

УДК 69.059

ДЕФЕКТЫ И ПОВРЕЖДЕНИЯ КОНСТРУКЦИЙ КРОВЛИ 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);
e-mail: evtushenkosi@mgsu.ru

Крахмальний Тимофей Александрович

Канд. техн. наук, доцент, эксперт по промышленной безопасности, доцент кафедры «Общеинженерные дисциплины», ФГБОУ ВО «Южно-Российский государственный политехнический университет (НПИ) имени М.И. Платова» (г. Новочеркасск);
e-mail: krachmalniy@ikcmysl.ru

Аннотация: Статья продолжает цикл статей авторов о дефектах и повреждениях производственных зданий. Здесь приведены описание типовых повреждений кровельного покрытия: рулонного гидроизоляционного ковра, металлических покрытий, парапетов и фартуков, светоаэрационных фонарей, остекления и ливневой системы канализации. Как и в предыдущих статьях приводится описание повреждения, причины появления, возможные последствия при развитии, рекомендуемая оценка технического состояния конструкции и даны рекомендации по устранению. В статье так же выполнен обобщенный анализ причин образования дефектов и наиболее вероятные зоны образования повреждений.

Ключевые слова: повреждения конструкций кровли, «дутики» и непрочности, трещины и разрывы рулонного гидроизоляционного ковра, износ кровли, прорастание деревьев на кровле, повреждения светоаэрационных фонарей, воронки ливневого водостока, повреждения остекления фонарей, разрушение фартуков по парапетам, разрушение парапетов

DEFECTS AND DAMAGES OF ROOF STRUCTURES 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: The article continues the authors' series of articles on defects and damages of industrial buildings. Here are descriptions of typical damage to roofing: rolled waterproofing carpet, metal coverings, parapets and aprons, light-aerating lanterns, glazing and storm sewer system. As in previous articles, a description of the damage, causes of occurrence, possible consequences during development, a recommended assessment of the technical condition of the structure and recommendations for elimination are given. The article also provides a generalized analysis of the causes of defects and the most likely areas of damage formation.

Keywords: damage to roof structures, "dutics" and non-adhesives, cracks and ruptures of rolled waterproofing carpet, roof wear, tree germination on the roof, damage to light-aerating lanterns, storm water funnels, damage to the glazing of lanterns, destruction of aprons along the parapets, collapse of parapets

Конструкции кровли являются наиболее ответственными и наиболее часто повреждаемыми, так как находятся под прямым воздействием атмосферных факторов и их повреждение часто приводит к повреждению и других несущих конструкций промышленного здания.

«Дутики» или **непроклеи** – наиболее частое повреждение рулонного гидроизоляционного ковра. Проявляется в виде воздушных пузырей под верхним слоем наплавленного материала (рис. 1). Причинами появления непрочности является плохое качество выполнения кровельных работ. Известны случаи некачественного выполнения кровельных работ, когда рабочие для ускорения процесса разогревали наплаваемый

материал не по всей площади рулона, а только по краям, что привело к отставанию верхнего слоя рулонного гидроизоляционного материала от нижних конструкций кровли. Развитие повреждения приводит к разрывам верхнего слоя наплавляемого материала и попаданию осадков под верхний слой и повреждение нижнего слоя рулонного ковра. Техническое состояние рулонного гидроизоляционного покрытия оценивается как работоспособное при небольшом количестве «дутиков» на малой площади, и как ограниченно работоспособное при частом размещении «дутиков» на малой площади. Устраняется повреждение проведением латочного ремонта. Для этого выполняется крестообразный разрез в непроклеенной области, раскрывается полость, очищается, прогревается наплавляемый материал паяльной лампой или газовой горелкой с внутренней стороны, прижимается и прокатывается валиком. После этого на место разреза рекомендуется выполнить латку из наплавляемого материала. Вместо прогрева паяльной лампой возможно приклеивание на битумную мастику.



Рис. 1. «Дутики» и непроклеи рулонного гидроизоляционного ковра

Трещины и разрывы - так же является очень распространенным повреждением рулонного гидроизоляционного ковра. Причинами повреждения является износ рулонного гидроизоляционного покрытия. Постоянное воздействие солнечных лучей и атмосферных осадков

приводит к потере эластичности и хрупкости рулонного материала, что соответственно приводит к появлению трещин и разрывов (рис. 2). Гарантированный срок эксплуатации рулонного гидроизоляционного покрытия составляет 5 лет, фактический срок эксплуатации рулонной кровли составляет 8-10 лет. По истечении этого срока необходимо выполнить ремонт или замену рулонного гидроизоляционного покрытия. Развитие повреждения может привести к протечкам атмосферных осадков и повреждению расположенных ниже строительных конструкций. При единичных трещинах в рулонном гидроизоляционном ковре техническое состояние покрытия следует признать ограниченно работоспособным, при большом количестве трещин, техническое состояние кровли будет являться неработоспособным. В первом случае повреждение устраняется проведением латочного ремонта кровли, то есть приклеиванием латок на каждую трещину, во втором случае необходимо выполнять полную замену рулонного гидроизоляционного ковра в два-три слоя.



Рис. 2. Трещины и разрывы рулонного гидроизоляционного ковра

Отрыв верхнего слоя рулонного покрытия – редко встречаемое повреждение (рис. 3). Причинами повреждения является совокупность факторов: некачественное выполнение кровельных работ и резкие порывы ветра. Развитие повреждения приводит к просачиванию осадков через

конструкции кровли и замачиванию строительных конструкций. Техническое состояние кровли в зависимости от площади отрыва является ограниченно работоспособным или неработоспособное на локальном участке. Устраняется повреждение путем восстановления слоя рулонного гидроизоляционного покрытия.

Отрыв от вертикальной поверхности – часто встречаемое повреждение. Границами рулонного гидроизоляционного ковра производственных зданий часто являются какие-нибудь вертикальные конструкции: парапеты, деформационные швы, светоаэрационные фонари и др. Согласно нормативной документации рулонный ковер должен заходить на вертикальную конструкцию на 500 мм и иметь сверху козырек или защитный фартук из оцинкованной кровельной стали. Причинами появления дефекта является недостаточное придавливание ковра к вертикальной поверхности при наклеивании или недостаточно подготовленная поверхность перед наклеиванием (рис. 6.21). Развитие повреждения приводит к замачиванию строительных конструкций, техническое состояние кровли с такими повреждениями оценивается как ограниченно работоспособное. Устраняется повреждение путем проведения латочного ремонта. Для этого удаляются свисающие и отклеившиеся куски наплавленного материала, горизонтальная и вертикальная поверхности очищаются от пыли и грязи, после чего наклеивается новый рулонный гидроизоляционный материал с плотным придавливанием и прикатыванием.



Рис. 3. Отрыв, отслоение кровельного материала



Рис. 4. Отклеивание рулонного ковра от вертикальных поверхностей

Захламление кровли или скопление строительного мусора – так же является частым повреждением (рис. 5). Причиной повреждения является оставленные после выполнения ремонтных работ строительные материалы, которые разрушаются под воздействием атмосферных факторов и могут привести к повреждениям рулонного гидроизоляционного ковра. В редких случаях могут скапливаться ветки и листва деревьев, которые забивают систему ливневого водостока. Техническое состояние кровли оценивается как ограниченно работоспособное, устраняется повреждение путем очистки кровли от мусора и строительных материалов.



Рис. 5. Захламление кровли оставленными строительными материалами

Полный износ конструкций кровли – редкое повреждение, встречается в основном на неэксплуатируемых производственных зданиях (рис. 6) или на эксплуатируемых зданиях, если был пропущен срок ремонта. Причиной повреждения является естественное старение конструкций кровли, что приводит к появлению трещин, просачиванию влаги в слой утеплителя, прорастанию растительности. Развитие повреждения приводит к замачиванию и разрушению плит покрытия. Техническое состояние конструкций кровли оценивается как неработоспособное или аварийное. Устраняется повреждение путем капитального ремонта плит покрытия на поврежденных участках и заменой слоев кровли.

Прорастание деревьев – очень редкое повреждение, напрямую связано с полным износом кровельного покрытия. Попадая в трещины рулонного гидроизоляционного ковра, семена деревьев начинают расти, разрушая при этом корневой системой нижние слои кровли (рис. 7). Появление на кровле растительности и деревьев свидетельствует о длительном разрушении кровельного покрытия. При развитии повреждения происходит разрушение плит покрытия корнями деревьев, дополнительная нагрузка на плиты покрытия от деревьев и увеличение снеговой нагрузки в зимний период от скопления снеговых мешков. Техническое состояние кровли с древесной и кустарниковой

растительностью является неработоспособным, а плит покрытия аварийным. Устраняется повреждение путем вырубки растительности и заменой всех конструкций кровли, так возможен капитальный ремонт плит покрытия.



Рис. 6. Износ конструкций кровли



Рис. 7. Прорастание деревьев на кровле

Для производственных зданий, покрытых металлическими кровлями, так же были выявлены специфические дефекты и повреждения металлических покрытия.

Коррозия металла кровли – поверхностная коррозия является частым дефектом металлических покрытий. Причинами повреждения

является разрушение лакокрасочного защитного покрытия. Развитие повреждения может привести к образованию сквозных отверстий в результате сквозной коррозии. Техническое состояние кровли без защитного покрытия является ограниченно работоспособным. Устраняется повреждение путем восстановления защитного окрасочного покрытия.

Сквозная коррозия металла кровли – редкое повреждение (рис. 8). Причинами является так же разрушение защитного покрытия и регулярное скопление осадков на кровле в виде снега. Развитие повреждения приведет к отрыву листов покрытия или продавливанию и обрушению листов кровли под воздействием снеговой нагрузки. Техническое состояние кровли является недопустимым или неработоспособным, так как конструкции покрытия не обеспечивают герметичность здания. Устраняется повреждение путем замены листов металлического кровельного покрытия на поврежденных участках.

Далее авторы приводят дефекты и повреждения, которые не относятся к непосредственным конструкциям кровли, но относятся к конструкциям покрытия.



Рис. 8. Сквозная коррозия металлической кровли

Отсутствие фартука по парапету – очень распространенное повреждение. В производственных зданиях парапетом является выпуск сборных железобетонных стеновых панелей над кровлей здания с торцевой

его части или возвышение кирпичной стены над уровнем кровли (рис. 9). Для предотвращения разрушений кирпичной кладки или бетона стеновых панелей парапет должен быть накрыт фартуком из оцинкованной кровельной стали. В некоторых случаях для этого используют железобетонные парапетные плиты, которые препятствуют попаданию осадков на парапет и его разрушению. Причинами отсутствия фартука на парапете могут быть незаконченные строительные работы, если рабочие его не установили, или резкие ветровые нагрузки, если часть фартука сорвало ветром. В некоторых случаях разрушение может произойти в результате естественной коррозии под воздействием атмосферных осадков. Развитие повреждения может привести к разрушению кирпичной кладки парапета и разрушению сборной железобетонной стеновой панели. Техническое состояние парапета и конструкций кровли является ограниченно работоспособным. Устраняется повреждение очисткой парапета от разрушенных частиц кладки или бетона, при сильных повреждениях восстанавливается форма парапета оштукатуриванием цементно-песчаным раствором или ремонтной смесью для бетона с последующей установкой фартука и закреплением его дюбелями или дюбель-гвоздями.



Рис. 9. Отсутствует фартук по парапету, отклеивание рулонного гидроизоляционного ковра, разрушение парапета

Разрушение парапетных плит – повреждение аналогичное предыдущему (рис. 10). Причинами разрушения парапетных плит является естественное старение материала под воздействием атмосферных факторов (регулярные замачивания, выветривание бетона, истирание). Развитие повреждения приведет к разрушению парапета. Техническое состояние кровли оценивается как ограниченно работоспособное, техническое парапетных плит оценивается как неработоспособное. В таких случаях требуется замена поврежденных парапетных железобетонных плит на новые, или возможно изменение конструктивного решения и замена парапетных плит на фартук из оцинкованной кровельной стали.



Рис. 10. Разрушение железобетонных парапетных плит

Разрушение конструкций парапета – очень редкое повреждение. В некоторых случаях на производственных зданиях делают продольный парапет между двумя пролетами здания. Так же парапет может быть выполнен при разной высоте двух соседних пролетов в здании. Причиной повреждения парапета является разрушение или отсутствие металлического фартука сверху или разрушение парапетных плит. Развитие повреждения приведет к полному разрушению кирпичной кладки парапета. Техническое состояние кирпичной кладки следует оценивать в

зависимости от степени поврежденности как ограниченно работоспособное или неработоспособное. Устраняется повреждение путем восстановления кирпичной кладки на цементно-песчаном растворе и установкой фартука из оцинкованной кровельной стали.

Отсутствие колпака на воронке ливневого водостока – частое повреждение на кровлях производственных зданий. Защитный колпак или решетка на воронке препятствует засорению системы ливневого водостока (рис. 11), при этом дважды в год в весенний и осенний периоды необходима проверка колпаков и решеток и их прочистка при необходимости. Причиной повреждения является незавершенный ремонт кровли (если рабочие не установили в процессе монтажа) или намеренное удаление колпака в процессе эксплуатации. Развитие повреждения может привести к засорению системы водостока и застою осадков на кровле здания. Техническое состояние системы ливневого водостока оценивается как ограниченно работоспособное. Устраняется повреждение путем установки новых решеток и их регулярных прочисток.



Рис. 11. Отсутствие колпака на воронке ливневого водостока, засорение системы ливневого водостока

Засорение системы ливневого водостока – редкое повреждение. Засорение системы может быть вызвано листвой и ветками деревьев, производственной пылью и грязью, сажой (рис. 11). Развитие повреждения

может привести к неожиданным аварийным последствиям. Техническое состояние системы ливневого водостока следует признать неработоспособным, а при открытых протечках – аварийным. Устраняется повреждение путем ремонта системы ливневого водостока, это может быть прочистка для обеспечения стока осадков или замена засоренных участков водопровода.

Отсутствие воронки водостока – уникальное повреждение, встречаемое на производственных предприятиях очень редко (рис. 12). Причинами появления дефекта является некачественно выполненная работа подрядными организациями при ремонте кровли. Автором встречалось такое повреждение два раза: в первом случае рабочие «закатали» наплавленным материалом или мембраной существующие воронки водостока, во втором случае – при полной замене кровельного покрытия не установили воронку и не подсоединили ее к системе водостока. Развитие повреждения приводит к застаиванию осадков на кровле здания, замачиванию ниже расположенных слоев кровли, замачиванию строительных конструкций. Устраняется повреждение путем установки новых воронок ливневого водостока и подсоединением их к системе ливневого водостока.



Рис. 12. Отсутствие воронки водостока, застой осадков на кровле

Разрушение остекления светоаэрационных фонарей – довольно частое повреждение, причинами которого является штормовой ветер или износ остекления (рис. 13). Развитие повреждения приводит к нарушению герметичности здания и попаданию осадков внутрь. Техническое состояние светоаэрационных фонарей с разрушенным остеклением является ограниченно работоспособным, устраняется повреждение путем восстановления остекления на поврежденных участках.



Рис. 13. Разрушение оконного заполнения светоаэрационных фонарей

Отрыв оконных ставней – уникальное и редкое повреждение оконного заполнения светоаэрационных фонарей, и вместе с тем самое опасное. Причинами повреждения является коррозия или механическое повреждение стальных петель открывающейся рамы оконного заполнения (рис. 6.32). Опасность повреждения заключается в том, что падение деревянной рамы со стеклом может произойти внутрь цеха на работающих сотрудников предприятия. Техническое состояние светоаэрационного фонаря является недопустимым или аварийным. Устраняется повреждение незамедлительным ремонтом или заменой оконных ставней.



Рис. 14. Отрыв оконных ставней фонаря

Разрушение торцевого ограждения фонаря – частое повреждение светоаэрационных фонарей. Торцевые ограждения чаще всего выполнены из волнистых асбестоцементных листов (шифера), реже выполняются из листовой стали по деревянной обрешетке, иногда выполняются деревянными, покрытыми мастикой или изоляционным материалом. Повреждения бывают в виде трещин в листах шифера, отколов листов шифера, отсутствие листов на локальных участках (рис. 15). В металлических ограждениях чаще всего встречается отсутствие антикоррозионного покрытия, отрывы отдельных стальных листов, отсутствие примыкания рулонного гидроизоляционного ковра. В деревянных ограждениях встречаются отрывы или гниение отдельных досок. Техническое состояние торцевого ограждения фонаря является ограниченно работоспособным. Устраняется повреждение путем замены разрушенных конструкций или окраской поврежденных коррозией конструкции.



Рис. 15. Разрушение асбестоцементного ограждения фонарей



Рис. 16. Разрушение конструкций фонаря в результате аварии или пожара

Аварийное разрушение – еще одно уникальное разрушение конструкций светоаэрационного фонаря в результате аварии или пожара в производственном здании (рис. 16). Повреждение является редким, причинами появления могут быть взрыв или пожар оборудования, установленного внутри цеха. Развитие повреждения приведет к потере несущей способности конструкций фонаря и может привести к обрушению. Техническое состояние конструкций фонаря является

недопустимым или аварийным. Устраняется повреждение путем замены поврежденных конструкций согласно специально разработанного проекта.

Анализ выявленных дефектов и повреждений кровли показал следующие возможные зоны появления повреждений, на которые необходимо обращать внимание:

Зона 1. – Состояние гидроизоляционного покрытия (рулонного наплавленного или металлического);

Зона 2. – Парапеты;

Зона 3. – Светоаэрационные фонари;

Зона 4. – Деревянные конструкции.

Причинами всех выявленных повреждений конструкций кровли являются атмосферные факторы, приводящие к старению и износу материалов, а также несвоевременные ремонты или замены поврежденных конструкций.

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. DOI: [10.29039/2308-0191-2019-7-3-45-49](https://doi.org/10.29039/2308-0191-2019-7-3-45-49)
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. DOI: [10.29039/2308-0191-2019-7-4-36-40](https://doi.org/10.29039/2308-0191-2019-7-4-36-40)
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.5-10. DOI: [10.29039/2308-0191-2020-8-2-5-10](https://doi.org/10.29039/2308-0191-2020-8-2-5-10)
4. Крахмальний Т.А., Евтушенко С.И. Дефекты и повреждения металлических колонн производственных зданий // Строительство и архитектура (2021). Том 9. Выпуск 2 (31) 2021. – С.11-15. DOI: [10.29039/2308-0191-2021-9-2-11-15](https://doi.org/10.29039/2308-0191-2021-9-2-11-15)
5. Крахмальний Т.А., Евтушенко С.И. Повреждения железобетонных панелей производственных зданий // Строительство и архитектура (2021). Том 9. Выпуск 2 (31) 2021. – С. 66-70. DOI: [10.29039/2308-0191-2021-9-2-66-70](https://doi.org/10.29039/2308-0191-2021-9-2-66-70)
6. Крахмальний Т.А., Евтушенко С.И. Дефекты и повреждения металлических подкрановых балок производственных зданий // Строительство и архитектура (2021). Том 9. Выпуск 3 (32) 2021. – С. 11-15. DOI: [10.29039/2308-0191-2021-9-3-11-15](https://doi.org/10.29039/2308-0191-2021-9-3-11-15)
7. Damage to the Vertical Braces of Industrial Buildings / T A Krahmalny and S I Evtushenko // IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering 1079 (2021) 052086 DOI: [10.1088/1757-899X/1079/5/052086](https://doi.org/10.1088/1757-899X/1079/5/052086)
8. Систематизация дефектов фасадов промышленных зданий [Текст] / 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.
9. 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](https://doi.org/10.1088/1757-899X/775/1/012135).
 10. New system of monitoring of a condition of cracks small reinforced concrete bridge constructions Krahmalny T.A., Evtushenko S.I., Krahmalnaya M.P. В сборнике: Procedia Engineering. 2016. С. 2369-2374.
 11. Информационные технологии при обследовании промышленных зданий Евтушенко С.И., Крахмальный Т.А., Крахмальная М.П., Чутченко И.А. Строительство и архитектура. 2017. Т. 5. № 1 (14). С. 65-71. DOI: [10.12737/article_592eb1694d6262.73142749](https://doi.org/10.12737/article_592eb1694d6262.73142749)
 12. К вопросу об остаточном ресурсе длительно эксплуатируемых мостов через водопроводящие каналы Евтушенко С.И., Крахмальная М.П., Крахмальный Т.А. Вестник Волгоградского государственного архитектурно-строительного университета. Серия: Строительство и архитектура. 2014. № 35 (54). С. 166-170.
 13. Система мониторинга состояния трещин и стыков зданий и сооружений Евтушенко С.И., Крахмальный Т.А., Крахмальная М.П. Патент на изобретение RU 2448225 С1, 20.04.2012. Заявка № 2010140257/03 от 01.10.2010
 14. Совершенствование методов обследования фасадов промышленных зданий /Евтушенко С.И., Крахмальная М.П., Шапка В.Е., Бабец Н.Н. // Строительство и архитектура. 2017. Т. 5. № 2 (15). С. 140-144. DOI: [10.12737/article_5950d228c2ae96.86803061](https://doi.org/10.12737/article_5950d228c2ae96.86803061)
 15. Новые системы наблюдения и контроля дефектов и повреждений строительных конструкций / Евтушенко С.И., Крахмальный Т.А., Фирсов В.В., Лепихова В.А., Кучумов М.А. // Строительство и архитектура (2020). Том 8. Выпуск 1 (26) 2020. – С. 11-18. DOI: [10.29039/2308-0191-2020-8-1-11-18](https://doi.org/10.29039/2308-0191-2020-8-1-11-18)
 16. Крахмальный Т.А., Евтушенко С.И. Дефекты и повреждения конструкций покрытия производственных зданий // Строительство и архитектура (2021). Том 9. Выпуск 4 (33) 2021. – С. 6-10. DOI: [10.29039/2308-0191-2021-9-4-6-10](https://doi.org/10.29039/2308-0191-2021-9-4-6-10)