

## Мониторинг уровня пыли сыпучих материалов: как защитить производство и здоровье сотрудников



На любом производстве, где работают с сыпучими материалами, пыль – это не побочный эффект, а постоянная рабочая среда. Цемент, мука, зерно, комбикорм, пластиковая крошка, химические порошки. А все они в процессе хранения, транспортировки и переработки образуют взвешенные частицы в воздухе. Последние незаметны на первый взгляд, но именно они чаще всего становятся причиной проблем с оборудованием, проверками и здоровьем персонала.

Решить эту задачу «на глаз» невозможно. Поэтому всё больше предприятий переходят к системному подходу – мониторингу уровня пыли в реальном времени с помощью промышленных датчиков пыли и анализаторов воздуха.

### ВАЖНО

Пыль на производстве – это не только вопрос экологии и охраны труда. В ряде отраслей превышение допустимой концентрации взвешенных частиц напрямую связано с риском пожаров и взрывов, особенно при работе с органической, угольной или металлической пылью. Именно поэтому контроль запыленности рабочей зоны должен быть постоянным, а не эпизодическим.

### Какие нормативные требования регулируют контроль промышленной пыли

Контроль запыленности на производстве закреплен санитарными правилами, государственными стандартами и методическими указаниями. Эти документы определяют безопасные уровни концентрации пыли, требования к технологическим процессам и порядок проведения контроля воздуха рабочей зоны.

Для предприятий требования нормативных актов – это не формальность, а перечень конкретных задач, которые необходимо выполнять при эксплуатации производственного оборудования.

### Основные нормативные документы

Контроль воздуха рабочей зоны регулируется несколькими ключевыми актами.

#### 1. ГОСТ 12.1.005-88 «Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны»

Документ устанавливает предельно допустимые концентрации вредных веществ и промышленной пыли. Он определяет безопасные уровни содержания взвешенных частиц и служит базой для организации производственного контроля.



## **2. СП 2.2.3670-20 «Санитарно-эпидемиологические требования к условиям труда»**

Один из основных документов, который напрямую регламентирует работу предприятий, связанных с образованием пыли. Санитарные правила требуют:

- внедрять системы вентиляции, аспирации и пылеподавления;
- автоматизировать технологические процессы с интенсивным пылеобразованием;
- контролировать концентрацию пыли в воздухе рабочей зоны;
- разрабатывать режимы применения средств индивидуальной защиты с учетом фактического уровня запыленности и времени пребывания работников в опасной зоне.

Отдельное внимание в санитарных правилах уделяется контролю видов пыли, относящихся к канцерогенным факторам. К ним, например, относится древесная и кожаная пыль. При работе с такими материалами требования к мониторингу воздуха и защите персонала становятся особенно строгими.

## **3. МУК 4.1.4155-25**

Методические указания определяют порядок измерения массовой концентрации промышленной пыли. Документ устанавливает:

- правила отбора проб воздуха;
- методы инструментальных измерений;
- требования к точности контроля;
- порядок анализа аэрозолей, включая фиброгенные виды пыли.

Эти методики применяются при проведении производственного контроля и проверках надзорных органов.

## **4. Приказ Минздрава №29н и требования трудового законодательства**

Регламентирует проведение обязательных медицинских осмотров работников, контактирующих с промышленной пылью, а также закрепляет обязанность работодателя обеспечивать безопасные условия труда.

## **Кто контролирует соблюдение требований**

Контроль уровня запыленности осуществляется сразу несколькими структурами:

- Роспотребнадзор – проверяет соблюдение санитарных норм и методик измерения воздуха;
- Государственная инспекция труда – контролирует выполнение требований охраны труда;
- Производственные лаборатории предприятий – выполняют регулярный мониторинг воздуха;
- Аккредитованные испытательные центры – проводят поверку измерительных приборов и инструментальные исследования.



## Какие задачи ставят нормативные требования перед предприятиями

Для производственных компаний нормативные документы формируют перечень обязательных мероприятий по контролю запыленности. Предприятия должны:

- регулярно контролировать концентрацию промышленной пыли в рабочей зоне;
- использовать технические средства пылеподавления и вентиляции;
- внедрять автоматизированные системы мониторинга воздуха;
- применять промышленные датчики запыленности для непрерывного контроля;
- учитывать состав и опасность пыли при выборе средств защиты работников.

## Почему контроль запыленности – это не формальность

Производственная пыль напрямую влияет на качество воздуха в рабочей зоне. При превышении допустимых концентраций возрастает нагрузка на дыхательную систему сотрудников, появляются аллергические реакции и хронические заболевания. Для предприятий это означает не только риски для людей, но и проблемы с соблюдением санитарных норм и требований промышленной безопасности.

Отдельная тема – пожаро- и взрывоопасность. Органическая, угольная или металлическая пыль при определенной концентрации могут стать причиной возгорания. В этом случае датчику может понадобиться сертификация о соответствии Технологическому регламенту Таможенного союза 012/2011 «О безопасности оборудования для работы во взрывоопасных средах». Однако такая необходимость требуется не всегда. При более простых условиях эксплуатации сертификация избыточна.

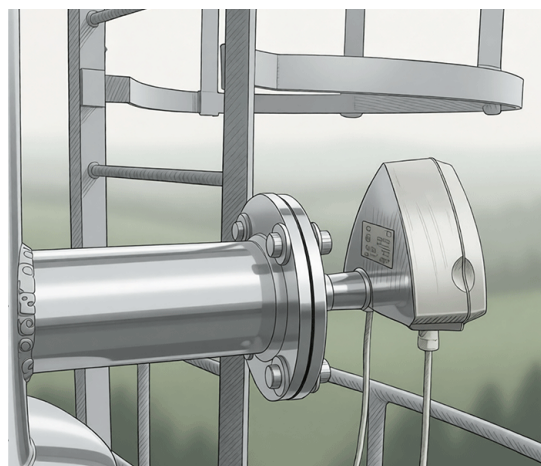
Добавим к этому штрафы, простои, внеплановые проверки и ускоренный износ оборудования – и становится понятно, почему датчик загрязнения воздуха сегодня воспринимается не как дополнительная опция, а как элемент базовой защиты производства.

### ПРИМЕР

На предприятиях по переработке сыпучих материалов прибор для проверки качества воздуха часто используют как часть автоматической системы защиты. При превышении заданного уровня запыленности система может подать сигнал оператору, автоматически включить вентиляцию или остановить подачу материала, не дожидаясь аварийной ситуации.

## Какие приборы используют для контроля пыли

Для измерения концентрации пыли в воздухе применяются различные приборы – от простых бытовых измерителей до полноценных промышленных пылемеров. Бытовые решения подходят для оценки качества воздуха в помещениях, но в условиях цехов и складов они быстро упрутся в пределы своих возможностей.



Промышленные приборы для измерения пыли в воздухе рассчитаны на работу в сложных условиях: высокой влажности, запыленности, перепадах температур. Такие датчики часто устанавливаются стационарно и становятся частью общей системы мониторинга и управления. В ряде случаев они работают совместно с контроллерами управления, передавая данные в SCADA или ПЛК для автоматической реакции на превышения.

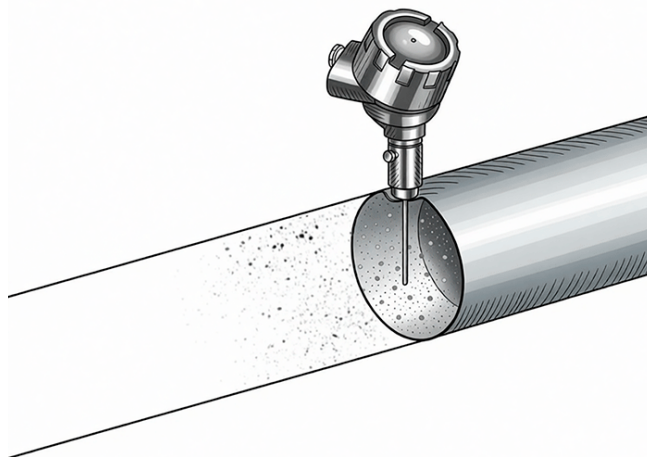
Здесь важно не просто «измерять», а понимать, как эти данные будут использоваться дальше — для сигнализации, вентиляции, фильтрации или аналитики.

### ВАЖНО

Бытовые измерители качества воздуха не рассчитаны на большие площади и высокие концентрации пыли, вибрации и агрессивные условия производства. Их использование в промышленной среде может приводить к искажению данных и ложному ощущению безопасности. Для производственных задач применяются специализированные промышленные датчики пыли и анализаторы качества воздуха.

Для контроля пыли используются датчики следующих типов:

- [датчики пыли сыпучих материалов](#);
- датчики различных принципов действия, настраиваемые для улавливания пыли;
- анализаторы воздуха;
- промышленные [контроллеры управления](#), в том числе для клапанов пылеудаления;
- комплексные системы мониторинга, включая SCADA, программно-логические контроллеры (состав зависит от задач и условий конкретного производства и может проектироваться индивидуально).



Основными являются пылемеры, разберем принципы работы каждого типа.

### Как работает датчик пыли сыпучих материалов

В основе работы большинства промышленных датчиков пыли лежит измерение количества взвешенных частиц в воздушной среде. Прибор фиксирует прохождение частиц через измерительную зону и на основе этого рассчитывает концентрацию пыли.



**Типы датчиков для контроля пыли: принципы работы, особенности, сферы применения**

Тип датчика	Принцип действия	Сферы применения	Недостатки / Ограничения	Преимущества
<b>Оптические (фотометрические)</b>	Измерение ослабления (поглощения) интенсивности светового излучения при прохождении через запыленную среду. Концентрация определяется по оптической плотности	Цементные, фармацевтические, деревообрабатывающие предприятия	<ul style="list-style-type: none"> <li>Низкая чувствительность при малых концентрациях (<math>&lt; 30 \text{ мг/м}^3</math>)</li> <li>Невозможность измерения высоких концентраций (<math>&gt; 10\text{--}12 \text{ г/м}^3</math>)</li> <li>Требуется калибровка под конкретный тип пыли</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Простота и надежность конструкции</li> <li>Хорошо подходят для контроля технологических процессов</li> </ul>
<b>Электрохимические (для газов в составе пыли)</b>	Анализируемый газ вступает в химическую реакцию с электролитом, вызывая электрический ток, пропорциональный концентрации газа	Мониторинг качества воздуха (городской, промышленный), анализ газовых выбросов на производствах	<ul style="list-style-type: none"> <li>Чувствительны к температуре, влажности, давлению</li> <li>Для большинства токсичных газов необходима кислородная среда</li> <li>Измеряют газы, а не частицы пыли напрямую</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Высокая селективность к конкретным газам</li> <li>Относительно низкое энергопотребление</li> </ul>
<b>Пьезоэлектрические</b>	Осаждение заряженных частиц пыли на поверхность пьезоэлемента. Изменение частоты его колебаний пропорционально массе осевшей пыли	Экспресс-измерения, инспекционный и непрерывный мониторинг массовой концентрации пыли в атмосфере и рабочей зоне	Не предназначены для истинно непрерывных измерений – требуется периодическая очистка сенсора от накопившейся пыли	<ul style="list-style-type: none"> <li>Высокая чувствительность к массе частиц</li> <li>Прямое измерение массовой концентрации</li> </ul>
<b>Лазерные (рассеяние света)</b>	Расчет концентрации по интенсивности света, рассеянного частицами при облучении их лазерным лучом	Мониторинг пылевых выбросов в металлургии, энергетике (ТЭС), горнодобыче; контроль эффективности пылеулавливающих устройств	<ul style="list-style-type: none"> <li>Требуется периодическая замена воздушных фильтров на входе (каждые 2-3 месяца)</li> <li>Чувствительность может зависеть от свойств пыли (цвет, форма)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Быстрый отклик (1-10 с)</li> <li>Высокая точность</li> <li>Широкий диапазон измеряемых концентраций (от 0 до <math>999,9 \text{ мг/м}^3</math> и выше)</li> </ul>
<b>Трибоэлектрические</b>	Регистрация электрических зарядов (возмущений), возникающих при столкновении и трении частиц пыли о поверхность чувствительного зонда	Преимущественно для сигнализации о превышении порога запыленности, например, в промышленных пылеулавливающих установках (рукавные фильтры)	<ul style="list-style-type: none"> <li>Не измеряют точную концентрацию, а регистрируют относительное изменение уровня запыленности</li> <li>Чувствительность зависит от скорости потока и свойств материала пыли (способности к электризации)</li> <li>Может требоваться калибровка</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Простота, надежность и долговечность конструкции</li> <li>Нет движущихся частей</li> <li>Подходят для агрессивных сред и высоких температур</li> <li>Эффективны для контроля проскока пыли после фильтров</li> </ul>





В нашем каталоге представлены [датчики загрязненности воздуха с трибоэлектрическим принципом действия](#). Они относятся к категории датчиков пыли сыпучих материалов и являются наиболее подходящим решением, поскольку мониторинг за достижением критического уровня частиц в воздухе является их основной функцией. Они универсальны для большинства отраслей: химической, горнодобывающей, целлюлозной, металлургической, нефтехимической и других.

Современные датчики контроля воздуха работают непрерывно и в режиме реального времени. При превышении заданных порогов система может подать сигнал, включить вентиляцию или передать данные оператору. Такой подход особенно важен в зонах с переменной нагрузкой, где уровень запыленности может резко меняться в течение смены.

#### ПРИМЕР

В системах мониторинга запыленности складов сыпучих материалов датчик непрерывно измеряет концентрацию взвешенных частиц в воздухе и передает данные в систему управления. Оператор видит изменения в режиме реального времени и может заранее принять меры, не дожидаясь превышения допустимых значений.

## Как выбрать подходящий прибор для производства

Выбор датчика пыли всегда начинается с понимания условий эксплуатации и технологических задач. Один и тот же прибор может эффективно работать на складе зерна и оказаться малоэффективным в химическом или взрывоопасном производстве.

На рынке представлены промышленные датчики, которые позволяют решать разные задачи контроля запыленности в технологических процессах. Например, есть модели с разными длинами зонда и степенью защиты корпуса, адаптированные под температурные и пылевые условия цехов. Они способны работать в широком диапазоне температур, устойчивы к внешним воздействиям и могут передавать сигнал на системы автоматизации.






Важные параметры, которые стоит учитывать при выборе прибора:

- **диапазон рабочих температур** – он определяет, в процессах с какими условиями можно использовать датчик;
- **степень защиты корпуса (IP-класс)** – чем выше значение, тем лучше прибор защищен от пыли в агрессивной среде (подробнее о том, какой класс соответствует мелкодисперсной пыли, а какой более крупным частицам, рассказываем в нашей статье [«Код IP. Степени защиты»](#));
- **способ подключения и выходной сигнал** (например, 4...20 мА или реле) – от этого зависит, как прибор будет интегрироваться в систему управления;
- **размер и конструкция зонда**, которые определяют, где именно датчик можно установить – в канале, воздуховоде, рабочей зоне или аспирационной системе;
- **совместимость с системой автоматизации** – датчик должен быть интегрируемым в ПЛК, SCADA или другие контроллеры, чтобы обеспечить непрерывный мониторинг и автоматическую реакцию на превышения концентрации пыли.



Вариации приборов по этим параметрам позволяют подобрать датчик в зависимости от специфики производства – от обычных запыленных помещений до опасных зон с повышенными требованиями к безопасности. При этом стационарные промышленные датчики пыли, в отличие от бытовых устройств, проектируются именно для таких условий: они обладают устойчивостью к высокой влажности, вибрации и экстремальным температурам, что делает измерение уровня пыли точным и надежным.

В нашем каталоге представлены пылемеры для различных технологических процессов и условий эксплуатации.

Производитель и серия / Характеристики	FineTek		INNOLevel		
	<u>FSE1</u> 	<u>FSE2</u> 	<u>FS 700E</u> 	<u>FS 710E</u> 	<u>FS 780E</u> 
Рабочее давление, бар	2	2	2	2	6
Рабочая температура, °C	-20...+70	-20...+150	-20...+70	-20...+150	-20...+90 (опционально -20...+130, -20...+200 или -20...+290)
Класс защиты	IP67	IP65	IP67	IP65	IP67
Напряжение питания	17...31В DC/24В DC	24В DC	17...31В DC/24В DC	18...26 В DC	17...31В DC/24В DC
Присоединение	G 1 1/2"	NPT 1/2"	G 1 1/2"	NPT 1/2"	G 1/2" (стандарт) или G1 1/2" (высокотемпературное исполнение)
Применение	трубопроводы, системы пылеулавливания		Вентиляции, системы пылеудаления		
Выходной сигнал	4...20мА, реле, NPN транзистор	2 релейных выхода	4...20мА, реле, NPN транзистор	2 релейных выхода	4...20 мА или 1 релейный выход

#### ВАЖНО

При выборе датчика пыли важно учитывать не только диапазон измерений, но и реальные условия работы: влажность, температуру, наличие агрессивных примесей и взрывоопасность среды. Неправильно подобранный прибор для измерения загрязнения воздуха может быстро выйти из строя или давать некорректные показания.



## Что дает внедрение системы мониторинга пыли

Когда контроль запыленности становится частью общей системы управления, предприятие получает не просто цифры, а инструмент принятия решений. Повышается безопасность рабочих зон, снижается вероятность аварийных ситуаций, упрощается соблюдение экологических и санитарных требований.

Дополнительный эффект – экономический. Своевременное обнаружение превышений позволяет избежать простоев, внепланового ремонта и штрафов. А возможность удаленного мониторинга и накопления данных помогает анализировать процессы и оптимизировать работу оборудования.

## Итог и следующий шаг

Контроль уровня пыли – это уже не вопрос «нужно или нет», а вопрос зрелости производства. Современный промышленный пылемер, или датчик твердых частиц, позволяет держать ситуацию под контролем и защищать как сотрудников, так и технологические процессы.

Если стоит задача определить наличие и уровень вредных примесей в воздухе, подбирать подходящий прибор и встраивать его в существующую систему управления – лучше с учетом конкретных условий производства. В этом случае мониторинг запыленности становится не формальностью, а реально работающим инструментом. Вы всегда можете получить персональную бесплатную консультацию наших инженеров в этом вопросе.

## Ответы на самые частые вопросы (FAQ)

Не все вопросы при подборе пылемера касаются его прямых технических характеристик. Мы разобрали самые частые проблемы в этом направлении.

### Чем отличается бытовой и промышленный анализатор воздуха?

Бытовые анализаторы воздуха в помещении рассчитаны на условия применения с относительно стабильной средой — квартиры, офисы, небольшие лаборатории. Они чувствительны к перепадам температуры, высокой влажности и запыленности. Промышленные приборы изначально проектируются для работы в тяжелых условиях: в производственных зонах, цехах, на складах сыпучих материалов. У них другой диапазон измерений, защита корпуса и ресурс непрерывной работы.

### Можно ли интегрировать датчик пыли в систему управления?

Да, и именно в этом заключается практический смысл промышленного мониторинга. Датчики чистоты воздуха подключаются к ПЛК, SCADA или другим системам автоматизации и передают данные в режиме реального времени. Это позволяет не просто фиксировать уровень запыленности, а автоматически реагировать на превышения — включать вентиляцию, фильтры или выдавать сигнал оператору.

### Как часто требуется калибровка пылемера?

Периодичность калибровки зависит от типа датчика контроля воздуха, условий эксплуатации и требований предприятия. В среднем промышленное оборудование проходит поверку раз в год, но при работе в зонах с высокой концентрацией пыли контроль может проводиться чаще. Регулярная калибровка — это гарантия точности измерений и корректности принимаемых решений.

