

УДК 624.04

## ЭКСПЕРТИЗА ПРОМЫШЛЕННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ: ОБСЛЕДОВАНИЕ ЗДАНИЙ С КРАНОВЫМИ НАГРУЗКАМИ

**Гарькин И.Н., Гарькина И.А.**

*ФГБОУ ВО «Пензенский государственный университет архитектуры и строительства», Пенза,  
e-mail: igor\_garkin@mail.ru*

Рассматриваются проблемы и пути их решения при проведении экспертизы промышленной безопасности зданий и сооружений с крановыми нагрузками (на основе собственного опыта). Указываются особенности эксплуатации строительных конструкций при воздействии на них мостовых кранов, кран-балок и другого грузоподъемного оборудования. Особый упор делается на обследование зданий, где используются краны с тяжелым режимом работы (8 К, 7 К). Приводится алгоритм проведения экспертизы промышленной безопасности зданий с крановыми нагрузками: заключение договора с владельцем объекта на проведение экспертизы; анализ имеющейся технической документации; визуальный и инструментальный осмотры строительных конструкций; лабораторные испытания строительных материалов и конструкций (при необходимости); выполнение проверочных расчетов и расчетов физического износа; составление заключения по результатам экспертизы. Детально рассматривается каждый этап проведения экспертизы, приводятся основные требования к составлению экспертного заключения и составу экспертной комиссии. Показываются расчетные схемы сооружений, конструкции которых эксплуатируются с крановыми нагрузками. Приводится реальный пример расчета несущей способности строительных конструкций при экспертизе машиностроительного предприятия в г. Балаково. Даются рекомендации к дальнейшим действиям после проведения технической экспертизы по устранению выявленных дефектов. Резюмируется необходимость своевременного проведения технической экспертизы, как залога экологической чистоты региона, благополучия (повышение уровня безопасности) работников опасных предприятий и снижения экономических издержек при эксплуатации.

**Ключевые слова:** экспертиза промышленной безопасности, обследование, здания и сооружения, подкрановые конструкции, мостовой кран

## EXPERTISE OF INDUSTRIAL SAFETY: CRANE LOAD BUILDINGS

**Garkin I.N., Garkina I.A.**

*Penza State University of Architecture and Construction, Penza, e-mail: igor\_garkin@mail.ru*

The problems and ways to solve them are considered when carrying out industrial safety expertise of buildings and structures with crane loads (based on their own experience). The specifics of the operation of building structures when exposed to overhead cranes, crane beams and other lifting equipment are indicated. Particular emphasis is placed on the inspection of buildings where cranes with heavy duty (8K, 7K) are used. An algorithm is given for the examination of industrial safety of buildings with crane loads: the conclusion of an agreement with the owner of the facility for the examination; analysis of available technical documentation; visual and instrumental inspections of building structures; laboratory tests of building materials and structures (if necessary); carrying out verification calculations and calculations of physical wear and tear; drawing up conclusions on the results of the examination. In detail, each stage of the examination is reviewed, the main requirements for drafting an expert opinion and the composition of the expert commission are given. The calculation schemes of the structures of the structure are shown, which are operated with crane loads. A real example is given of calculating the bearing capacity of building structures in the examination of a machine-building enterprise in Balakovo. Recommendations are given for further actions after carrying out technical expertise to eliminate identified defects. The need for timely technical expertise as a pledge of the region's ecological cleanliness, well-being (raising the level of safety) of workers in hazardous enterprises and lowering economic costs during operation is summarized.

**Keywords:** industrial safety examination, inspection, buildings and structures, crane constructions, bridge crane

Необходимость проведения экспертизы промышленной безопасности (ЭПБ) зданий и сооружений, эксплуатирующих опасные производственные объекты (ОПО), регламентируется ФЗ-116 «О промышленной безопасности опасных производственных объектов». Экспертиза промышленной безопасности – это процедура получения документа (заключения), подтверждающего соответствие промышленного или другого технического сложного и потенциально опасного объекта (предприятия и т.д.) нормативам промышленной безопасности.

Непроведение ЭПБ влечёт за собой значительные штрафные санкции вплоть до запрета ведения производственной и иной деятельности на территории здания (сооружения).

Несмотря на внесение изменений в ПП РФ № 682 от 04.07.2012 г. «Положение о лицензировании деятельности по проведению экспертизы промышленной безопасности» по повышению требований к экспертам по промышленной безопасности, качество заключений ЭПБ не всегда в должной мере соответствует действующим нормам. От качества проведённой экспертизы зависит безопасность не только объекта экспертизы, но и близлежащих территорий, поэтому необходимо с особой тщательностью подходить к её проведению и грамотно составлять заключение с рекомендациями по дальнейшей эксплуатации здания [1, 2]. В общих чертах порядок получения экспертного заключения прописан в Законе

«О промышленной безопасности», а сам процесс состоит из нескольких этапов: определение объекта, подлежащего экспертизе; предварительный этап; сама экспертная процедура; предоставление заказчику подготовленного заключения экспертов. Заканчивается работа по экспертизе объекта внесением заключения в реестр, ведущийся Ростехнадзором (если такое заключение соответствует установленным законодательством требованиям и выполнено соответствующими специалистами).

На основе собственного опыта обследования строительных конструкций зданий и сооружений приведем *алгоритм проведения экспертизы промышленной безопасности зданий с крановыми нагрузками* (здания, эксплуатирующие мостовые краны, являются опасными производственными объектами):

- заключение договора с владельцем ОПО на проведение ЭПБ;
- анализ имеющейся технической документации;
- визуальный осмотр строительных конструкций;
- инструментальный осмотр;
- лабораторные испытания строительных материалов и конструкций (при необходимости);
- выполнение проверочных расчетов и расчетов физического износа;
- составление заключения по результатам экспертизы.

Остановимся подробнее на некоторых этапах проведения экспертизы. К выполнению ЭПБ допускаются только *эксперты, успешно сдавшие квалификационный экзамен и занесенные в электронный реестр*, и лишь после заключения договора между экспертной организацией и предприятием – владельцем ОПО. Несмотря на то, что наличие аккредитации у эксперта является достаточным условием для выполнения ЭПБ, авторы считают, что нужно ввести дополнительные требования к уровню квалификации специалистов обследователей. К примеру, для объектов среднего уровня ответственности (жилые здания, объекты с местами массового пребывания людей, здания и сооружения промышленных предприятий), в которых в случае аварии возможна гибель людей, материальный ущерб и локальное воздействие на окружающую среду:

- наличие базового высшего образования по строительному профилю подготовки (не ниже специалиста или магистра);
- стаж работы в строительной сфере (инженер, прораб, мастер, технический надзор) не менее 5 лет;
- участие в проведении не менее 5 экспертиз (за последние 3 года);

– наличие свидетельств о повышении квалификации (второе высшее образование, профессиональная переподготовка, добровольная сертификация в области строительства).

В случае проведения ЭПБ на объекте, в случае аварии на котором возникшие негативные последствия могут приобрести региональный масштаб, необходимо ещё более ужесточить требования к уровню квалификации эксперта.

*Анализ имеющейся документации* занимает почти треть всей работы по экспертизе. При её рассмотрении и внесении сведений в итоговое заключение необходимо указать её шифр, год, исполнителей и количество страниц; часть документации (страховые свидетельства, титульные листы проектной документации и технических паспортов). При обнаружении факта увеличения, по сравнению с проектом, грузоподъемности ГПМ (вследствие технического перевооружения или его смены), необходимо потребовать от организации, эксплуатирующей здание, техническое заключение, где расчётом несущих конструкций доказана безопасная эксплуатация ГПМ с повышенной грузоподъемностью.

*Визуальный осмотр* проводится с обязательной фотофиксацией, выявленных дефектов (так, при выполнении экспертизы одного из промышленных предприятий г. Пензы были зафиксированы наиболее опасные дефекты; рис. 1, 2).

*Инструментальный осмотр* (возможно с последующим изъятием и лабораторными испытаниями конструкций и материалов) имеет цель наиболее объективно оценить состояние строительных конструкций (рис. 1–4). В связи с тем, что при ЭПБ зданий с крановыми нагрузками основной упор делается на обследование подкрановых путей, *испытание подкрановых балок на выносливость* является важным фактором, определяющим остаточный ресурс подкрановых конструкций [3].

Обязательным пунктом является и *расчёт несущей способности строительных конструкций*. Так, при экспертизе машиностроительного предприятия в г. Балаково [4] расчёт балки (разрезная металлическая сварная балка двутаврового сечения (рис. 5) пролётом 6 м под два крана среднего режима работы грузоподъемностью 30/5 т и 20/5 т; сварка поясных соединений – автоматическая с полным проваром стенки; швы вогнутые) проводился с помощью программы SCAD (допускается для любых сертифицированных программно-вычислительных комплексов). Данные и результаты расчетов приводятся соответственно в табл. 1–2.



Рис. 1. Растрескивание перемычки колонны

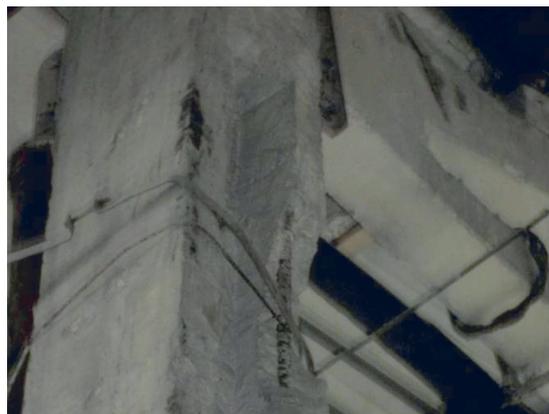


Рис. 2. Оголение рабочей арматуры



Рис. 3. Металлическая подкрановая балка со следами коррозии



Рис. 4. Железобетонная подкрановая балка с оголённой рабочей арматурой

Таблица 1

Сосредоточенные силы, действующие на балку

Ориентация и значение сил	Нормативная, кН	Коэффициенты				Расчётная, кН
		Надёжности, $\gamma_n$	Динамичности	Сочетаний, $\psi$	Массы, $m$	
30/5т						
Вертикальная $P_1$	284,49	1,2	1,2	0,85	1,03	358,66
Горизонтальная $T$	28,449	1,2	1,2	0,85	—	35,87
20/5т						
Вертикальная $P_2$	213,79	1,2	1,2	0,85	1,03	269,53
Горизонтальная $T$	21,379	1,2	1,2	0,85	—	27

Сталь с расчетным сопротивлением по временному сопротивлению  $R_s = 38735,984 \text{ Т/м}^2$ ; по пределу текучести  $R_{y^u} = 27522,936 \text{ Т/м}^2$ . Коэффициент надёжности по ответственности 1,2. Коэффициент условий работы 1.

В случае необходимости (при наличии особых условий в обследуемом здании) вводятся дополнительные уточняющие коэффициенты, к примеру учитывающие температурный и технологический режим эксплуатируемого оборудова-

ния, условия эксплуатации крановых путей и т.д.

По итогам расчёта, коэффициент использования 0,787 – местная устойчивость поясного свеса (конструкции используются на 78,7% от своего потенциала, то есть находятся в работоспособном состоянии).

Отметим, что в нормативных документах запрета на расчёт конструкций «вручную» нет, в связи с этим расчёты, выполненные без использования программных комплексов, разрешены.

Таблица 2

## Результаты расчета

Проверено по СНиП	Проверка	Коэффициент использования
п. 7.12	Устойчивость опорного ребра	0,078
п. 7.12	Смятие опорного ребра	0,077
п. 11.5	Прочность поясного шва	0,088
п. 11.5	Прочность шва опорного ребра	0,171
п. 5.12	Прочность при действии поперечной силы	0,141
п. 5.12	Прочность при действии изгибающего момента	0,214
п. 5.15	Устойчивость плоской формы изгиба при действии момента	0,214
п. 7.24	Местная устойчивость поясного свеса	0,787

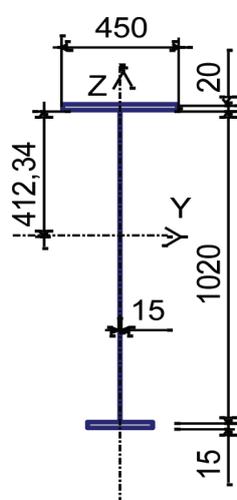


Рис. 5. Сечение рассчитываемой подкрановой балки

При проведении экспертизы эстакады с металлическим каркасом (обследование проводилось в 2014 г.) были обнаружены местные погнутости металлических колонн; отсутствие рёбер жёсткости у подкрановых балок. В ходе обследования возникла необходимость рассмотрения возможности установки дополнительных грузоподъёмных механизмов и плит покрытия. Был выполнен проект ферм и плит покрытия; произведён расчёт с помощью SCAD (расчётная схема, рис. 6), доказано, что установка дополнительных ГПМ не снижает безопасность строительных конструкций. В дальнейшем из данной эстакады планируется сделать полноценный отапливаемый цех.

По требованию заказчика в экспертизу зданий с крановыми нагрузками может быть включено комплексное обследование крановых путей и обследование тупиковых упоров (с составлением отдельных заключений).

В комплексном обследовании делается упор на геодезическую съёмку крановых путей, выявление возможных горизонталь-

ных и вертикальных отклонений от установленных норм; составление паспорта кранового пути (при его отсутствии)

В обследование тупиковых упоров входит: расчёт упоров, проведение динамических испытаний, выполнение их обмерочных чертежей, составление паспорта тупикового упора (при его отсутствии).

Для определения физического износа рекомендуется применять методику определения общей оценки повреждаемости [5–7] (разработчик методики ООО «Урал-профи»).

В качестве приложений (помимо вышеуказанных документов) к заключению ЭПБ прикладываются документы:

- перечень нормативно-технической и методической документации, использованной при экспертизе;
- приказ на проведение экспертизы и назначение экспертной группы;
- индивидуальная программа обследования;
- протокол визуального и измерительного контроля;
- протокол неразрушающих испытаний;
- перечень приборов и средств измерения;
- результаты расчетов на прочность;
- акт о проведении работ;
- протокол контроля пространственного положения конструкций;
- планово-высотное положение крановых путей;
- планировка обследуемого объекта.

На основании собранных сведений эксперты дают заключение (с обоснованными выводами) о соответствии или несоответствии объекта требованиям промышленной безопасности (положительном или отрицательном заключении) и рекомендации по техническим решениям устранения выявленных дефектов. После получения заключения экспертизы промышленного объекта владелец предприятия обязан представить его в Ростехнадзор для включения в единый реестр заключений экспертизы промышленной безопасности.

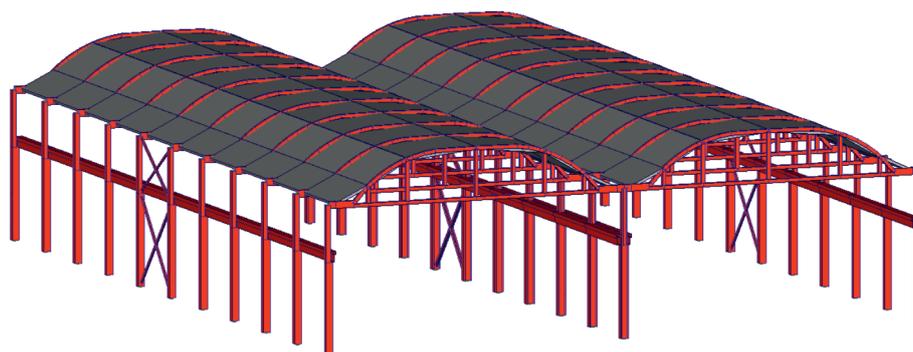


Рис. 6. Расчётная схема металлической эстакады

Практически любая компания, эксплуатирующая опасные производственные объекты (ОПО), подвержена риску возникновения аварий с серьезными последствиями. Главная цель ЭПБ – *предупреждение аварий* на опасных производственных объектах; ее своевременное проведение и грамотное составление заключения – залог экологической чистоты региона, благополучие (повышение уровня безопасности) работников опасных предприятий и снижение экономических издержек при эксплуатации.

#### Список литературы

1. Ерёмин К.И., Шишкина Н.А. Обзор аварий и сооружений, произошедших в 2010 году // Предотвращение аварий зданий и сооружений: сборник научных трудов. – Магнитогорск: ООО «Велд», 2011. – С. 1–20.

2. Клюев С.В., Клюев А.В. Пределы идентификации природных и инженерных конструкций // Фундаментальные исследования. – 2007. – № 12–2. – С. 68–70.

3. Нежданов К.К., Гарькин И.Н. Испытание неразрезных подкрановых балок на выносливость // Региональная архитектура и строительство. – 2016. – № 2. – С. 81–86.

4. Гарькин И.Н., Зарипова Г.М. Обследование строительных конструкций здания корпуса № 1 АО «Балаковорезинотехника» // Образование и наука в современном мире. Инновации. – 2016. – № 6–1. – С. 116–121.

5. Абрашитов В.С., Жуков А.Н., Устинова А.В. Определение категорий технического состояния строительных конструкций зданий и сооружений // Региональная архитектура и строительство. – 2016. – № 4(29). – С. 67–70.

6. Голубев К.В., Шестакова Е.А. Особенности определения остаточного ресурса зданий и сооружений исторической застройки // Современные проблемы науки и образования. – 2015. – № 1–1. URL: <https://www.science-education.ru/ru/article/view?id=19588> (дата обращения: 12.04.2018).

7. Кузин Н.Я., Багдоев С.Г. Оценка влияния внешних факторов на несущую способность конструкций гражданских зданий // Региональная архитектура и строительство. – 2012. – № 2. – С. 79–82.