

А.Е. Лаврентьева, А.А. Чернышева, В.Л. Лехтмец, В.В. Корнев

*Карагандинский индустриальный университет, Темиртау, Казахстан
(E-mail: a.lavrentyeva@ttu.edu.kz)*

Анализ специфических опасностей кондитерского производства

Кондитерское производство, несмотря на принадлежность к пищевой отрасли, может включать участки с признаками повышенной промышленной опасности (пылевоздушные смеси, горячие процессы, интенсивная механизация), что требует систематического анализа рисков и мер управления ими. Специфика опасностей обусловлена сочетанием сложных тепловых процессов, использованием мощного механического оборудования и, что наиболее критично, работой с дисперсными системами органического происхождения. С учетом требований Закона РК "О гражданской защите" [1], управление этими опасностями является ключевой задачей для предотвращения аварий и обеспечения безопасности труда. В статье проводится комплексный анализ специфических производственных опасностей, характерных для кондитерской отрасли Республики Казахстан [2].

Ключевые слова: кондитерское производство, промышленная безопасность, пылевзрывоопасность, анализ рисков, охрана труда, пылевоздушные смеси, производственный травматизм.

Введение

В Республике Казахстан имеются различные крупные кондитерские площадки, работающие в промышленном масштабе. В качестве ориентиров можно рассматривать АО «ЛОТТЕ Рахат» (Алматы) и АО «Баян Сұлу» (Костанай), а также другие предприятия отрасли, упоминаемые среди ведущих производителей страны (например, Hamle) [2].

Для таких производств характерны большие объёмы хранения и транспортировки сыпучего сырья, такого как сахар, мука, какао-продукты; развитая аспирация, множество линий формования и упаковки, что делает риски пылевзрыва, пожара и травматизма не «теоретическими», а практическими.

Главный специфический риск кондитерского производства – это взрывоопасность мучной и сахарной пыли (дисперсных систем). Мука, сахарная пудра, крахмал и какао-порошок являются органическими веществами, которые в мелкодисперсном состоянии и при смешивании с воздухом образуют горючую и взрывоопасную пылевоздушную смесь.

Механизм опасности: Взрыв происходит, когда концентрация пыли в воздухе достигает Нижнего Концентрационного Предела Распространения Пламени (НКПРП), и появляется источник воспламенения (например, искра от статического электричества, перегретый подшипник, неисправное электрооборудование). Основными критическими зонами являются:

1. Системы аспирации и фильтрации (где пыль концентрируется).
2. Бункеры и силосы для хранения сыпучих продуктов.
3. Мельницы и просеиватели (процессы, создающие наибольшее количество пыли).

На крупных фабриках уровня алматинского АО «ЛОТТЕ Рахат» и костанайского АО «Баян Сұлу» сыпучие компоненты часто подаются на просев и дозирование через бункера и участки пересыпки.

Типовой сценарий формирования опасной пылевоздушной смеси возникает при сочетании операций пересыпки сырья (вскрытие мешков, подача в приёмный бункер), общей вентиляции, которая выносит пыль в рабочую зону, и работы просеивающего оборудования, усиливающего запылённость на входе и выходе. В качестве источника воспламенения нередко выступают локальные дефекты оборудования: искрение электродвигателя, перегрев подшипниковых узлов либо разряд статического электричества на гибких рукавах и участках пересыпки.

Последствия пылевого взрыва включают разрушение оборудования и конструкций, а также риск вторичного взрыва: первичный хлопок в зоне аспирации или пересыпки поднимает осевшую пыль с

верхних поверхностей (балки, лотки, воздуховоды), после чего очаг быстро переходит из локального в объём помещения и усиливает поражающие факторы. Поэтому для кондитерских цехов Республики Казахстан критичны не только исправность аспирации и электроприводов, но и системная уборка труднодоступных зон [1].

Помимо взрывоопасности мелкодисперсной пыли, значительный класс опасностей в кондитерском производстве составляют термические и пожарные риски. В частности, пожароопасность обусловлена широким использованием высокотемпературных процессов и хранением горючих материалов. Эксплуатация печей, жарочных аппаратов и систем варки сиропов требует постоянного контроля теплового режима, поскольку превышение допустимых параметров может привести к возгоранию сырья или смазочных материалов/теплоносителей. Кроме того, большие складские запасы жиров, масел и упаковочных материалов (картон, полимеры) представляют собой значительную пожарную нагрузку. В случае возникновения пожара, быстрое распространение огня усугубляется наличием воздуховодов и систем вентиляции, требуя строгого соблюдения требований к огнестойкости конструкций и наличию эффективных систем автоматического пожаротушения.

На предприятиях с широким ассортиментом (шоколад, печенье, карамель, вафли) склады упаковки и тары фактически формируют отдельную «зону повышенной пожарной нагрузки». Это особенно заметно там, где картон и полимерная упаковка хранятся большими партиями рядом с участками интенсивной отгрузки (ворота, рампы, погрузчики). В таких условиях один локальный перегрев (например, неисправность кабеля, светильника, зарядной станции техники или двигателя вентилятора) способен дать быстрое развитие пожара из-за высокой удельной горючей нагрузки материалов.

Непосредственно с высокими температурами связан и риск термического травматизма. На участках варки, темперирования и формования существует высокая вероятность получения тяжелых ожогов от горячих сиропов, расплавленных жиров, пара или при контакте с нагретыми поверхностями оборудования. Это требует не только использования средств индивидуальной защиты (СИЗ), но и внедрения изоляции горячих частей оборудования и автоматических систем контроля давления и температуры [3].

Для карамельных и сиропных участков, характерных для крупных фабрик (в т.ч. костанайских площадок), типовой риск связан не только с «горячей поверхностью», а с выбросом горячего продукта при нарушении режима.

Например, при частичном засоре трубопровода или некорректной работе запорной арматуры возможна резкая разгерметизация/выплеск сиропа при переключении потока на формование. Это тот случай, где травма возникает за секунды — и организационные меры (чёткая процедура переключений, запрет ручных операций в зоне возможного выброса) критичны наравне с СИЗ.

Механические опасности являются традиционными для любого крупного промышленного предприятия и обусловлены работой высокопроизводительного, быстродвижущегося оборудования. На кондитерских фабриках этот класс рисков особенно выражен в цехах, где происходит смешивание, дозирование, формование и упаковка продукции [4].

Опасность вращающихся и движущихся частей: Агрегаты, такие как тестомесильные машины, миксеры, валки для раскатки теста и конвейерные системы, создают постоянный риск захвата одежды или частей тела персонала, что часто приводит к ушибам, переломам и, в критических случаях, ампутациям. Для минимизации этого риска критически необходима полная исправность защитных ограждений и функционирование блокировочных устройств, которые исключают запуск оборудования при открытом доступе к опасной зоне.

Типовая ситуация травматизма на линиях формования и упаковки — попытка «быстрой очистки» без полной остановки и блокировки энергии. Работник снимает налипание с вальцов/шнеков или поправляет застрявшую плёнку на транспортере, рассчитывая на малую скорость, но оборудование делает рывок (авторегим, датчик продукта, повторный пуск после краткого останова).

Для фабрик с высокой производительностью (например, крупных алматинских и костанайских площадок) проблема усиливается тем, что линии работают в потоке, и персонал часто испытывает давление «не останавливать смену».

Опасности, связанные с хранением и перемещением грузов: На складах и участках комплектации, существует риск обрушения штабелей, падения продукции с высоты, а также наезда погрузочной техники. Эти риски требуют строгого соблюдения схем складирования, регулярного

освидетельствования стеллажей и обязательной аттестации персонала, управляющего подъемно-транспортными средствами [4].

Опасности падения с высоты: Риск падения с высоты возникает при проведении ремонтных работ, чистке и обслуживании крупных стационарных объектов, таких как силосы, бункеры для сырья и вентиляционные системы. Это требует жесткого соблюдения правил техники безопасности при работе на высоте, использования страховочных систем и подмостей.

Система управления производственной безопасностью и охраной труда также должна учитывать риски, связанные с неблагоприятными факторами рабочей среды [5].

Электрическая опасность: Присутствие большого количества электрооборудования, включая мощные двигатели и нагревательные элементы, создает риск поражения электрическим током из-за неисправной изоляции, ненадлежащего заземления или ошибок при обслуживании. В зонах повышенной влажности (например, при мойке оборудования) эти риски многократно возрастают, требуя использования низкого напряжения и устройств защитного отключения (УЗО).

Шум и вибрация: Постоянная работа высокопроизводительных механизмов, вентиляционных и аспирационных систем создает высокий уровень производственного шума и вибрации. Продолжительное воздействие этих факторов может привести к профессиональным заболеваниям, включая потерю слуха [3]. Для контроля данного риска необходимо применение шумопоглощающих материалов, использование СИЗ (наушники, беруши) и регулярный производственный контроль.

Микроклимат: Влажность и температура в различных цехах могут быть некомфортными или даже опасными. Например, в печах — высокая температура, а в холодильных камерах — экстремально низкая, что требует нормирования времени пребывания персонала и обеспечения специальной защитной одежды.

На санитарной мойке оборудования риск часто создают не стационарные шкафы, а переносные устройства — удлинители, ручные светильники, мобильные насосы/пеногенераторы. В условиях мокрого пола и конденсата любая микротрещина изоляции или «временное» подключение без контроля может привести к поражению током. На практике это требует отдельного регламента допуска переносного электроинструмента в моечные зоны (маркировка, периодическая проверка, запрет самодельных удлинителей).

Как показывает анализ аварийности, значительный процент инцидентов вызван не техническими, а организационными недочетами или человеческим фактором.

Недостатки в СУПБ: отсутствие или неэффективность системы, нерегулярность контроля и формальный подход к документации; например, журнал уборки пыли ведётся «для проверки», но не охватывает верхние зоны и внутренние полости аспирации, из-за чего пыль накапливается в труднодоступных местах [5].

Ошибки персонала: нарушения регламентов и обход блокировок, включая несоблюдение процедур изоляции энергии при ремонте; типичный сценарий — останов «кнопкой», без блокировки питания на шкафу, после чего линия запускается другим сотрудником по индикации «готово».

Недостаток обучения: персонал умеет реагировать на обычное возгорание, но не понимает специфики пылевзрыва и критичности изоляции источников энергии до входа в опасную зону.

Заключение

Кондитерское производство сочетает в себе несколько групп рисков, которые формируются одновременно сырьём, технологией и организацией труда. Наиболее критичными для условий предприятий Республики Казахстан являются пылевзрывоопасность при обращении с сыпучими компонентами, пожарные риски на складах упаковки и в зонах интенсивной логистики, а также травмоопасность при эксплуатации и обслуживании механизированных линий. Практический анализ показывает, что тяжесть последствий определяется не только наличием источника опасности, но и качеством управления: исправностью аспирации и электрооборудования, дисциплиной уборки, регламентами остановки и блокировки энергии, а также уровнем подготовки персонала. Следовательно, приоритетными направлениями повышения безопасности выступают технические меры предотвращения накопления пыли и источников воспламенения, организационная стандартизация работ (включая ремонт и санитарную мойку) и регулярное обучение работников с отработкой типовых сценариев. Такой подход позволяет снизить вероятность аварий и травм без

потери производственной эффективности и обеспечивает соответствие требованиям промышленной и пожарной безопасности.

Список литературы

1. Закон Республики Казахстан от 11 апреля 2014 года № 188-V «О гражданской защите» (с изменениями и дополнениями по состоянию на 2025 г.). —
2. Абзалиева, С. А., Сарсенова, А. О. и др. Социально-гигиенический обзор современного состояния ведущих отраслей промышленности Республики Казахстан // Гигиена и санитария. — 2016 (обновленные данные в профильных вестниках до 2025 г.).
3. Bafoyev, A. N. Hygiene Issues Among Workers in Confectionery Production Enterprises // Journal of Modern Educational Innovations. — 2023.
4. Kim, I. J. Safety and Health Practices in the Food Industry and Ergonomic Interventions // Journal of Ergonomics. — 2016.
5. ISO 45001:2018. Системы менеджмента охраны здоровья и безопасности труда. Требования и руководство по применению.

А.Е. Лаврентьева, А.А. Чернышева, В.Л. Лехтмец, В.В. Корнев

Кондитерлік өндірістің ерекше қауіптерін талдау

Кондитерлік өнімдер тамақ өнеркәсібіне жататынына қарамастан, өнеркәсіптік қауіптіліктің жоғарылау белгілері бар учаскелерді қамтуы мүмкін (шаң-ауа қоспалары, ыстық процестер, қарқынды механикаландыру), бұл тәуекелдерді жүйелі талдауды және оларды басқару шараларын қажет етеді. Қауіптің ерекшелігі күрделі жылу процестерінің үйлесуіне, қуатты механикалық жабдықты пайдалануға және, ең бастысы, органикалық дисперсті жүйелермен жұмыс істеуге байланысты. ҚР "Азаматтық қорғау туралы" Заңының талаптарын ескере отырып, бұл қауіптерді басқару авариялардың алдын алу және еңбек қауіпсіздігін қамтамасыз ету үшін негізгі міндет болып табылады. Мақалада Қазақстан Республикасының кондитерлік саласына тән ерекше өндірістік қауіптерге кешенді талдау және жіктеу жүргізіледі.

Түйінді сөздер: кондитерлік өндіріс, өнеркәсіптік қауіпсіздік, шаң жарылыс қаупі, тәуекелдерді талдау, еңбекті қорғау, шаң-ауа қоспалары, өндірістік жарақаттану.

A. E. Lavrentieva, A.A. Chernysheva, V.L. Lekhtmetz, V.V. Kornev

Analysis of specific hazards of confectionery production

Confectionery production, despite belonging to the food industry, may include areas with signs of increased industrial danger (dust-air mixtures, hot processes, intensive mechanization), which requires a systematic risk analysis and management measures. The specifics of the hazards are caused by a combination of complex thermal processes, the use of powerful mechanical equipment and, most critically, work with dispersed systems of organic origin. Taking into account the requirements of the Law of the Republic of Kazakhstan "On Civil Protection", the management of these hazards is a key task to prevent accidents and ensure occupational safety. The article provides a comprehensive analysis and classification of specific production hazards typical of the confectionery industry of the Republic of Kazakhstan.

Keywords: confectionery production, industrial safety, dust and explosion hazard, risk analysis, labor protection, dust and air mixtures, industrial injuries.

References

1. The Law of the Republic of Kazakhstan dated April 11, 2014 No. 188-V "On Civil Protection" (with amendments and additions as of 2025)
2. Abzalieva, S. A., Sarsenova, A. O. et al. Socio-hygienic review of the current state of the leading industries of the Republic of Kazakhstan // Hygiene and sanitation. — 2016 (updated data in specialized news reports until 2025).
3. Bafojev, A. H. Hygiene Issues Among Workers in Confectionery Production Enterprises // Journal of Modern Educational Innovations. — 2023.
4. Kim, I. J. Safety and Health Practices in the Food Industry and Ergonomic Interventions // Journal of Ergonomics. — 2016.
5. ISO 45001:2018. Occupational health and safety management systems. Requirements and application guidelines