

*А.В. Бабич (ВС Украины, г. Харьков), А.А. Барчан (г. Донецк),  
А.В. Буханцов, мл. науч. сотр.  
(Харьковский национальный технический университет сельского хозяйства им. П. Василенко),  
С.Д. Муравьев, канд. тех. наук, с.н.с. (ЗАО «Специнжналадка АСУ», Харьков)*

## ЗАЩИТА ПОМЕЩЕНИЙ ПРЕДПРИЯТИЙ ЗЕРНОВОЙ ИНДУСТРИИ ОТ ПОЖАРА

Приведен анализ аварий, на предприятиях зерновой индустрии, вызванных пожарами и их последствиями, в странах дальнего и ближнего Зарубежья, а также в Украине. Отмечено, что пожароопасная ситуация во многих случаях возникает внутри производственных помещений. Эффективность раннего обнаружения аварийной ситуации и предупреждения аварии определяется построением системы безопасности. В качестве основного принципа построения системы используется регистрация микроконцентрации оксида углерода. Рассмотрены вопросы защиты помещений без интенсивного и с интенсивным воздухообменом. Рекомендованы места размещения газочувствительных элементов и средства их защиты от пыли и внешних воздействий.

**Ключевые слова:** производственное помещение, пожар, последствия, система безопасности, оксид углерода, размещение и защита газочувствительных датчиков

**Постановка проблемы.** Аварии на предприятиях хранения и переработки зернопродуктов носят техногенный и социальный характер.

Статистика аварий в странах дальнего зарубежья свидетельствует, что 62% всех аварий приходится на зерноперерабатывающую промышленность. На предприятиях США только за 10 лет (1985-1995) произошло 137 взрывов, погиб 141 человек и 381 - были травмированы. На производстве в Германии широко известны 8 крупных аварий, которые привели к гибели 30 человек и к травмам ещё 60.

Томиловский элеватор в Куйбышевской области (РФ) претерпел за 2 года 60 взрывов.

В Воронежской области (РФ) пожар приобрел неуправляемый характер; аварийный элеватор представлял реальную угрозу населенному пункту.

В Украине за последние 30-35 лет большие пожары и взрывы имели место на предприятиях зерновой индустрии Днепропетровской, Крымской, Николаевской, Харьковской, Одесской, Черниговской областей. Пожар и взрыв в селе Савинцы Харьковской области забрали жизни 11 человек из 23 находящихся в смене.

Большинство аварий, вызванных пожаром, возникали внутри производственных помещений различного назначения.

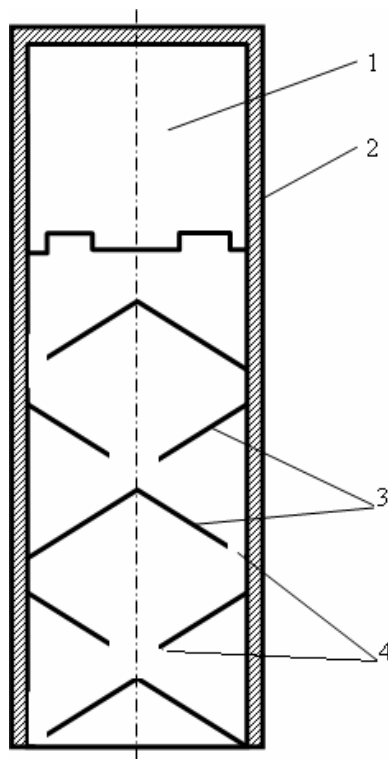
Поэтому, одной из первостепенных задач является создание системы безопасности (СБ), позволяющей обнаружить предпосылки возгорания в помещениях.

**Анализ последних достижений и публикаций.** Анализу пожароопасности, их причин и последствий посвящен ряд работ (1 – 8 и др.), в которых приведены описания резонансных аварий в Украине, странах СНГ и дальнего зарубежья; высказано предположение (частично доказано) о построении эффективной системы защиты от пожара помещений (объемов) на предприятиях зерновой индустрии на основе контроля в них газовой среды.

**Постановка задачи и ее решение.** Для обеспечения пожарной безопасности помещений необходимо решить ряд подзадач:

- выбрать принцип построения СБ (система должна обеспечивать защиту как условно-герметичных помещений, так и помещений с интенсивным воздухообменом);
- определить места установки чувствительных элементов системы;
- разработать технические решения по защите чувствительных элементов от пыли и внешних воздействий.

Можно построить эффективную СБ на принципе регистрации в свободном объеме микроконцентрации СО [9-11], тем более, что сертифицированная приборная база в Украине существует.

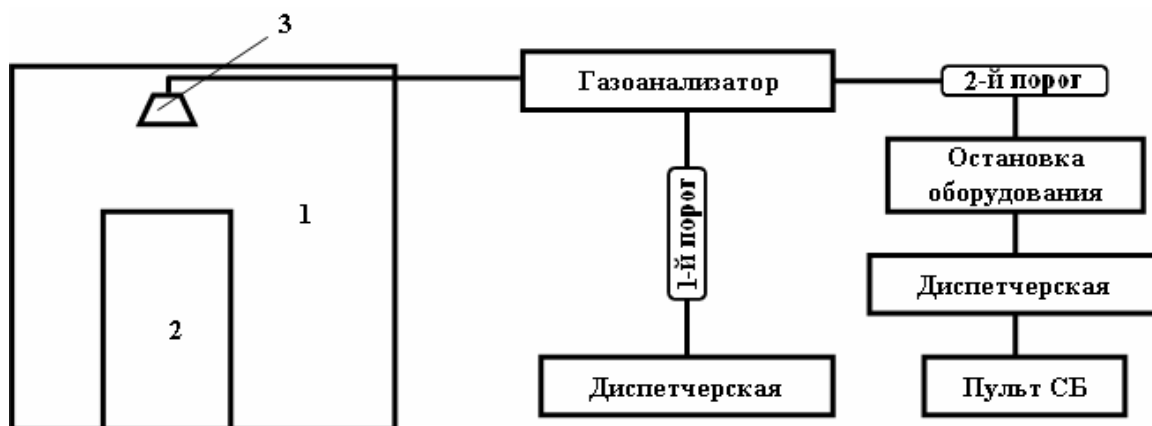


**Рис. 1.** Схема лабиринтной защиты:

1 – датчик; 2 – корпус; 3 – конические пластины; 4 – отверстия в пластинах.

Структурная схема СБ для условно герметичных помещений представлена на рис. 2.

Для помещений (объемов) без интенсивного воздухообмена датчики газового контроля размещаются в местах наиболее вероятного возгорания, но не меньше одного сенсора на  $200\text{ м}^2$  площади помещения. Для защиты датчиков от пылевого облака и возможных механических воздействий при проведении регламентных работ, может быть использовано устройство лабиринтного типа (рис. 1), работоспособность которого подтверждена заводскими испытаниями.



**Рис. 2.** Схема СБ для условно-герметичных помещений:

1 – защищаемое помещение; 2 – технологическое оборудование; 3 – газочувствительный датчик СО.

При достижении первого порога срабатывания (возможность возгорания) сигнал подается в диспетчерскую объекта для принятия решения адекватно ситуации.

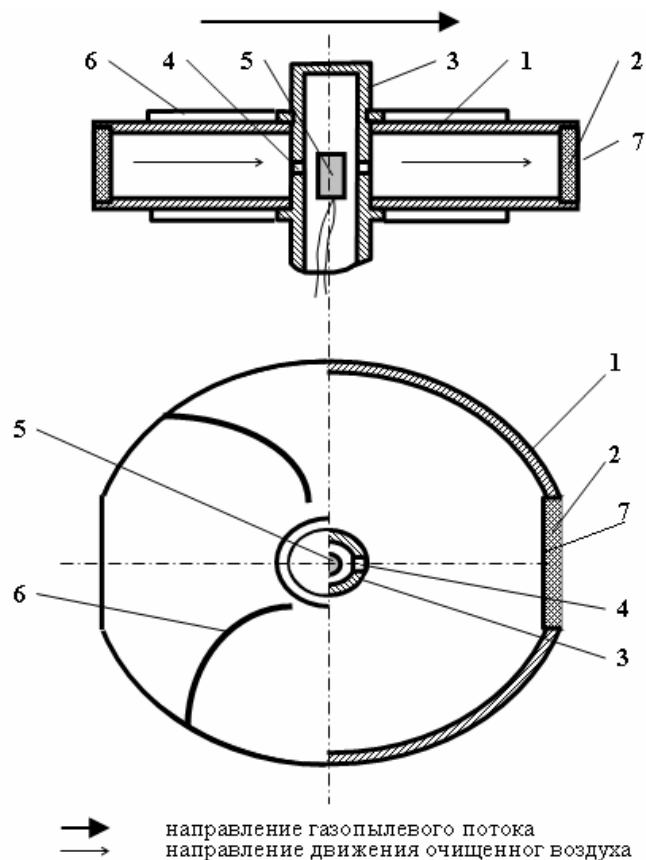
При достижении второго порога срабатывания (угроза пожара), проводится автоматическое отключение технологического оборудования, и сигнал поступает в диспетчерскую и на пульт пожарной охраны (объединенный пульт СБ).

Для защиты помещений с интенсивным воздухообменом предлагается размещать датчики в местах выброса в атмосферу технологично отработанного воздуха.

Газочувствительные датчики, расположенные в газовоздушном потоке, могут быть защищены, например, самоочищающимся фильтром, который также прошел апробацию в объектовых условиях (рис. 3).

Самоочищающийся фильтр состоит из пустотелого корпуса 1 с фильтрующим элементом 2. Корпус выполнен в виде цилиндра, размещенного с возможностью вращения на пустотелой оси 3, смонтированной перпендикулярно пылевоздушному потоку и имеющей, по меньшей мере, одно радиальное отверстие 4, выходящее в полость корпуса 1. Внутри оси напротив отверстия 4 размещен чувствительный элемент 5 газоанализатора. На торцевых или боковой поверхностях корпуса 1 закреплены профилированные лопатки 6, а в боковой поверхности выполнены диаметрально расположенные отверстия 7, перекрытые фильтрующим элементом 2.

Пылевоздушный поток воздействует на лопатки 6 и вращает корпус 1, при этом пыль осажается на фильтрующем элементе 2 при прохождении воздуха через него. Очищенный воздух через отверстие 4 попадает на чувствительный элемент 5 газоанализатора.



**Рис. 3.** Схема самоочищающегося фильтра:

1 – корпус; 2 – фильтрующий элемент; 3 – ось; 4 – отверстие оси; 5 – чувствительный элемент; 6 – лопатки; 7 – отверстия в корпусе.

При повороте корпуса 1 в положение, когда фильтрующий элемент находится с подветренной стороны, частички пыли отрываются от поверхности фильтрующего элемента 2, поскольку (рис. 4.) векторная сумма силы воздушного потока  $F_1$  и центробежной силы  $F_2$  больше реакции фильтрующего элемента  $F_3$  (условие проектирования).

По данной схеме был изготовлен экспериментальный образец самоочищающегося фильтра (рис. 5), который был смонтирован в одном из выхлопов мельницы и находился там на протяжении 2 месяцев.

Испытание фильтра после демонтажа в газозвушном потоке с концентрацией оксида углерода 0,02% показало, что фильтрующие элементы не потеряли пропускную способность. Следовательно, данное техническое решение может быть применено для защиты чувствительного элемента СБ, расположенного в интенсивном газопылевом потоке.

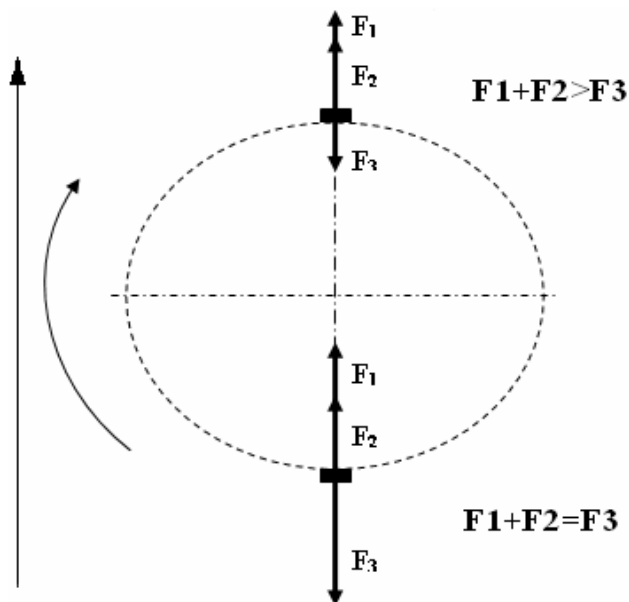


Рис. 4. Схема сил, действующих на частичку пыли

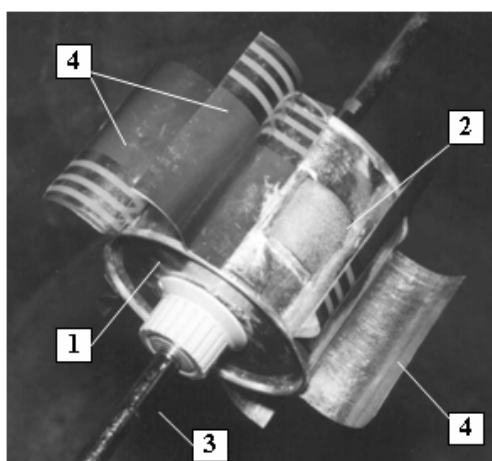


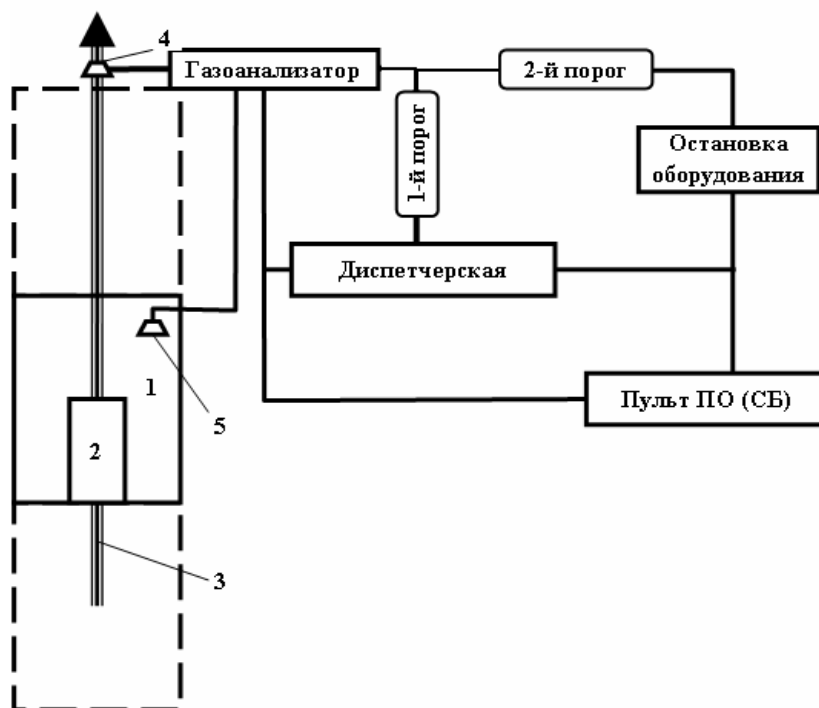
Рис. 5. Экспериментальный образец самоочищающегося фильтра:

1 – корпус; 2 – фильтрующий элемент; 3 – ось; 4 – лопатки самоочищающегося фильтра

Испытание фильтра после демонтажа в газоздушном потоке с концентрацией оксида углерода 0,02% показало, что фильтрующие элементы не потеряли пропускную способность. Следовательно, данное техническое решение может быть применено для защиты чувствительного элемента СБ, расположенного в интенсивном газопылевом потоке.

Структурная схема СБ для помещений с интенсивным воздухообменом представлена на рис. 6.

Порядок функционирования системы аналогичен описанной выше системы для условно герметичных помещений.



**Рис. 6.** Схема СБ для помещений с интенсивным воздухообменом:

1 – защищаемое помещение; 2 – технологическое оборудование; 3 – пневмосистема;  
4 – газочувствительный датчик СО в выхлопе; 5 – газочувствительный датчик СО в помещении.

#### **Выводы:**

- принципом построения СБ для помещений является контроль концентрации СО;
- в помещениях без интенсивного воздухообмена газочувствительные элементы СБ следует размещать в местах наиболее вероятного очага (очагов) возгорания, но из расчета – не менее одного датчика на 200м<sup>2</sup> площади помещения;
- для защиты газочувствительных элементов, расположенных в помещениях без интенсивного воздухообмена, от пыли, механических воздействий и струй воды целесообразно применение пылеуловителя лабиринтного типа;
- при защите помещений с интенсивным воздухообменом, газочувствительные элементы СБ размещаются в каждом выхлопе и каждом помещении. В этом случае, датчики в выхлопах регистрируют процесс возгорания, а датчики в помещениях укажут его.

#### **Список литературы:**

1. **Васильев Я.Я.** Взрывобезопасность на предприятиях по хранению и переработке зерна / Я.Я. Васильев, Л.И. Семенов. – М.: Колос, 1983. – 224 с.
2. **Семенов Л.И.** Взрывобезопасность элеваторов, мукомольных и комбикормовых заводов, / Л.И. Семенов, Л.А. Теслер. – М. : Агропромиздат, 1991. – 367 с.

**3. Вогман Л.П.** Пожаровзрывобезопасность процессов хранения сельскохозяйственной продукции: дис...на соиск. уч. степени докт. техн. наук: 05.26.01. / Л.П. Вогман. – М. 1993. – 461 с.

**4. Провести** дослідження та розробити методи виявлення процесів самонагрівання рослини сировини в сховищах силосного типу, та розробити пропозиції щодо шляхів їх припинення: Отчет о НИР / УкрНИИПБ МВД Украины. – № ГР 0199U003335, Инв. № 12 – К. – 1988.

**5. Провести** исследования и разработать предложения по повышению уровня противопожарной защиты мельниц и других подобных объектов путем использования новых эффективных систем автоматической сигнализации: Отчет о НИР / УкрНИИПБ МВД Украины. – К. – 2006.

**6. Муравьев С.Д.** К вопросу обеспечения безопасности промышленных мельниц / С.Д. Муравьев, А.В. Бабич // Хранение и переработка зерна. Ежемесячный научно-практический журнал. – № 4 (119). – 2009. – С. 58–59.

**7. Муравьев С.Д.** Трехгранная задача обеспечения безопасности предприятий зерновой индустрии / С.Д. Муравьев, А.В. Бабич // Пожежна безпека. Збірник наукових праць. – № 15. – ЛДУ БЖД, УкрНИИПБ МНС України, 2009. – С. 96–101.

**8. А.В. Бабич, С.Д. Муравьев.** Повышение уровня противопожарной защиты мельниц и других подобных объектов // Хранение и переработка зерна. Ежемесячный научно-практический журнал. – № 1 (127). – ООО ИА "АПК-Зерно", 2010. – С. 54.

**9. О.В. Бабич, О.О. Барчан, С.Д. Муравйов.** Принцип побудови систем безпеки для зернової індустрії // Збірник наукових праць "Пожежна безпека: теорія і практика". АПБ ім. Героїв Чорнобиля МНС України – №4, 2009р. – С. 5-9.

**10. А.М. Борисов, А.В. Мизяк, С.Д. Муравьев.** Обоснование основного принципа построения пожарной сигнализации на объектах АПК // Проблемы пожарной безопасности. Сб. науч. тр. – Вып. 14. – Харьков: Фолио, 2003. – С. 51-54.

**11. Муравьев С.Д., Барчан А.А., Соколов С.Ю.** Построение и эффективность системы безопасности для предприятий зерновой индустрии // Хранение и переработка зерна. Ежемесячный научно-практический журнал. – № 3 (105). – ООО ИА "АПК-Зерно", 2008. – С. 50-52.

*О.В. Бабіч, О.О. Барчан, О.В. Буханцов, С.Д. Муравйов*

## **ЗАХИСТ ПРИМІЩЕНЬ ПІДПРИЄМСТВ ЗЕРНОВОЇ ІНДУСТРІЇ ВІД ПОЖЕЖІ**

Приведений аналіз аварій на підприємствах зернової індустрії, викликаних пожежами та їх наслідками, в країнах далекого і ближнього зарубіжжя, а також в Україні. Відмічено, що пожежонебезпечна ситуація у багатьох випадках виникає всередині виробничих приміщень. Ефективність раннього виявлення аварійної ситуації і попередження аварії визначається побудовою системи безпеки. Як основний принцип побудови системи використовується реєстрація мікроконцентрації оксиду вуглецю. Розглянуті питання захисту приміщень без інтенсивного і з інтенсивним повітрообміном. Рекомендовано місця розміщення газочутливих елементів і засобу їх захисту від пилу і зовнішніх дій.

*Ключові слова:* виробниче приміщення, пожежа, наслідки, система безпеки, оксид вуглецю, розміщення і захист газочутливих датчиків.

## **PROTECTION OF ENTERPRISES' PREMISES OF GRAIN INDUSTRY FROM FIRE**

The article deals with the analysis of accidents in enterprises of grain industry caused by the fires and their consequences in foreign countries and Ukraine. Fire hazard in many cases occurs within industrial premises. The effectiveness of early detection of an emergency situation and prevention of the accident is determined by the building security system. As a basic principle of system constructing the will be used in the registration of trace carbon monoxide. The problems of protection of the premises without intensive and with intensive air exchange are examined. The places of gas-sensitive elements and their protection against dust and external influences are recommended.

**Key words:** industrial premises, fire, impact, security system, carbon monoxide, accommodation and protection of gas-sensitive sensors

