

АНАЛИЗ ОПАСНОСТЕЙ ПРИ ЭКСПЛУАТАЦИИ ЗЕРНОВОГО ЭЛЕВАТОРА

Иванова Полина Максимовна

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г.Томск

E-mail: pmi1@tpu.ru

Научный руководитель: Вторушина Анна Николаевна,

к.х.н., доцент отделения контроля и диагностики ТПУ

E-mail: anl@tpu.ru

HAZARD ANALYSIS DURING THE OPERATION OF A GRAIN ELEVATOR

Ivanova Polina Maksimovna

National Research Tomsk Polytechnic University, Tomsk

Academic supervisor: Vtorushina Anna Nikolaevna,

Ph.D. in Engineering National Research Tomsk Polytechnic University

Аннотация: в данной работе проведен анализ возможных опасностей для зернового элеватора, расположенного на юге Республики Башкортостан. Показано, что аварийность на таких объектах может приводить к возникновению различных видов ущерба. Основными опасными факторами на предприятии является обращение зерновой пыли и природного газа. На основании выявленных опасностей технологического процесса предложены возможные сценарии развития аварийных ситуаций.

Abstract: in this paper, an analysis of possible hazards for a grain elevator located in the south of the Republic of Bashkortostan is carried out. It is shown that accidents at such facilities can lead to various types of damage. The main dangerous factors at the enterprise are the circulation of grain dust and natural gas. Based on the identified hazards of the technological process, possible scenarios for the development of emergency situations are proposed.

Ключевые слова: анализ опасностей; зерновой элеватор.

Keywords: hazard analysis; grain elevator.

Аграрный сектор, выражающийся через производство зерновых культур, критически важен для экономической устойчивости национальной экономики. Это обуславливает необходимость обеспечения защиты инфраструктуры, участвующей в цепочке создания зерновой продукции. Агропромышленные объединения сталкиваются с многообразием рисков на производстве, которые могут привести к повышению уровня смертности среди работающих, росту заболеваемости и увеличению случаев травматизма. Помимо человеческих потерь, предприятия могут нести значительные финансовые убытки. Чтобы минимизировать риски возникновения данных проблем, остро стоит задача анализа потенциальных опасностей на производстве и разработки стратегий по снижению их воздействия на персонал и производственные процессы.

Зерновой элеватор является потенциально опасным объектом. Основными видами деятельности предприятия являются:

- заготовка, приемка, сушка зерна, хранение зерна и продуктов его переработки;
- торгово-посредническая деятельность.

В составе организации функционируют несколько вспомогательных подразделений, включая электротехнический цех, службу по техническому обслуживанию и ремонту оборудования, железнодорожный отдел, отдел автомобильных перевозок, внутреннюю охранную службу и прочие поддерживающие структуры.

Основными объектами рассматриваемого предприятия являются элеватор, отдельно стоящая зерносушильная установка ДСП-32-ОТ, сеть газопотребления.

В процессе обработки зерна применяются различные технологические устройства для выполнения операций по очистке, сушке как самого зерна, так и продуктов его обработки, включая механизмы для эффективной транспортировки и оптимального хранения. Эти стадии

обработки сопряжены с интенсивными выделениями пыли, влекущими за собой повышение уровня пыльности в атмосфере производственных помещений. Статистика показывает, что преобладающими причинами инцидентов на подобных объектах являются детонации и возгорания, самовоспламенение зерновых культур и силосные взрывы.

Во второй половине 2023 года, на предприятиях, занимающихся хранением и обработкой растительного сырья в рамках зернового сектора страны, повысился уровень аварий (+6 инцидентов) и случаев со смертельным исходом (+2), при этом групповые инциденты не были отмечены (см. таблица 1).

Таблица 1 – Экстренные происшествия и инциденты со смертельными последствиями [2]

Вид надзора	Аварийность		+/-	Смертельный травматизм		+/-
	2022 г.	2023г.		2022 г.	2023 г.	
Объекты хранения и переработки растительного сырья	3	9	+6	4	6	+2

В 2023 году на территории опасного производственного объекта (цех по изготовлению комбинированных кормов – III класс опасности, Московская обл.), произошло происшествие. Инцидент был вызван детонацией пылевоздушной смеси в оборудовании для вертикальной транспортировки зерна - нории, что привело к формированию разрушительной взрывной волны. Человеческие жертвы и пострадавшие в результате несчастного случая отсутствуют. Однако предприятие понесло серьезные финансовые потери. В процессе исследования причин происшествия экспертной комиссией было выяснено, что, взрыв пылевоздушной смеси в элеваторе произошел из-за утраты натяжения конвейерного ремня и его последующего засыпания продукцией. В момент обрыва ремня, рассеянная пыль от продукта, вступив в реакцию с тлеющими элементами ремня элеватора, перешла в состояние взрывоопасного горения.

К организационным причинам аварии комиссией отнесено [1]: пренебрежение работниками требованиями нормативных правовых актов по промышленной безопасности, внутренних регламентов, технологических процедур и должностных обязанностей во время работы с объектом; отсутствие строго контроля при ведении надзора за соответствием стандартам промышленной безопасности на производственном объекте; отсутствие технического обслуживания оборудования; пропуск постоянного мониторинга и регулярных проверок технического состояния аппаратуры на объектах; недостаточный мониторинг натяжения ленты ковшового элеватора; задержки и низкое качество выполнения регулярного обслуживания; невозможность активировать норию при помощи пульта в локальном режиме, задуманном для выполнения технического обслуживания и ремонтных работ без возможности наблюдения за аппаратурой, из-за отсутствия остановочных кнопок на верхней и нижней станциях нории; недостаток регламента для использования транспортных средств, включая график проверки технического состояния и очистки от груза.

В анализируемом элеваторском комплексе применяются зерновая пыль и природный газ.

Наличие сети газопотребления на промышленной территории увеличивает требования к обеспечению безопасности объекта. Эта сеть включает подземный газопровод среднего давления $P=0,8$ МПа, протяженностью 101 п.м., диаметром 150 мм; надземный газопровод среднего давления $P=0,8$ МПа, протяженностью 292 п.м., диаметром 150 мм; подземный газопровод среднего давления $P=0,8$ МПа, протяженностью 172 п.м., диаметром 150 мм; надземный газопровод низкого давления $P=0,3$ МПа, протяженностью 8 п.м., диаметром 50 мм; газифицированная котельная, в которой установлено три котла типа КВГ-04-95-СР, ГРПШ-03-У1. Расход газа на зерносушилки составляет $364 \text{ м}^3/\text{час}$.

Элеватор обеспечивает выполнение таких процессов:

- прием зерна с автотранспорта в мехамбаре (приёмное устройство с автотранспорта) на 5 автомобилеразгрузчиков. Затем зерно из бункера поступает по транспортеру на

норию НЦ-175 и по заданному маршруту с помощью распределительных кругов по самотеку и транспортеру поступает в силосы на хранение;

- прием зерна с железнодорожного транспорта;
- подработка зерна на сепараторах ЗСМ-100; А-1 БИС-100;
- подача сырого зерна на зерносушилки ДСП-32 от, СОБ-2, СОБ-1 (СОБ – сушильно-очистительная башня);
- отгрузка зерна через отгрузочный бункер в рабочей башне элеватора на ж/д транспорт, на автотранспорт из определённых силосов силосных корпусов №1, №2, №3;
- освежение зерна [2].

В процессе взаимодействия зерновой массы со стенками промышленных агрегатов и конвейерных систем возникает абразивное износение оболочек семян, что способствует образованию пыли. Эта пыль состоит как из органических частиц, высвобождающихся из самого зерна, так и из минеральных включений, присоединяющихся к зерну в ходе его сбора и транспортировки, включая различные посторонние неорганические элементы.

В процессе переработки и хранения зерновых культур, в частности во время их аэрации и десикации, фиксируется интенсивное пылеобразование. Используемое в этих целях оборудование, такое как силосные установки и хранилищные бункера, характеризуется наличием концентрации воздушно-пылевой смеси. Это обстоятельство приводит к тому, что в ходе операций по загрузке и выгрузке материала в атмосферу рабочей области проникает тонкодисперсная пыль, которая распространяется в воздухе вместе с вытекающими сквозь уплотнения потоками воздуха, а также средствами выброса, образующимися в результате падения грузов.

Повышение уровня пылепроникновения в помещения обусловлено не только отсутствием должной герметичности в использовании технологического оборудования, но и низкой эффективностью фильтрационных механизмов в аспирационных и вентиляционных системах. В определенных участках промышленных объектов, а также в случаях техногенных аварий, пылевая нагрузка в атмосферу может достигать показателей, превышающих установленные предельно допустимые концентрации, что создает риск формирования взрывоопасной среды [3].

Частицы пыли, находящиеся в подвешенном состоянии в атмосфере помещений, со временем оседают на поверхности структурных элементов зданий и механизмов, создавая легкий и несжатый слой скопившейся пыли. Этот слой легко поднимается в воздух при возрастании его циркуляции из-за конвекционных явлений, неконтролируемого воздушного потока или резких всплесков давления, например, при внутренних взрывах оборудования, известных как взрывные детонации. Это явление, известное как вторичное образование пыли, может значительно увеличить концентрацию пыли в воздухе, представляя угрозу взрыва. Состав и объем пылевых выбросов определяются по типу и влажности обрабатываемого материала, используемым технологиям и их исправности, а также качеством функционирования систем вентиляции [4].

Анализируются потенциальные аварийные ситуации для технологического аппарата (см. таблицу 2).

Таким образом, исследование определило ключевые риски для рассматриваемого предприятия, что позволило разработать потенциальные модели аварийных происшествий на этой площадке.

Таблица 2 – Описание вероятных аварийных ситуаций, связанных с техническими устройствами

Группа сценариев	Описание сценария
C1 (силос)	Образование взрывоопасных концентраций пыли (при заполнении силоса продуктом или при самосогревании) ⇒ локальный взрыв пылевоздушной смеси при наличии источника зажигания (самовозгорание в результате длительного хранения; искры тления, занесенные пылевоздушной смесью от предшествующих аппаратов; искры статического электричества) ⇒ формирование ударной волны ⇒ воспламенение находящейся в бункере пыли ⇒ возникновение вторичного взрыва и пожара ⇒ воздействие ударной волны и теплового излучения на соседние объекты и персонал предприятия
C2 (зерносушилка ДСП-32-ОТ)	Выход взрывоопасной пылевоздушной смеси (при наличии неплотностей в узлах, соединениях результате первичного взрыва пылевоздушной смеси) ⇒ локальный взрыв пылевоздушной смеси при наличии источника зажигания самовоспламенение высушиваемого материала при повышении температуры греющей поверхности или в узлах трения выше допустимой) ⇒ формирование ударной волны ⇒ разгерметизация аппарата ⇒ встряхивание и воспламенение находящейся в помещении пыли ⇒ возникновение вторичного взрыва ⇒ воздействие ударной волны и теплового излучения на соседние объекты и персонал предприятия.
C3 (башмак нории в рабочей башне элеватора)	Образование взрывоопасной концентрации пыли (при заборе зерна, уносе пыли из ковша набегающим потоком воздуха; выход пылевоздушной смеси за пределы аппарата вследствие неплотностей в узлах и соединениях кожуха) ⇒ хлопок при наличии источника зажигания (самовозгорание пыли в башмаке вертикального элеватора и в узлах трения; искры удара при обрыве ковшей или ленты нории; искры разрядов статического электричества в приводной системе; искры от работающего электрооборудования) ⇒ формирование ударной волны ⇒ разгерметизация аппарата ⇒ встряхивание и воспламенение находящейся в помещении пыли ⇒ возникновение вторичного взрыва ⇒ воздействие ударной волны и теплового излучения на соседние объекты и персонал предприятия.
C4 (надземный газопровод среднего давления)	C4а: Разгерметизация газопровода в котельной ⇒ выброс продукта без мгновенного воспламенения ⇒ образование взрывоопасной смеси ⇒ инициирующее воздействие источника воспламенения ⇒ сгорание газового облака с развитием избыточного давления (взрыв) ⇒ воздействие ударной волны на персонал объекта, здания и сооружения
	C4б: Разгерметизация газопровода низкого давления ⇒ мгновенное воспламенение при наличии источника зажигания ⇒ факельное горение струи газа ⇒ воздействие теплового излучения на персонал объекта

Список литературы

1. «Информация об аварийности и смертельном травматизме на взрывопожароопасных объектах хранения и переработки растительного сырья (по состоянию на 27.12.2023)»: приложение к письму от 19.01.2024 № 282-218. – 12 с. – Текст: непосредственный.
2. СП 12.13130.2009. Определение категорий помещений, зданий и наружных установок по взрывопожарной и пожарной опасности: свод правил: издание официальное: утвержден и введен в действие Приказом МЧС России от 25 марта 2009 г. №182: введен впервые: дата введения 2009-05-01 / разработан ФГУ ВНИИПО МЧС России. – Москва: ФГУ ВНИИПО МЧС России. – 2009. – 31 с. – Текст: непосредственный.
3. ВНТП-05-88. Нормы технологического проектирования хлебоприемных предприятий и элеваторов: ВНТП: утвержден и введен в действие Приказом Минхлебпродуктов СССР от 03 июля 1989 г. №133: дата введения 1989-01-01 /

разработан ЦНИИПромзерномпроектом совместно с ВНПО «Зернопродукт». – Москва: Министерство хлебопродуктов СССР. – 1988. – 67 с. – Текст: непосредственный.

4. Правила промышленной безопасности для взрывопожароопасных производственных объектов хранения, переработки и использования растительного сырья (ПБ 14-586-03) / Б.А. Красных, А.Ф. Теплов, С.Н. Егоров [и др.]. – серия 14 Выпуск 4. – Москва: Научно-технический центр «Промышленная безопасность», 2009. – 124 с. – Текст: непосредственный.

УДК 005.6

ОСОБЕННОСТИ ДИСТАНЦИОННОГО АУДИТА СИСТЕМЫ МЕНЕДЖМЕНТА КАЧЕСТВА

Иванова Полина Николаевна

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск

E-mail: Pni3@tpu.ru

PECULIARITIES OF REMOTE AUDIT OF THE QUALITY MANAGEMENT SYSTEM

Ivanova Polina Nikolaevna

National Research Tomsk Polytechnic University, Tomsk

Аннотация: дистанционный аудит систем менеджмента качества, ставший востребованным в период пандемии, остается актуальным благодаря своим преимуществам, несмотря на технические и организационные сложности. Рекомендации по их преодолению, предложенные в статье, показывают, что при должной подготовке он может стать полноценной альтернативой очным проверкам, поддерживая высокие стандарты качества продукции и услуг.

Abstract: remote audit of quality management systems, which has become popular during the pandemic, remains relevant due to its advantages, despite technical and organizational challenges. The recommendations for overcoming them, which are proposed in the article, show that with proper preparation, it can become a full -fledged alternative on-site audits, maintaining high quality standards for products and services.

Ключевые слова: аудит системы менеджмента качества; дистанционный аудит; традиционный аудит; риски и возможности.

Keywords: quality management system audit; remote audit; traditional audit; risks and opportunities.

В современном мире, где цифровизация набирает обороты, все чаще используется дистанционный формат проведения различных видов работ. Аудиты системы менеджмента качества (СМК) не являются исключением. Данная практика стала особенно распространенной в 2021 году из-за ограничительных мер, введенных в связи с COVID-19, когда проведение очных проверок стало затруднительным. На сегодняшний день она также остается актуальной из-за ряда преимуществ. Удаленный режим работы позволяет значительно сократить затраты на транспорт и замену сотрудников в их отсутствие на рабочем месте, а сэкономленное время потратить на другие рабочие задачи. Однако по-прежнему существуют проблемы, с которыми сталкиваются организации при выборе удаленных проверок. Чтобы разобраться в них подробнее, рассмотрим, для чего организациям необходим аудит системы менеджмента качества и какие трудности возникают при его проведении в дистанционном формате.

Согласно ГОСТ Р ИСО 19011-2021, аудит систем менеджмента – систематический, независимый и документированный процесс установления объективного свидетельства и его объективного оценивания для получения степени соответствия критериям аудита [1]. Данный вид проверки делится на три типа. Первый – внутренние аудиты, или «аудиты первой