

МЕРЫ БЕЗОПАСНОСТИ, ПРЕДУСМАТРИВАЕМЫЕ ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ ИТАЛЬЯНСКИХ МЕЛЬНИЦ ФИРМОЙ GBS GROUP S.P.A.

МЕРЫ ОХРАНЫ ТРУДА

Мельничный комплекс представляет собой сложное, технологически развитое производство, и вопросы безопасности персонала имеют здесь первостепенное значение.

Проблема охраны труда включает в себя различные, взаимосвязанные аспекты, и ее нужно рассматривать с точки зрения рисков травматизма и нанесения ущерба здоровью, комфортности рабочих мест, экологии рабочих помещений и т.д. На мельницах большой производительности для обеспечения безопасности работающих приходится использовать настолько сложные устройства, что можно считать их самостоятельными (хотя и обслуживаемыми основное производство) комплексами оборудования. В их числе выделяют оборудование: обеспыливания, противопожарное, заземления, сброса атмосферных разрядов, взрывозащиты.

Предупреждению несчастных случаев, в том числе случающихся по невнимательности персонала, при проектировании мельниц уделяют особое внимание. Применяют следующие нормы:

- ✦ D.P.R. 547/55 – Предупреждение травматизма на рабочих местах;
- ✦ D.P.R. 303/56 – Общая гигиена рабочих помещений;
- ✦ L. 46/90 – Электрическое оборудование;
- ✦ D.P.R. 447/91 – Безопасность оборудования;
- ✦ LGS. 459/96 – Безопасность машин с механическими рисками;
- ✦ CEI 31-35 EN50014-1997 – Электрические конструкции для потенциально взрывоопасной среды;
- ✦ CEI 64/2 – Электрическое оборудование в местах с опасностью взрыва;
- ✦ UNI EN 1127 – Предупредительные меры и защита от взрывов (общие концепции) – директивы по разделам (см. таблицу).

Директива	Раздел
98/37/CE	Безопасность машин
89/109/CEE	Пищевая совместимость
89/336/CEE	Электромагнитная совместимость
73/236/CEE	Низкое напряжение
94/9/CEE	Устройства для использования во взрывоопасной среде
88/642/CEE	Шумы



Конкретные меры защиты персонала от травматизма, воплощаемые в оборудовании GBS Group S.p.A.

Движущиеся механические детали всех машин, например шкивы, ремни, цепные и зубчатые передачи, оборудуют средствами защиты, регламентированными нормативами EN 294.

Легко открываемые дверцы корпусов машин, через которые возможен доступ к их движущимся или опасным по какой-либо иной причине частям, снабжают концевыми выключателями, немедленно останавливающими машину при открытии дверцы (норма EN 1088).

Около машин устанавливают местные прерыватели питания с ключами, позволяющими обслуживать остановленную машину без риска, что кто-нибудь без предупреждения осуществит ее пуск с удаленного пульта.

Во время пуска технологических циклов автоматически срабатывают сирены заблаговременного предупреждения.

При разработке планов размещения оборудования большое значение придают обеспечению удобного и безопасного доступа ко всем его составляющим, особенно к точкам обслуживания.

По возможности, машины устанавливают так, чтобы они были непосредственно доступны с соответствующих этажей, а для обслуживания тех машин, к которым такой доступ обеспечить не удастся, проектируют специальные площадки с лестницами.

Часто в дополнение к основным лестницам здания, где устанавливают оборудование, в проекте предусматривают служебные наклонные металлические лестницы. Они могут проходить и с внешней стороны здания (тогда ступеньки делают из решетчатого полотна, предохраняющего от скольжения); из такого же полотна выполняют и располагаемые вне здания служебные площадки.

Служебные металлические лестницы и этажи оборудуют защитными перилами с поручнями.

В отдельных случаях для доступа к редко обслуживаемым точкам проектируют вертикальные трапы, которые обязательно оборудуют защитой со спины.

Для защиты от поражения персонала электротоком оборудование проектируют в соответствии с нормой CEI 64/8, применяя ту ее часть, которая касается защиты электрических цепей и заземления оборудования.

Защиту от атмосферных разрядов обычно выполняют с использованием конструкции типа клетки, образуемой сеткой из стального прута с горячей оцинковкой, заземлителями также с горячей оцинковкой и кольцами из голого медного провода в качестве коллекторов.

ШУМЫ

Вибрации и шумы в рабочих помещениях с оборудованием производства GBS Group не бывают настолько сильными, чтобы представлять реальную угрозу здоровью персонала. Во всяком случае, при проектировании соблюдаются требования директивы 88/642/СЕЕ (ШУМЫ).

Наиболее шумные машины и меры, предпринимаемые для снижения шума

Цепные транспортеры используют для горизонтальной переброски зерна. В них устанавливают направляющие цепи, выполненные из износостойкого пластика, что существенно снижает уровень шума, особенно на холостом ходу.

Электровентиляторы применяют в системах аспирации и пневмотранспорта всасывающего типа. Все они, независимо от модели, имеют общую особенность – шум тем сильнее, чем выше скорость вращения крыльчатки. Поэтому для понижения шума при проектировании указанных систем выбирают вентиляторы с определенным запасом типоразмера (соответственно производительности) и пониженной частотой оборотов.

Для высокопроизводительных вентиляторов предусматривается установка на специальные вибропоглощающие амортизаторы.

Компрессоры для систем пневмотранспорта нагнетательного типа – весьма шумное оборудование, и поэтому обычно проектируют его установку в специально выделенном замкнутом помещении, что изолирует основную рабочую зону мельницы от производимого им шума. Предпочтение отдается компрессорам роторного типа, которые шумят меньше поршневых. К тому же часто компрессоры монтируют в специальных звукопоглощающих коробах, которые настолько понижают шум, что можно спокойно работать в непосредственной близости от компрессора без каких-либо средств защиты (типа наушников).

Компрессоры продувки рукавов фильтров. Рукава мельничных фильтров во время их функционирования периодически очищают продувкой импульсами воздуха, сжатого примерно до 50 кПа (500 мбар). Сжатый воздух может генерироваться одной, либо несколькими помпами или воздушодувками, обычно устанавливаемыми в боковом помещении за стеной зала, где стоят фильтры. Для понижения шума предусматриваются



такие приспособления, как фильтрующий элемент на впуске и глушитель абсорбирующего типа на выпуске.

По паспорту шум от каждого компрессора не превышает 85 дБ, но этот показатель следует рассматривать, как ориентировочный, поскольку его измеряют при заводских испытаниях машины на холостом ходу. Следовательно, по окончании монтажа компрессоров приходится исследовать их на месте и под нагрузкой, поскольку реальный шум зависит и от особенностей помещения и перекрытий, и от специфики поступающих в фильтры продуктов.

ПЫЛЕВЫЕ ВЫБРОСЫ

Продукты, циркулирующие в технологических цепочках мельницы, начиная с неочищенного зерна и кончая мукой, – пылящие, и потому для обеспечения безопасности рабочих помещений и поддержания в них нормальной атмосферы в проекты мельниц включают пылеудаляющее (аспирационное) оборудование. Последнее не только создает в рабочих помещениях нормальные условия для дыхания, но и служит для понижения концентрации пыли в машинах, существенно снижая вероятность ее взрывов. Аспирация отдельных машин дает двойной эффект: во-первых, изнутри машины вытягивается пыль, а во-вторых, внутри нее создается разрежение, исключающее выбросы пыли наружу. Проектирование аспирационного оборудования – весьма трудоемкая задача, поскольку для достижения эффективного обеспыливания необходим тщательный подбор размеров и мощности трех составляющих этой системы: воздухопроводов, вентиляторов, фильтров.

Воздуховоды. Для подвода воздуха к фильтрам и его отвода используют систему трубопроводов круглых сечений из труб разных диаметров. Подбор диаметров разных участков аспирационного коллектора важен, поскольку дает возможность оптимизировать отбор воздуха из разных точек (потребности аспирации отдельных машин, подключенных к коллектору, должны быть определены заранее).

Скорость воздуха в аспирационном коллекторе изменяется при нижнем пределе 18–20 м/с в зависимости от участка: в точках воздухозабора – относительно низкая, чтобы с воздушным потоком вместе с пылью не выносились крупные фракции продукта, а на горизонтальных участках – относительно высокая, чтобы не позволять пыли оседать в трубе. Поскольку полностью исключить оседание пыли на длинных горизонтальных участках все же не удастся, на трубопроводах предусмотрены окошки для внутренней чистки. Правильная балансировка аспирационной системы,

наряду с подбором диаметров разных участков коллектора, достигается еще и регулировкой дроссельных клапанов, устанавливаемых во всех точках воздухозабора.

Вентиляторы. Для создания аспирации используют центробежные электровентиляторы, приспособленные для продувки смеси воздуха с пылью и твердыми частицами, и гарантирующие стабильный поток. Статический напор вентиляторов колеблется в диапазоне 15–30 кПа (150–300 мбар). Наиболее мощные вентиляторы устанавливают на вибропоглощающих амортизаторах.

Рукавные фильтры имеют в основе конструкции закрытый цилиндрический корпус с вертикально установленными внутри трубообразными рукавами диам. 120 мм и высотой от 1,5 до 2,5 м, в зависимости от модели. В фильтрах типа FCP запыленный воздух входит в верхнюю часть цилиндра корпуса по горизонтальной касательной, и благодаря создающемуся циклонному эффекту наиболее тяжелые частицы оседают на дно в обход рукавов. Взвешенная пыль попадает вместе с протягиваемым через рукава воздухом на их поверхность и остается там, отфильтрованный воздух поступает в вентилятор. Периодически пыль сбрасывается с рукавов импульсами воздуха, сжатого до давления примерно 50 кПа (500 мбар) и вдвухаемого в рукава изнутри (противотоком относительно фильтруемого воздуха) специальной пневмосистемой. Паузы между последовательными импульсами и продолжительность этих импульсов контролируют с помощью встроенной электроники.

В фильтрах FPC оседающая на дно пыль выводится через шлюзовой затвор в специальный трубопровод, а для фильтров FPG предусмотрен вариант, когда сбрасываемая с рукавов пыль просто падает во входное отверстие фильтра.

Поскольку пыль зернового происхождения при определенных условиях становится взрывоопасной, в каждом фильтре имеется окошко взрыворазрядителя соответствующего размера.

Аспирируемые машины не должны работать при отключенной аспирации. Поэтому в системе управления мельницы электрическая линия должна связывать аспирационное оборудование с перерабатывающим так, чтобы линии переработки нельзя было пустить прежде, чем включится их аспирация, и автоматическая остановка этих линий наступала бы сразу же, как только аспирация отключается.

Пылеудаляющее оборудование не только делает рабочие помещения мельницы гигиенически пригодными для работы персонала, но и позво-



ляет выдерживать нормативы допустимых выбросов загрязнений в атмосферу.

ВЗРЫВО- И ПОЖАРОБЕЗОПАСНОСТЬ

Неизбежное присутствие органической горючей пыли, воздушные взвеси которой взрывоопасны, делает мельничное производство опасным (риски взрывов и пожаров).

Любая горячая пыль опасна в определенном диапазоне ее концентраций в воздухе. Нижняя граница этого диапазона для мельничной пыли – примерно 60 г/м³.

Верхнюю границу диапазона опасных концентраций точно определить сложнее, но для мучной пыли принято считать ее равной 1000 г/м³ а для зерновой пыли других типов обычно принимается граница 2000 г/м³, причем речь всегда идет о пыли, взвешенной в воздухе (пылевом облаке). При более высокой концентрации пыли твердые частицы сгорают неполностью, что замедляет вспышку и не позволяет развиваться взрыву.

Разброс в определении верхней границы опасных концентраций пыли связан в основном с ее зависимостью от гранулометрии пыли. Уменьшение характерных размеров частиц при сохранении их массовой концентрации в воздухе означает увеличение поверхности контакта их с кислородом воздуха и соответственно повышение взрывоопасности.

В качестве источников высоких температур, способных привести к взрыву среды с критической концентрацией пыли, Британское законодательство приводит очень длинный список, в котором основные позиции следующие:

- ✧ несовершенство оборудования;
- ✧ недостатки в обслуживании оборудования;
- ✧ тепловыделяющие устройства, искры от сварки и резки металла;
- ✧ зажженные сигареты;
- ✧ незащищенные лампы.

К оборудованию, предназначенному для использования во взрывоопасной среде, предъявляются требования **Директивы производителей АТЕХ 94/9/СЕЕ** и согласованных с ней норм:

- ✧ EN 1127-1 Предупреждение взрывов и защита от них;
- ✧ EN 1050; EN 13463-1 Оценка риска взрыва;
- ✧ EN 50014-1997 Электрические конструкции для взрывоопасной среды.

Именно на эту Директиву и эти нормы ссылаются производители при сертификации своих машин.

При сертификации машины, предназначенные для использования в пищевой промышленности, делят на три категории. К категории 1 относятся машины, которые могут устанавливаться в зонах классов 20, 21, 22; к категории 2 – в зонах классов 21, 22; к категории 3 – в зонах класса 22.

Классификация зон

Класс	Определение места
20	Постоянное, долговременное или частое присутствие облака горючей пыли
21	При нормальных рабочих условиях время от времени может появляться облако горючей пыли
22	При нормальных рабочих условиях облако горючей пыли появляться не должно, а если и появляется, то ненадолго

Существует также **Директива 99/92/СЕЕ**, обращенная к пользователям оборудования и содержащая предписания по минимальным мерам защиты и обеспечения гигиены рабочих мест в зонах с взрывоопасной атмосферой. Эта Директива налагает на работодателя обязанность оценить риски взрывов, принимая в расчет:

- ✧ вероятность возникновения и длительного присутствия облаков горючей пыли;
- ✧ вероятность появления источников воспламенения;
- ✧ используемые вещества;
- ✧ технологические процессы и взаимодействия между ними;
- ✧ масштабы оцениваемых последствий взрыва.

Если риск взрыва реален, работодатель должен принять технические и организационные меры, чтобы предотвратить формирование взрывоопасной атмосферы, избежать ее воспламенения, если она все же возникнет, и, если вероятность взрыва полностью исключить нельзя, – уменьшить его последствия и опасность для персонала.

Взрывоопасность составляющих мельничного процесса

Очистка

Переработка зерна в муку начинается с его очистки. На первой стадии сухое зерно, содержащее всевозможные примеси, проходит через сепараторы, камнеотборники, аспирационные колонки, обойки и т.п., где из него отбирается все настолько крупное, мелкое, легкое, тяжелое и пылеобразное, что собственно к зерну относиться не может. Взрывобезопасность этой фазы очистки обеспечивается хорошей аспирацией участвующих в ней машин, которая не позволяет органическим компонентам



образующейся здесь пыли достигнуть критических концентраций. Для некоторых машин сухой очистки сильная аспирация является необходимым элементом технологии. Далее зерно проходит стадию первой замочки, которая практически исключает пылевые выбросы при его последующих продвижениях по цепочке очистки. Вероятность достижения нижнего предела взрывоопасных концентраций пыли при транспортировке замороженного зерна отсутствует.

После первой замочки зерно поступает на отлежку, необходимую для проникновения влаги внутрь зерновок. При нормальном ходе процесса засыпания зерна в бункера отлежки опасная концентрация пыли также исключена.

После первой отлежки зерно подают на вторую очистку через обойку и аспирационную колонку, затем – на относительно непродолжительную вторую отлежку, а после нее, возможно с заключительной, третьей замочкой, – на размол. Здесь тоже нет опасности взрыва. Перед входом в первую размольную систему обязательно устанавливают магнитный сепаратор, вытягивающий из зерна железистые частицы, которые могли бы стать в дальнейшем источниками искр.

Размол

Размол заключается в разделении различных компонентов зерновок и дроблении их мучнистых ядер в муку, т.е. по существу сводится к измельчению и просеиванию. Соответственно есть и два основных типа машин, используемых в размольном процессе: вальцовые станки и рассевы.

Вальцовые станки. Размольные проходы вальцовых станков образуются двумя параллельными цилиндрами (рифлеными или гладкими), вращающимися в противоположных направлениях и с разными скоростями. Возникновение внутри станка взрывоопасного пылевого облака возможно только на стадии пуска или при его неправильном функционировании. На нормальном рабочем ходу концентрация пыли значительно превышает верхний предел опасного диапазона – 3000 г/м^3 . Таким образом, здесь можно говорить лишь о «кратковременной эпизодической опасности взрыва», для практически полного исключения которой достаточно не допускать искрение между рабочими цилиндрами, что достигается установкой металлоулавливающих магнитных сепараторов на входе станков и реализацией автоматического свала/развала цилиндров в зависимости от наличия/отсутствия подачи продукта.

Рассевы. Эти машины подвешивают к потолку на гибких тростях. Совершая круговые колебания с частотой 240–250 мин⁻¹, они просеивают поступающий в них сверху продукт с помощью установленных в отсеках их корпуса стопок сит с вуалями из нейлоновых или металлических сеток. После просеивания извлекают муку и классифицируют промежуточные продукты.

Во время работы концентрация пылевого облака внутри отсеков рассева превосходит нижнюю границу опасного диапазона, но в нормальных условиях там не может быть источников воспламенения, т.е. взрывобезопасность рассевов гарантируется их конструкцией и принципом работы.

ТРАНСПОРТНЫЕ СИСТЕМЫ

Нории. Обычная скорость подъема в нориях составляет 3 м/с. С такой же скоростью внутри металлических труб норий движутся их ремни, чашки и продукт, а также, возможно, содержащиеся в нем примеси типа камешков, железных или деревянных частичек и т.п. Здесь есть пылевое облако и существует опасность высечения искр, например, если какая-то чашка или болт заденет внутреннюю поверхность трубы, либо между этой поверхностью и чашкой заклинит какой-то посторонний металлический предмет. Предусматриваются устройства контроля схода ремня, которые отслеживают его центровку в трубе, и тем самым позволяют предупредить недопустимое приближение чашек к поверхности трубы. Кроме того, во избежание проскальзывания ремней на валах, чреватого опасным разогревом валов из-за трения, на нориях устанавливают устройства контроля оборотов.

Благодаря указанным мерам опасность вспышки в нории по причине ее собственных дефектов исключается, но остается опасность высечения искр в результате попадания в норию посторонних металлических предметов. **Поэтому для предупреждения взрывов в циклах транспортировки продукта предусмотрено своевременное удаление из него железистых примесей с помощью магнитных сепараторов, устанавливаемых в критических точках технологической цепочки.**

Надлежащая аспирация норий также вносит существенный вклад в их взрывобезопасность.

Принятие всех указанных мер делает вероятность взрыва в нории очень малой, но все же не нулевой, и поэтому необходимо минимизировать последствия взрыва, если таковой, несмотря ни на что, произойдет. Главная из таких мер – установка на головке нории взрыворазрядителя, выходящего на крышу здания; через него в случае взрыва продукты воспламенения выбрасываются непосредственно в атмосферу, не нанося



ущерба производственным помещениям и находящемуся в них персоналу. Кроме того, часто используются нории с трубами круглого сечения, что обеспечивает их наибольшую сопротивляемость избыточным внутренним давлениям.

Цепные транспортеры применяют для горизонтального перемещения продукта. Цепь движется в коробе транспортера с небольшой скоростью, обычно около 0,8 м/с, недостаточной для высечения искр. Сам короб герметичен и всегда оборудован аспирацией. Таким образом, взрывы пыли в цепных транспортерах практически исключены. Что же касается нежелательных выбросов продукта из транспортера из-за забивания, то на этот случай всегда предусматривают специальные створки с концевым выключателем, останавливающим транспортер при переполнении.

Транспортные трубопроводы выполняют из металлических труб круглого сечения. Отдельные трубы соединяют либо фланцевыми винтовыми соединениями, либо хомутами, обеспечивающими герметичность трубопроводов и их металлическую непрерывность. При наличии смотровых вставок из поликарбоната в их обход ставят проводящие мостики.

Бункеры (системы складирования продукта). Накопительные бункеры, бетонные или металлические, всегда герметичны и оборудованы аспирацией. Взрывоопасные ситуации могут возникать при регламентном обслуживании бункеров, поэтому должны соблюдаться следующие требования безопасности:

- ✧ при дезактивации силоса содержащийся в нем продукт нужно полностью удалять и закрывать заслонки, связывающие силос с внешним оборудованием, чтобы исключить распространение пыли;
- ✧ ни в коем случае нельзя начинать работы с использованием сварки, дрелей или других устройств, которые могут вызвать воспламенение, не дезактивировав силос, не перекрыв линию забора продукта, не очистив воздухом или, возможно, водой внутренность силоса и не удалив оттуда отложения продукта.

Необходимо периодически проверять металлическую непрерывность бункеров из металла и, если необходимо, восстанавливать ее.

Фильтры. В фильтр по трубопроводу поступает смесь продукта с воздухом, который очищается здесь от пыли, проходя через тканевые рукава. Концентрация пыли, находящейся внутри фильтра во взвешенном состоянии, может достигать опасных значений, особенно в моменты продувки

рукавов сжатым воздухом. Однако, кроме разрядов статического электричества, здесь нет источников воспламенения, разряды же практически исключаются путем использования рукавов из ткани с антистатическими свойствами и креплением их на металлических клетках, соединенных проводниками с корпусом. Тем не менее фильтры всегда оборудуют мембранными взрыворазрядителями с трубами выхода вне здания.

Заключительные замечания

Помимо всего сказанного в связи с проблемой взрыво- и пожаробезопасности, следует подчеркнуть важность хорошего заземления всего оборудования для сброса статических зарядов, которые могут спровоцировать микромолнии, достаточные для воспламенения горючей пыли. Такие заряды возникают не только из-за наличия движущихся деталей машин вроде передаточных ремней, лент и т.п., но также везде, где есть летящий порошкообразный продукт из-за трения его частиц о стенки или между собой. Экспериментально подтверждено, что движущийся порошок способен статически заряжаться до такой степени, что возможны разряды (так называемые пылевые молнии), тепловой энергии которых достаточно для инициирования взрыва смеси горючей пыли с воздухом.