УДК 69.059 DOI: 10.14529/build210404

ДЕФЕКТЫ УСТРОЙСТВА ПОДВЕСНЫХ ПОТОЛОЧНЫХ СИСТЕМ

А.Х. Байбурин, С.А. Воробьев, Д.А. Байбурин, М.С. Загорулько
Южно-Уральский государственный университет, г. Челябинск, Россия

Объект исследования – технология подвесных потолочных систем. Целью исследования являлось исследование нетиповых решений крепления подвесных потолков и их влияния на надежность конструкции. Актуальность подтверждается большим количеством аварий в виде обрушения подвесных потолков в зданиях различного назначения. Изучены основные требования норм для устройства потолка. Приведены примеры обрушения подвесных потолочных систем. Описаны типовые решения каркасов подвесных потолков на примере КНАУФ. Определены типы нарушений технических требований к подвесным потолкам. Оценены возможные случаи применения нетиповых способов крепления подвесных потолков, влияющие на их безопасную эксплуатацию. Приведены иллюстрации дефектов крепления подвесных потолков. Разработаны рекомендации по устранению дефектов устройства креплений, возможные решения по их усилению.

Ключевые слова: строительные аварии, подвесные потолочные системы, каркас потолка, дефекты монтажных работ, надежность и безопасность.

Введение

Современные системы интерьера должны отвечать эстетическим, гигиеническим, акустическим, противопожарным, противоударным требованиям [1]. В настоящее время наряду с традиционными видами отделки потолка (окрасочные, оклеечные, натяжные) широко распространены различные потолочные системы из подвесных штучных изделий.

На российском рынке наиболее популярны следующие производители плиточных систем: AMF (Германия), Armstrong (Великобритания), Celotex (США), Ecophon (Финляндия), Escayolas De Lodosa (Испания), Istra (Малайзия), Lilia Rockwool (Польша), Ottawa Fibre Inc. (Канада), OWA (Германия), Sibu Design (Австрия), USG (США) [2]. В качестве материалов для плит используют: пенополистирол, армированный гипс, гипсокартон, минеральное волокно, стекловолокно, металл, пластик, стекло, дерево.

Подвесной потолок – это система, состоящая из металлического каркаса, подвешенного к перекрытию, и элементов, формирующих плоскость потолка. Каркас состоит из направляющих (несущих и поперечных профилей), угловых молдингов и подвесов. Несущая часть подвесного потолка может быть четырех видов: с двухосным каркасом в одном и двух уровнях, с одноосным каркасом и без каркаса [3]. Изменение технологии и дефекты крепления, а также устройство потолков без учета условий эксплуатации и допустимых нагрузок на конструкции может привести к деформациям и обрушению потолочных систем.

В данной статье проведен анализ дефектов устройства потолков. В отдельной статье (в ближайшем номере журнала) будут приведены результаты испытаний нетиповых узлов крепления подвесных потолочных систем, как часто применяемых вариантов для минимизации стоимости работ.

Производство изоляционных и отделочных работ на строительной площадке следует вести согласно требованиям СП 71.13330.2017 [1], проектной и рабочей документации, СП 48.13330.2019 [4], СНиП 12-03-2001 [5], а также с учетом рекомендаций производителей изоляционных и отделочных материалов. Основные требования по технологии монтажа и отделке подвесных потолков приведены в СП 163.1325800.2014 [6] и ВСН 28-95 [7].

Отдельные элементы потолочных систем изготавливаются по ТУ завода-производителя и должны соответствовать Федеральному закону РФ от 30.12.2009 № 384-ФЗ [8], а также Федеральному закону РФ от 22 июля 2008 г. № 123-ФЗ [9].

Контроль и оценку качества работ при устройстве потолочных систем выполняют в соответствии с требованиями СП 71.13330.2017 [1], СП 48.13330.2019 [4], а также ГОСТ Р 58324-2018 [10] и ТР 95.16-01 [11] при устройстве подвесных потолков. С методами испытаний на несущую способность подвесных систем и потолочных конструкций можно ознакомиться в DIN EN 13964-2014 [12]. Там же в табл. 1–5 указаны нормируемые характеристики и допустимые отклонения.

Помимо общих требований к устройству подвесных конструкций необходимо ориентироваться на технологические карты и альбомы технических решений производителей.

Основные требования к конструкциям и монтажу подвесных потолков КНАУФ П11 приведены в [13, 14]. Несущая конструкция – металлический

каркас из потолочных профилей (ПП 60×27) с закрепленными на нем ГСП (ГКЛ). Основные профили прикреплены непосредственно к несущим конструкциям при помощи подвесов. Несущие профили, к которым крепятся листы, и основные профили расположены в разных уровнях. Масса квадратного метра – около 13 кг. Допустимый прогиб каркаса составляет 1/500 длины.

Методы

При анализе нетиповых решений крепления подвесных потолков проводились производственные исследования реальных конструкций. Причины обрушений подвесных потолков изучались по данным открытых источников и авторских экспертиз. Основные требования устройства потолочных систем изучались с использованием строительных норм и технических условий, в том числе типовых решений КНАУФ. В результате комплексных исследований были установлены и проанализированы виды дефектов каркасов подвесных потолков.

Результаты и обсуждения

Элементы строительных конструкций должны быть рассчитаны на монтажные и эксплуатационные нагрузки в соответствии с нормативными требованиями и рекомендациями производителя. Однако на практике допускаются нетиповые решения без согласования с заказчиком и проектной организацией. Нередко такие нарушения технических требований и несоблюдение технических рекомендаций приводит к аварийным ситуациям [15–19] (см. таблицу, рис. 1).

Причиной обрушения потолков могут быть сейсмические воздействия, поэтому проводят виброиспытания потолочных систем [20–24].

Среди причин аварий потолков выделим нарушения технических требований и рекомендаций:

1. Использование некачественного профиля: тонкая сталь (меньше 0,5–0,6 мм); оцинкование стали электролитическим методом (плотность цинкового покрытия горячеоцинкованной стали составляет 100–180 г/м^2, электролитически оцинкованной стали –50–80 г/м^2); низкое исходное качество цинка (содержание примесей до 30 %); профиль с накаткой – перфорацией; деформированный профиль. Использование других материалов с отклонениями от технических требований [25–28].

2. Изменение конструктивных решений крепления каркаса к потолку: закрепление через ПП-профиль и обрезки подвеса; закрепление из ПН-профиля; закрепление каркаса через целый профиль ПН; закрепление каркаса на подвески не в вертикальном положении; закрепление каркаса через шпильки, установленные вместо тяги подвеса в сам подвес; закрепление каркаса на подвесках, связанных с инженерными коммуникациями; некачественно закрепленные элементы каркаса; увеличение расстояния между элементами каркаса (несущими профилями, подвесами) [18, 19].

3. Непроектное соединение ПП-профилей: соединение без специальных соединителей и удлинителей; использование способов соединения для других задач, не соответствующих проекту потолка.

4. Несоблюдение рекомендаций производителя относительно применения крепежных элементов: непроектная замена крепежных элементов

Аварии с обрушением подвесного потолка за период 2008–2013 годы

Дата	Здание, адрес	Описание аварии
08.02.2008	г. Санкт-Петербург, ТРК «Континент»	Обрушение подвесного потолка в помещении кинозала общей площадью 140 м^2
20.05.2008	г. Казань, ТЦ«Мега»	Обрушение подвесного потолка общей площадью 50–60 м^2
29.10.2009	г. Москва, Волгоградский пр., д. 1, корп. 2, СК «Планета Фитнес»	При ремонтных работах в спортивном комплексе «Планета Фитнес» произошло обрушение конструкций подвесного потолка
23.12.2009	г. Москва, ТК «Мариэль»	Обрушение потолочных конструкций общей площадью 250 м^2
02.05.2010	г. Казань, ТРК «Кольцо»	Обрушение подвесного потолка
26.07.2010	г. Пушкино, ТЦ «ВИТ»	Обрушение подвесного потолка площадью 30 м^2. Причиной обрушения стал ливень и протечки
06.09.2010	г. Москва, Мичуринский пр., 6	В больнице при Управлении делами президента РФ обрушился декоративный потолок в процессе проведения ремонтных работ. Пострадали три человека, один из них скончался
18.01.2011	г. Воронеж, Киномакс	Обрушение подвесного потолка площадью 120 м^2
03.02.2011	г. Екатеринбург, ТЦ «Мега»	Обрушение подвесного потолка в одном из бутиков на втором этаже площадью 900 м^2. Три человека получили травмы
22.07.2011	г. Пенза, ул. Пушкина, 10, киноцентр «Современник»	В после завершения очередного сеанса обрушился подвесной потолок площадью 600 м^2. Пострадала женщина из числа персонала заведения
15.06.2012	г. Саранск, ул. Б. Хмельницкого, 28, ТРК «Огарёв Plaza»	Обрушились конструкции подвесного потолка на четвертом этаже
15.08.2012	г. Тверь, ТЦ «Олимп»	Обрушение подвесного потолка в зоне гипермаркета «Перекресток». 20 м^2 гипсокартонного козырька прогнулись, а затем треснули и обвалились

Рис. 1. Обрушение потолка в г. Миассе, ТРК «Слон»

для соединения металлических элементов; увеличение шага крепления саморезов; использование пластиковых дюбелей для закрепления тяг подвеса к несущему основанию.

5. Увеличение проектной толщины слоя гипсокартонных листов.

6. Несоответствие проекта подвесного потолка технологическому оборудованию.

7. Наличие материалов и инструментов, забытых непосредственно на внутренней части потолка.

8. Комплексное нарушение технологии монтажа подвесных систем.

Силами немецкой компании КНАУФ была создана и отработана технология сборки подвесного потолка, обеспечивающая создание надежных и безопасных конструкций (рис. 2).

Вес потолочной конструкции – крайне важная характеристика, и от её точного определения зависит надежность системы и эксплуатации. Зависимость удельной нагрузки обшивки от толщины обшивки КНАУФ-листа определена точно и используется для выбора класса нагрузки.

По периметру основные и несущие профили вставляются в профиль ПН 28/27. Крепление к стене направляющих профилей осуществляется

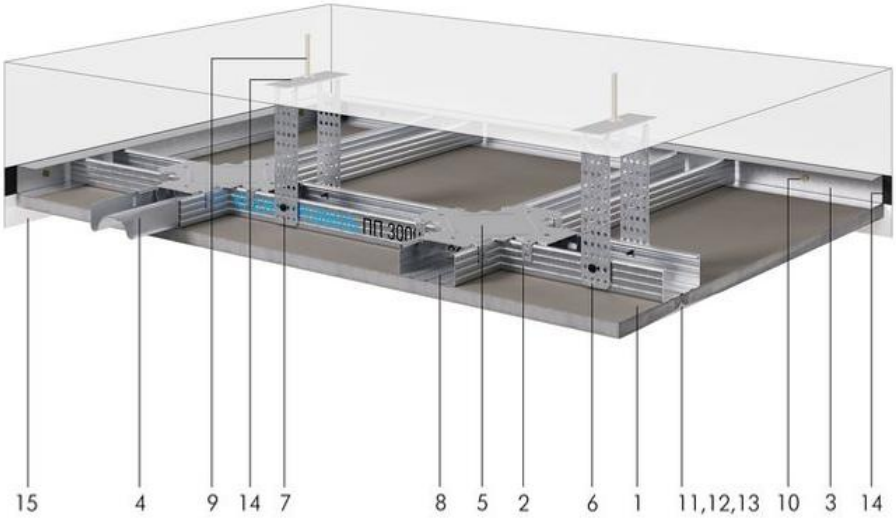

Рис. 2. Подвесной потолок КНАУФ на одноуровневом металлическом каркасе П 113 [13, 14]:

1 – КНАУФ-лист (ГСП-А, ГСП-Н2, ГСП-DF); 2 – КНАУФ-профиль ПП 60 × 27× 0,6; 3 – КНАУФ-профиль ПН 28 × 27 × 0,6; 4 – удлинитель профилей; 5 – соединитель одноуровневый; 6 – прямой подвес (подвес с зажимом и тягой, нониус-подвес в сборе); 7 – саморез LN 9; 8 – саморез TN 25; 9 – анкерный элемент – анкер-клин; 10 – дюбель-гвоздь 6×40; 11 – лента армирующая; 12 – шпаклевка КНАУФ-Фуген; 13 – грунтовка КНАУФ-Тифенгрунд; 14 – лента уплотнительная; 15 – лента разделительная

через уплотнительную ленту дюбелями с шагом не более 500 мм. Каждый профиль ПН 28/27 должен быть закреплен не менее чем тремя дюбелями. При нагрузке более 25 кг/м^2 боковые стороны одноуровневого соединителя дополнительно закрепляют к несущему профилю саморезами LN 9.

Крепление КНАУФ-листов к профилям возможна двумя способами: поперек и вдоль несущих профилей. Шаг несущих профилей составляет 500 мм (кратно длине листа) и 400 мм (кратно ширине листа). Стыки торцевых кромок листов должны быть смонтированы вразбежку со смещением друг относительно друга не менее чем на шаг профиля 400 мм. Крепежные работы ведут от угла листа в двух взаимно перпендикулярных направлениях.

КНАУФ-лист крепится к каркасу саморезами с шагом 170 мм вразбежку на смежных листах на расстоянии не менее 10 мм от оклеенного картоном края листа и не менее 15 мм от обрезанного. Для крепления КНАУФ-листов к каркасу применяют саморез TN, а для КНАУФ-суперлистов – саморез MN. Крепежные шурупы должны входить в лист под прямым углом и проникать в металлический каркас на глубину не менее 10 мм, в деревянный брус – не менее 20 мм. Головки саморезов должны быть утоплены в лист на глубину около 1 мм с целью их последующего шпаклевания. Стыковать листы следует на несущих профилях каркаса. Деформированные или ошибочно размещенные саморезы должны быть удалены, заменены новыми, которые необходимо расположить на расстоянии не менее 50 мм от предыдущего места крепления.

Описанная технология монтажа исчерпывающе показывает простоту и надежность в сборе каркаса потолка. Но на практике допускается экономия буквально на каждом элементе и процессе. Часто для устройства металлического каркаса используют профиль с толщиной стенки менее 0,6 мм. Другое нарушение технологии – непроектная замена элементов каркаса и отказ от специализированных подвесов, то есть создание подвеса из подручных средств (рис. 3, 4).

Такой подвес (см. рис. 3), во-первых, имеет четыре точки крепления саморезами к каркасу, во-вторых, усложняет крепление к несущей конструкции перекрытия, что значительно снижает надежность крепления потолка.

Подвес, изображенный на рис. 4, нетехнологичен, ненадежен и затрудняет эксплуатационный контроль за техническим состоянием анкеров крепления к несущей конструкции.

Следующее нарушение технологии – отказ от типового одноуровневого соединителя и неправильное соединение основного и несущего потолочного профиля (рис. 5) или отгиба стенок профиля (рис. 6).

Такое соединение двух потолочных профилей используют для замены специализированного со-

Рис. 3. Самодельный подвес из потолочного профиля

Рис. 4. Самодельный подвес из направляющего потолочного профиля

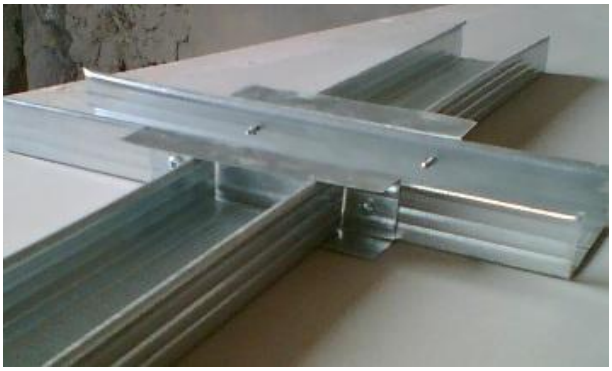

Рис. 5. Соединение в один уровень профиля при помощи направляющего

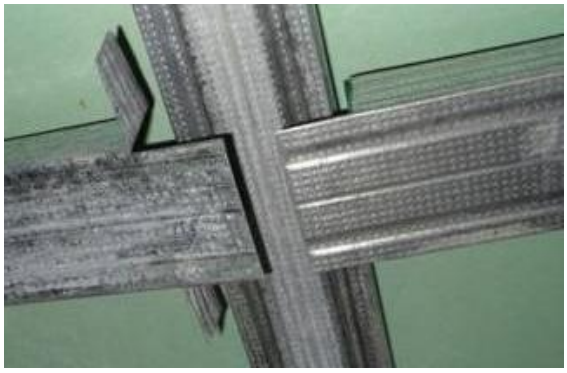

Рис. 6. Соединение в один уровень профиля путем отгиба стенок

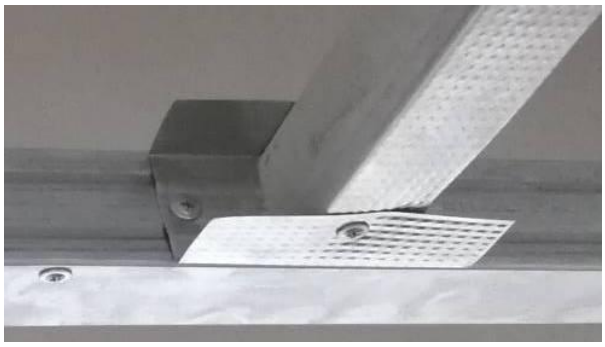

Рис. 7. Использование самореза с пресс-шайбой

Рис. 8. Использование пластикового дюбеля для закрепления подвеса

единителя – одноуровневого подвеса – и изготавливают методом подрезки и отгиба профиля, далее один профиль накладывают на другой и скрепляют саморезами. Приведенные нетиповые крепления сложны в сборке и значительно снижают прочность и жесткость крепления.

Применение саморезов и других крепежей нерегламентированных типовой технологией подвесных потолков см на рис. 7.

Использование пластиковых дюбелей для закрепление тяг подвеса к несущему основанию см. на рис. 8.

Использование пластиковых дюбелей крайне нежелательно, так как под нагрузкой они нередко выходят из несущей поверхности, ослабляя конструкцию, а также не соответствуют требованиям пожарной безопасности.

Выводы

Таким образом, снижение надежности и качества конструкций подвесных потолков связано с несоблюдением технологии, применением нетиповых решений для элементов и креплений, что приводит к появлению трещин, деформациям и обрушениям потолков. В процессе выявления подобных критических дефектов при строительном контроле они должны быть исправлены. При обнаружении нетиповых решений креплений при эксплуатационном контроле крепления необходимо переделать либо усилить устройством дублер-конструкций. В дальнейших исследованиях планируются испытания нетиповых креплений каркаса потолков.

Литература

1. *СП 71.13330.2017 Изоляционные и отделочные покрытия. Акт. редакция СНиП 3.04.01-87.*
2. *Маркетинговое исследование рынка потолочных систем. – https:// www.vira.ru/exp/reviews/res_ceiling3.html (дата обращения 27.08.2021).*
3. *Современное здание. Конструкции и материалы / А.А. Батищев, А.В. Волков, Е.Д. Карант и др. – М.-СПб.: Новое, 2004.*
4. *СП 48.13330.2019 Организация строительства. Акт. редакция СНиП 12-01-2004.*
5. *СНиП 12-03-2001 Безопасность труда в строительстве. Часть 1. Общие требования.*
6. *СП 163.1325800.2014 Конструкции с применением гипсокартонных и гипсоволокнистых листов. Правила проектирования и монтажа.*
7. *ВСН 28-95. Инструкция по технологии монтажа и отделке подвесных потолков индустриальными методами.*
8. *Федеральный закон РФ от 30 декабря 2009 г. № 384-ФЗ. Технический регламент о безопасности зданий и сооружений.*
9. *Федеральный закон РФ от 22 июля 2008 г. № 123-ФЗ. Технический регламент о требованиях пожарной безопасности.*
10. *ГОСТ Р 58324-2018. Потолки подвесные. Общие технические условия.*
11. *ТР 95.16-01 Технологический регламент устройства подвесных потолков и перегородок.*
12. *DIN EN 13964-2014. Потолки подвесные. Требования и методы испытаний.*
13. *Технический лист. П11 Подвесные потолки КНАУФ, 2015.*
14. *Альбом рабочих чертежей КНАУФ. Серия 1.045.9-2.08. Выпуск 2.*
15. *Байбурин, А.Х. Аварии зданий и сооружений (уроки строительных аварий) / А.Х. Байбурин, И.В. Стоякин. – Челябинск: Цицеро, 2019. – 124 с.*
16. *Аварии зданий и сооружений на территории Российской Федерации в 1993–2002 гг. Бюллетени Госархстройнадзора России.*
17. *Аварии в строительстве – подвесной потолок. – http://bcrash.ru/ (дата обращения 27.08.2021 г.).*
18. *Экспертиза обрушения подвесного потолка. – https://stroy-expertiza.ru/ ekspertiza_obrusheniya_podvesnogo_potolka.htm (дата обращения 27.08. 2021).*
19. *Экспертиза монтажа подвесного потолка. – https://obsledovanie-sooruzhenij.ru/obsledovanie-podvesnogo-potolka-pomeschenij-zdaniya.html (дата обращения 27.08.2021).*

20. Zhou, T., Wang, X., Liu, W., Zhang, Z., Ma, B., Tan, W. Shaking table tests on seismic response of discontinuous suspended ceilings. Journal of Building Engineering, 2021, no. 43, 102916. DOI: 10.1016/j.jobe.2021.102916.

21. Ryu, K.P. Experimental Study of Large Area Suspended Ceilings / K.P. Ryu, A.M. Reinhorn // Journal of Earthquake Engineering. – 2019. – Vol. 23(6). – P. 1001–1032. DOI: 10.1080/ 13632469.2017.1342294.

22. Han, Q. Natural vibration characteristic analysis and experimental research of suspended ceiling systems / Q. Han , Y. Zhao, Y. Lu // Journal of Building Structures. – 2018. – Vol. 39(7). – P. 95–103. DOI: 10.14006/ j.jzjgxb.2018.07.011.

23. A comparative study of sub-system and system level experiments of suspension ceiling systems / S. Soroushian, E. Rahmanishamsi, K.P. Ryu et al. // NCEE-2014 10th U.S. National Conference on Earthquake Engineering: Frontiers of Earthquake Engineering, 2014. DOI: 10.4231/D3V97ZS2H.

24. Shake table tests for seismic assessment of suspended continuous ceilings / G. Magliulo, V. Pentangelo, G. Maddaloni et al. // Bulletin of Earthquake Engineering. – 2012. – Vol. 10(6). – P. 1819–1832. DOI: 10.1007/s10518-012-9383-6.

25. ТУ 1111-004-04001508-95. Профили оцинкованные металлические ПОМ.

26. ГОСТ 6266-97. Листы гипсокартонные. Технические условия.

27. ГОСТ Р 51829-2001. Листы гипсоволокнистые. Технические условия.

28. ГОСТ 32614-2012 (EN 520:2009). Плиты гипсовые строительные. Технические условия.

Байбурин Альберт Халитович, профессор кафедры «Строительное производство и теория сооружений», Южно-Уральский государственный университет (Челябинск), baiburinak@susu.ru.

Воробьев Сергей Александрович, магистрант кафедры «Строительное производство и теория сооружений», Южно-Уральский государственный университет (Челябинск), gbkcd@mail.ru.

Байбурин Денис Альбертович, ст. преподаватель кафедры «Строительное производство и теория сооружений», Южно-Уральский государственный университет (Челябинск), baiburinda@susu.ru.

Загорулько Михаил Сергеевич, зав. лабораторией кафедры «Строительное производство и теория сооружений», Южно-Уральский государственный университет (Челябинск), zagorulko@susu.ru.

Поступила в редакцию 12 августа 2021 г.

DOI: 10.14529/build210404

DEFECTS IN THE INSTALLATION OF SUSPENDED CEILING SYSTEMS

A.Kh. Baiburin, *baiburinak@susu.ru*
S.A. Vorobev, *gbkcd@mail.ru*
D.A. Baiburin, *baiburinda@susu.ru*
M.S. Zagorulko, *zagorulko@susu.ru*
South Ural State University, Chelyabinsk, Russian Federation

The object of research is the technology of suspended ceiling systems. The goal of the research is to study non-standard solutions for installing suspended ceilings and their impact on the reliability of the structure. The relevance has been confirmed by a large number of accidents in the form of collapse of suspended ceilings in buildings of various designation. The basic requirements of the regulations for ceiling installation have been examined. Examples of collapse of suspended ceiling systems have been given. Standard solutions for suspended ceiling framing on the example of KNAUF have been described. The types of violations of technical requirements for suspended ceilings have been determined. Possible cases of using non-standard methods when installing suspended ceilings influencing their safe operation have been evaluated. Illustrations of defects when installing suspended ceilings have been given. Recommendations for the elimination of defects in the installation mechanisms and possible solutions for their strengthening have been elaborated.

Keywords: construction accidents, suspended ceiling systems, ceiling framing, defects in installation works, reliability and safety.

References

1. *SP 71.13330.2017 Izolyatsionnyye i otdelochnyye pokrytiya* [Set of Rules 71.13330.2017. Insulation and Finishing Coatings]. Moscow, Rosstandart, 2017. 57 p.

2. *Marketingovoye issledovaniye rynka potolochnykh sistem* [Marketing Research of the Ceiling Systems Market]. Available at: www.vira.ru/exp/reviews/res_ceiling3.html (accessed 27.08.2021).

3. Batishchev A.A., Volkov A.V., Karant E.D. *Sovremennoye zdaniye. Konstruktsii i materialy* [A Modern Building. Structures and Materials]. Moscow, St. Petersburg, Novoye Publ., 2004. 704 p.

4. *SP 48.13330.2019 Organizatsiya stroitel'stva. Akt. redaktsiya SNiP 12-01-2004* [Set of Rules 48.13330.2019. Organization of Construction]. Moscow, Rosstandart, 2017. 118 p.

5. *SNiP 12-03-2001 Bezopasnost' truda v stroitel'stve. Chast' 1. Obshchiye trebovaniya* [Building Codes and Rules 12-03-2001. Labor Safety in Construction. Part 1. General Requirements]. Moscow, Gosstroy of Russia, 2001. 43 p.

6. *SP 163.1325800.2014 Konstruktsii s primeneniyem gipsokartonnykh i gipsovoloknistykh listov. Pravila proyektirovaniya i montazha* [Set of Rules 163.1325800. 2014. Constructions with the Use of Plasterboard and Gypsum Fiber Sheets. Rules of Design and Installation]. Moscow, Analyst Publ., 2015. 90 p.

7. *VSN 28-95. Instruktsiya po tekhnologii montazha i otdelke podvesnykh potolkov industrial'nymi metodami* [Building Codes 28-95. Instructions on the Technology of Installation and Finishing of Suspended Ceilings by Industrial Methods]. Moscow, 2006. 36 p.

8. *Federal'nyy zakon RF ot 30 dekabrya 2009 g. № 384-FZ. Tekhnicheskiy reglament o bezopasnosti zdaniy i sooruzheniy* [Federal Law of the Russian Federation No. 384-FZ. Technical Regulations on the Safety of Buildings and Structures], 2009. 24 p.

9. *Federal'nyy zakon RF ot 22 iyulya 2008 g. № 123-FZ. Tekhnicheskiy reglament o trebovaniyakh pozharnoy bezopasnosti* [Federal Law of the Russian Federation No. 123-FZ. Technical Regulations on Fire Safety Requirements], 2008. 114 p.

10. *GOST R 58324-2018 Potolki podvesnyye. Obshchiye tekhnicheskiye usloviya* [State Standard RF 58324-2018. Suspended ceilings. General Specifications]. Moscow, Standartinform Publ., 2019. 38 p.

11. *TR 95.16-01 Tekhnologicheskiy reglament ustroystva podvesnykh potolkov i peregorodok* [Technological Map 95.16-01 Technological Regulations for the Installation of Suspended Ceilings and Partitions]. Moscow, 2001. 19 p.

12. *DIN EN 13964-2014. Potolki podvesnyye. Trebovaniya i metody ispytaniy* [DIN EN 13964-2014. Suspended Ceilings. Requirements and Test Methods], 2014. 136 p.

13. *Tekhnicheskiy list. P11 Podvesnyye potolki KNAUF* [Technical Sheet. P11 Suspended Ceilings KNAUF], 2015. 16 p.

14. *Al'bom rabochikh chertezhey KNAUF. Seriya 1.045.9-2.08. Vypusk 2* [Album of Working Drawings of KNAUF. Series 1.045.9-2.08. Issue 2], 2020. 67 p.

15. Bayburin A.Kh., Stoyakin I.V. *Avarii zdaniy i sooruzheniy (uroki stroitel'nykh avariy)* [Accidents of Buildings and Structures (Lessons of Construction Accidents)]. Chelyabinsk, Tsitsero Publ., 2019. 124 p.

16. *Avarii zdaniy i sooruzheniy na territorii Rossiyskoy Federatsii v 1993–2002 gg. Byulleteni Gosarkhstroynadzora Rossii* [Accidents of Buildings and Structures on the Territory of the Russian Federation in 1993–2002. Bulletins].

17. *Avarii v stroitel'stve – podvesnoy potolok* [Accidents in Construction – Suspended Ceiling]. Available at: http://bcrash.ru/ (accessed 27.08.2021 g.).

18. *Ekspertiza obrusheniya podvesnogo potolka* [Examination of the Collapse of the Suspended Ceiling]. Available at: https://stroy-expertiza.ru/ ekspertiza_obrusheniya_podvesnogo_potolka.htm (accessed 27.08. 2021).

19. *Ekspertiza montazha podvesnogo potolka* [Examination of the Installation of a Suspended Ceiling]. Available at: https://obsledovanie-sooruzhenij.ru/obsledovanie-podvesnogo-potolka-pomeschenij-zdaniya.html (accessed 27.08.2021).

20. Zhou T., Wang X., Liu, W., Zhang Z., Ma B., Tan W. [Shaking Table Tests on Seismic Response of Discontinuous Suspended Ceilings]. *Journal of Building Engineering*, 2021, no. 43, 102916. DOI: 10.1016/j.jobe.2021.102916.

21. Ryu K.P., Reinhorn A.M. [Experimental Study of Large Area Suspended Ceilings]. *Journal of Earthquake Engineering*, 2019, no. 23(6), pp. 1001–1032. DOI: 10.1080/13632469.2017.1342294.

22. Han Q., Zhao Y., Lu Y. [Natural Vibration Characteristic Analysis and Experimental Research of Suspended Ceiling Systems]. *Journal of Building Structures*, 2018, no. 39(7), pp. 95–103. DOI: 10.14006/ j.jzjgxb.2018.07.011.

23. Soroushian S., Rahmanishamsi E., Ryu K.P., Maragakis E.M., Reinhorn A.M. [A Comparative Study of Sub-System and System Level Experiments of Suspension Ceiling Systems]. *NCEE-2014 10th U.S. National Conference on Earthquake Engineering: Frontiers of Earthquake Engineering*, 2014. DOI: 10.4231/D3V97ZS2H.

24. Magliulo G., Pentangelo V., Maddaloni G., Capozzi V., Petrone C., Lopez P., Talamonti R., Manfredi G. [Shake table tests for seismic assessment of suspended continuous ceilings]. *Bulletin of Earthquake Engineering*, 2012, no. 10(6), pp. 1819–1832. DOI: 10.1007/s10518-012-9383-6.

25. *TU 1111-004-04001508-95 Profili otsinkovannyye metallicheskiye POM* [Technical Conditions 1111-004-04001508-95. Galvanized Metal Profiles POM], 1995.

26. *GOST 6266-97 Listy gipsokartonnyye. Tekhnicheskiye usloviya* [State Standard 6266-97. Drywall Sheets. Technical Conditions].

27. *GOST R 51829-2001 Listy gipsovoloknistyye. Tekhnicheskiye usloviya* [State Standard RF 51829-2001. Gypsum Fiber Sheets. Technical Conditions].

28. *GOST 32614-2012 (EN 520:2009). Plity gipsovyye stroitel'nyye. Tekhnicheskiye usloviya* [State Standard 32614-2012. Gypsum Construction Slabs. Technical Conditions].

Received 12 August 2021

ОБРАЗЕЦ ЦИТИРОВАНИЯ

Дефекты устройства подвесных потолочных систем / А.Х. Байбурин, С.А. Воробьев, Д.А. Байбурин, М.С. Загорулько // Вестник ЮУрГУ. Серия «Строительство и архитектура». – 2021. – Т. 21, № 4. – С. 32–39. DOI: 10.14529/build210404

FOR CITATION

Baiburin A.Kh., Vorobev S.A., Baiburin D.A., Zagorulko M.S. Defects in the Installation of Suspended Ceiling Systems. *Bulletin of the South Ural State University. Ser. Construction Engineering and Architecture.* 2021, vol. 21, no. 4, pp. 32–39. (in Russ.). DOI: 10.14529/build210404