектов чаще всего способствуют отклонения от требуемых стандартов при типовом строительстве, а не инновационные технологии или уникальные в своем исполнении объекты [13; 14].

Таким образом, Строительное исследовательское учреждение не только делит повреждения по категориям их значимости, но и указывает минимальные требования для их устранения и дальнейшей нормальной эксплуатации здания и сооружения.

Данную проблематику также рассматривает в своей работе «Building Pathology. Principles and Practice» Дэвид С. Уотт [15], который предлагает проиерархировать все недостатки в зависимости от приоритетности ремонтно-строительных работ на 3 группы: «срочно», «необходимо» и «желательно». В зависимости попадания дефекта в ту или иную группу будут диктоваться требования по планированию и объему мероприятий по ремонту. Давать оценку степени тяжести повреждения и присваивать соответствующий приоритет для устранения Дэвид С. Уотт предлагает после рассмотрения:

– обязательств, предписанных законом;

– документов по охране труда и технике безопасности;

– функциональных и эксплуатационных требований;

– данных о скорости износа и разрушения;

– ценности и полезности здания (сооружения);

– желаемых и ожидаемых результатов;

– эксплуатационных расходов.

Исследование проведено на основании информации об объектах-аналогах, связанных с горно-обогатительной и химической промышленностью, таких как:

– Яковлевский горно-обогатительный комбинат;

– Лебединский горно-обогатительный комбинат;

– Быстринский горно-обогатительный комбинат;

– предприятия ОАО «Щекиноазот».

Изучены ошибки, нарушения и дефекты, выявленные в процессе производства строительно-монтажных работ и дальнейшей эксплуатации объектов. Сокращение количества или их отсутствие могло бы значительно снизить вероятность возникновения технических рисков даже на начальном этапе.

Таблица 1

Классификация видимых повреждений стен из кирпичной и каменной кладки

№ п/п	Категория	Описание дефекта	Необходимые действия по устранению повреждений
1	0	Трещины менее 0,1 мм, классифицируются как незначительные	Никаких действий не требуется
2	1	Мелкие трещины шириной до 1 мм. Повреждения ограничиваются внутренней отделкой стен, не наблюдаются во внешней кирпичной кладке	Легко скрываются поверхностными ремонтно-отделочными работами
3	2	Трещины шириной до 5 мм, которые легко заполнить. Трещины не обязательно видны снаружи, но требуют дополнительных действий по обеспечению гарантии защиты от атмосферного влияния	Периодические трещины могут быть замаскированы с помощью соответствующих накладок. При необходимости требуется регулировка дверей и окон
4	3	Трещины от 5 до 15 мм или несколько трещин размером порядка 3 мм. Они являются открытыми и требуют работы каменщика. Могут смещаться двери и окна, повреждаться трубы	Необходимо заменить часть кладки. Восстановить герметичность стен. Отрегулировать двери, окна, заменить трубы
5	4	Трещины от 15 до 25 мм или несколько трещин меньшей ширины. Окна и дверные рамы сильно повреждены. Стены заметно выпуклые, пол наклонен. Наблюдаются повреждения в несущих балках	Требуется разрушение и замена секций стен, особенно над дверями и окнами
6	5	Трещины более 25 мм или несколько трещин меньшей ширины. Несущие балки сильно повреждены. Стены заметно наклонены и требуют подпора. Окна разбиты с перекосом. Опасность обвала стен	В однозначном порядке необходим капитальный ремонт с частичной или полной перестройкой здания

Результаты исследования и их обсуждение

Процедура классификации дефектов является очень сложной и дискретной задачей, поскольку вероятность появления недостатков зависит от большого количества набора факторов. Причиной могут стать как климатическое воздействие, нарушение технологии при строительно-монтажных работах,

несоблюдение температурно-влажностного режима внутри помещения, так и несоответствие назначения здания и его действительной эксплуатации. Предугадать все возможные варианты, к сожалению, невозможно. Поэтому были выделены наиболее характерные и часто повторяющиеся дефекты, в зависимости от материала конструкций, используемых при возведении промышленных зданий и сооружений (табл. 2, 3) [16].

Таблица 2

Характерные дефекты железобетонных конструкций

№ п/п	Описание дефекта	Возможные последствия	Нормативное количество дефектов**	Учет при поверочном расчете*
1	Волосяные трещины на верхней поверхности бетона	На несущую способность конструкций не влияют	Повсеместно	Не обязателен
2	Волосяные трещины вдоль арматуры с возможными следами ржавчины на поверхности бетона	Снижение несущей способности до 5%	Повсеместно	Не обязателен
3	Сколы защитного слоя бетона в сжатой зоне	Снижение несущей способности за счет уменьшения расчетной площади сечения	Глубиной ≤ 5 мм, суммарной длиной ≤ 50 мм	В зависимости от масштабного фактора
4	Сколы защитного слоя бетона в растянутой зоне	На несущую способность конструкций не влияют	Глубиной ≤ 5 мм, суммарной длиной ≤ 50 мм	Не обязателен
5	Промасливание бетона	Снижение несущей способности до 30%	Не допускается	Обязателен
6	Трещины вдоль арматуры до 3 мм	Снижение несущей способности, вплоть до аварийного состояния	Не допускаются	Обязателен
7	Малая площадь сопряжения конструкций	Снижение несущей способности	Смещение в плане относительно проектного положения ≤ 12 мм	В зависимости от масштабного фактора

Примечание. *При отсутствии сочетаний с другими дефектами.

**Для класса бетонной поверхности А3.

Таблица 3

Характерные дефекты конструкций из каменной кладки

№ п/п	Описание дефекта	Возможные последствия	Нормативное количество дефектов**	Учет при поверочном расчете*
1	Искривление горизонтальных и вертикальных линий	Снижение или потеря несущей способности, развитие трещин	Отклонение от вертикальности ≤ 10 мм на один этаж и ≤ 30 мм на здание более 2 этажей; от горизонтали на 10 м длины стены ≤ 15 мм	Обязателен
2	Выпучивание	Снижение несущей способности, развитие трещин	На 10 м длины стены ≤ 10 мм	Обязателен
3	Увлажнение кладки стен	Развитие разрушающих процессов, снижение прочностных характеристик	До 30% площади	В зависимости от масштабного фактора

Окончание табл. 3				
№ п/п	Описание дефекта	Возможные последствия	Нормативное количество дефектов**	Учет при поверочном расчете*
4	Разрушение основного материала каменной кладки (трещины различных направлений)	Снижение несущей способности и прочности кладки	Не допускается	Обязателен
5	Отколы, пробоины, выбоины и др.	Снижение несущей способности	Глубиной ≤ 15 мм. Борозды, отверстия не допускаются	В зависимости от масштабного фактора

Примечание. *При отсутствии сочетаний с другими дефектами.

**Для стен и столбов из кирпича, керамических и природных камней.

Таблица 4

Характерные дефекты металлических конструкций

№ п/п	Описание дефекта	Возможные последствия	Нормативное количество дефектов**	Учет при поверочном расчете*
1	Некачественные сварные швы	Снижение или потеря несущей способности	Не допускаются трещины и непровары ≥ 2 мм или 10% толщины металла	Обязателен
2	Искривление раскосов двухветвевых колонн, ферм	Снижение несущей способности, вплоть до аварийного состояния	$\frac{f_y}{l} \leq \frac{1}{750}, f_y \leq 15 \text{ мм}$	В зависимости от масштабного фактора
3	Местные погнутости элементов	Снижение несущей способности	$f \leq \frac{l_{af}}{750}$	В зависимости от масштабного фактора
4	Ослабление или отсутствие болтов крепления	Снижение несущей способности	Не допускается	Обязателен
5	Наличие коррозии на поверхности элементов	Снижение несущей способности, вплоть до аварийного состояния	Не допускается	В зависимости от масштабного фактора
6	Ослабление поперечного сечения или отсутствие элемента	Снижение несущей способности, вплоть до аварийного состояния	Не допускается	Обязателен
7	Взаимные смещения конструкций	Снижение несущей способности, вплоть до аварийного состояния	Зависит от конструкции	В зависимости от масштабного фактора

Примечание. *При отсутствии сочетаний с другими дефектами.

**При исправном техническом состоянии.

При рассмотрении зданий и сооружений, выполненных из металлических или деревянных элементов, крайне важно знать не только о наличии того или иного дефекта, но также и о его точном расположении, виде конструкции (балка, ферма, колонна и др.), способе их крепления и других параметрах [17; 18]. Так, например, для металлических конструкций важным является: имеет повреждение сварное или заклепочное соединение, отдельная балка или рама, при приемке работ или после эксплуатации, и в каждом отдельном случае недостаток имеет свои допуски и требования к выполнению расчетов. Для упрощения классификации дефектов металлоконструкций в СССР был введен ОРД 00 000 89 «Техническая эксплуатация стальных конструкций производственных зданий», в соответствии с которым повреждения стальных конструкций, в зависимости от вида и расположения, были разделены на 14 групп. Оттолкнувшись от этого документа и основываясь на исследовательских данных, можно попытаться дать оценку иным различным дефектам конструкций, а результаты в свою очередь свести в табличную форму, аналогичную табл. 2–4.

Заключение

При дальнейших исследованиях данных в части различных конструктивных элементов и дефектов результаты будут уточняться и дополняться, что в конечном итоге приведет к созданию регламентного документа, в котором будет приведена унифицированная классификация всех возможных дефектов, обнаруживаемых при комплексном техническом обследовании зданий и сооружений, что в свою очередь должно систематизировать и алгоритмизировать процесс получения заключения о техническом состоянии (интегральной категории технического состояния) здания. Кроме того, данный документ может лечь в основу разработки схемы по минимизации возникновения технических рисков при строительстве промышленных зданий и сооружений, что также, несомненно, является актуальной темой для изучения на сегодняшний день.

Список литературы

1. Топчий Д.В. Комплексный строительный надзор: требования и необходимость // *Технология и организация строительного производства*. 2014. № 1. С. 46–47.
2. Topchiy D.V., Skakalov V.A., Yurgaytis A.Yu. Comprehensive verification construction compliance control as the Developer's project risk reduction tool, *International Journal of Civil Engineering and Technology (IJCIET)*. 2018. V. 9. Issue 1. P. 985–993.
3. Topchiy D., Shatrova A., Yurgaytis A. Integrated construction supervision as a tool to reduce the developer's risks when implementing new and redevelopment projects, *MATEC Web of Conferences*. 2018. V. 193. P. 05032.
4. Topchiy D., Shatrova A., Formation of a basic management strategy for a construction organization in the implementation of projects of redevelopment of major urban areas, *International Journal of Mechanical Engineering and Technology*. 2018. V. 9. Issue 4. P. 539–547.
5. Driscoll R. Assessment of damage in low-rise buildings with particular reference to progressive foundation movement. Watford: BRE Digest, 1995. 8 p.
6. Бедов А.И., Знаменский В.В., Габитов А.И. Оценка технического состояния, восстановление и усиление оснований и строительных конструкций эксплуатируемых зданий и сооружений. В 2-х частях. Ч.1. Оценка технического состояния оснований и строительных конструкций эксплуатируемых зданий и сооружений. Под ред. А.И. Бедова: учеб. пос. М.: Изд-во АСВ, 2014. 704 с.
7. Ширшиков Б.Ф., Ершов М.Н. Реконструкция объектов. Организация работ. Ограничения. Риски. М.: АСВ, 2010. 114 с.
8. Гучкин И.С. Техническая эксплуатация и реконструкция зданий: учеб. пособие. М.: Изд-во АСВ, 2009. 296 с.
9. Добромислов А.Н. Дефекты в конструкциях при строительстве: научное издание. М.: Изд-во АСВ, 2009. 192 с.
10. Шилин А.А. Кирпичные и каменные конструкции. Повреждения и ремонт. Учеб. пособие для ВУЗов. М.: Изд-во «Горная книга», 2009. 214 с.
11. Волков А.С., Дмитренко Е.А., Корсун А.В. Влияние дефектов строительства на несущую способность железобетонных конструкций монолитного каркасного здания // *Строительство уникальных зданий и сооружений*. 2015. № 2 (29). С. 45–56.
12. Варфоломеев Ю.А., Казеко А.Н., Звездин В.Н. Влияние ошибок проектирования и строительства на формирование критических дефектов в кирпичных зданиях сталинского периода постройки // *Интернаука*. 2017. № 25 (29). С. 4–8.
13. Сударикова К.П. Особенности работы монолитных железобетонных конструкций с учетом полученных дефектов при строительстве // *Академическая публицистика*. 2017. № 11. С. 55–61.
14. Некрестьянов В.Н. Анализ проблемы разрушения объектов строительства // *Естественные и технические науки*. 2014. № 4 (72). С. 161–164.
15. David S. Watt. Building Pathology. Principles and Practice. Second Edition. Oxford: Blackwell Publishing Ltd, 2007. 301 p.
16. Синеев А.А. Об учете состояния металлических конструкций при поверочных расчетах // *Вестник Белгородского государственного технологического университета им. В.Г. Шухова*. 2018. № 10. С. 74–79.
17. Жуков Д., Валиев Д., Медведев С., Бурганов Ф. Типовые дефекты крановых металлических конструкций, выявляемые при экспертизе промышленной безопасности // *Регламент*. 2015. № 5 (43). С. 82–84.
18. Мыльченко А.Ю. Виды дефектов деревянных конструкций // *Наука сегодня: проблемы и пути решения: материалы Международной научно-практической конференции: в 3 ч.* 2018. С. 68–69.