

# Безопасность объектов строительства (2.1.15. технические науки)

---

Научная статья  
УДК 614.839  
doi:10.34987/vestnik.sibpsa.2024.90.23.001

## К вопросу взрывопожарной защиты тракторов углеподач тепловых станций

*Сергей Петрович Амелчугов<sup>1</sup>  
Дарья Дмитриевна Власьева<sup>2</sup>  
Игорь Валентинович Голубь<sup>3</sup>*

<sup>1,2</sup> Сибирская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России, Железногорск, Россия

<sup>3</sup> ООО «Декор», Красноярск, Россия

*Автор ответственный за переписку: Амелчугов Сергей Петрович, asp-911@yandex.ru*

**Аннотация:** Статья охватывает проблему взрывопожарной защиты тракторов углеподач тепловых станций, предлагая новые принципы противопожарных мер, открывает новые перспективы в области взрывопожарной безопасности тепловых станций. Основываясь на результатах исследований, авторы предлагают новые принципы защиты, которые могут значительно повысить эффективность предотвращения возможных взрывов и пожаров. Исследования математического моделирования процессов самовозгорания пыли бурого угля позволяют определить ключевые факторы, влияющие на развитие пожара, что обеспечивает более точные и эффективные меры предосторожности.

Одним из значимых результатов статьи является выявление двухстадийного характера взрыва при определенных соотношениях угля и окислителя. Этот вывод может сыграть важную роль в разработке систем взрывозащиты, позволяя более точно прогнозировать возможные последствия и принимать соответствующие меры по предотвращению возгорания.

Кроме того, в статье проводится обширный анализ современных средств и методов защиты, что позволяет авторам оценить их эффективность в современных условиях. Этот анализ служит основой для рекомендаций по усовершенствованию существующих систем безопасности и разработке новых подходов к взрывопожарной защите. Результаты исследований, представленные в статье, могут быть полезны как для специалистов в области безопасности промышленных объектов, так и для инженеров, занимающихся проектированием и эксплуатацией тепловых станций.

**Ключевые слова:** взрыв, взрывоподавление, противопожарная защита, огнезащита.

**Для цитирования:** Амелчугов С.П., Власьева Д.Д., Голубь И.В. К вопросу взрывопожарной защиты тракторов углеподач тепловых станций // Сибирский пожарно-спасательный вестник. 2024 № 1 (32). С. 8-13. <https://doi.org/10.34987/vestnik.sibpsa.2024.90.23.001>

# On the issue of explosion and fire protection of coal transmission paths of thermal power plants

*Sergey P. Amelchugov.*<sup>1</sup>

*Darya D. Vlasevskaya*<sup>2</sup>

*Igor V. Golub*<sup>3</sup>

<sup>1,2</sup>*Siberian Fire and Rescue Academy of EMERCOM of Russia, Zheleznogorsk, Russia*

<sup>3</sup>*LLC «Dekor» Krasnoyarsk, Russia*

**Corresponding author:** *Sergey P. Amelchugov, asp-911@yandex.ru*

**Abstract:** The article covers the problem of explosion and fire protection of coal-feeding paths of thermal power plants, offering new principles of fire protection measures, opens new perspectives in the field of explosion and fire safety of thermal power plants. Based on the research results, the authors propose new principles of protection, which can significantly improve the effectiveness of preventing possible explosions and fires. Studies of mathematical modeling of lignite dust spontaneous combustion processes make it possible to determine the key factors influencing the development of fire, which provides more accurate and effective precautionary measures.

One of the significant results of the paper is the identification of the two-stage nature of the explosion at certain coal-to-oxidizer ratios. This finding can play an important role in the design of explosion protection systems, allowing more accurate prediction of possible consequences and appropriate fire prevention measures.

In addition, the paper provides an extensive analysis of modern protection means and methods, which allows the authors to evaluate their effectiveness under current conditions. This analysis serves as a basis for recommendations on improvement of existing safety systems and development of new approaches to explosion and fire protection. The research results presented in the article can be useful both for specialists in the field of safety of industrial facilities and for engineers involved in the design and operation of thermal power plants.

**Key words:** explosion, explosion suppression, fire protection

**For citation:** Amelchugov S.P., Vlasevskaya D.D., Golub' I.V. On the issue of explosion and fire protection of coal transmission paths of thermal power plants// Siberian Fire and Rescue Bulletin.2024; 1(32): P 8-13. (In Russ.). <https://doi.org/10.34987/vestnik.sibpsa.2024.90.23.001>

Авария, произошедшая на единственной ТЭЦ г. Бишкека 2 февраля, в 3:00 по местному времени ещё раз напомнила о взрывопожарной опасности трактов топливоподач тепловых станций, работающих на угле. В результате пострадали пять сотрудников станции. Из-за аварии в городе приостановлена подача горячей воды и отопления. Из характера повреждений (Рис.1) следует, что взрыв произошёл в надбункерной галерее.



*Рис. 1. Характер повреждений при взрыве на Бишкекской ТЭЦ*

Пожары и взрывы характерны для всех стадий обращения с углем, при этом самовозгорание является основной причиной пожаров на складах топлива и трактах углеподачи (50–60%), по этой причине происходит каждый шестой пожар на ТЭС или котельной.

Проведенные экспериментальные исследования и математическое моделирование самовозгорания пыли бурого угля [1] позволяет выявить основные факторы, определяющие критические условия горения. В первую очередь пожаровзрывоопасность угольной пыли обусловлена кинетикой процессов её самовозгорания, воспламенения и распространения взрыва. Вышеуказанное имеет важное значение для практического использования. Одной из особенностей взрывов пылеугольной смеси на объектах теплоэнергетики является наличие повторных взрывов (хлопков) во взвешенной смеси. Такие взрывы также могут иметь место при резком изменении направления и скорости движения воздушных потоков, при введении огнетушащих средств и т.д.

Экспериментально показано, что при определенных соотношениях уголь/окислитель взрыв может иметь двухстадийный характер. Повторный взрыв пыли обусловлен термоактивацией угля на первом этапе взрыва. В первой стадии взрыв имеет дефлаграционный характер, где перемещающаяся зона (фронт) химических превращений имеет скорость до 10 м/с. При дефлаграции генерируется низкая волна давления, не обладающая ударным действием, но эта стадия имеет мощный тепловой поток и хотя не вызывает разрушений строительных конструкций она приводит к взвешиванию угольной пыли и её активации. Вторая стадия, имеющая разрушительные последствия, происходит в режиме детонации, где ударные волны могут иметь скорость 400 и более м/с.

В связи с этим, следует сделать важный вывод о том, что для предотвращения воздействия опасных факторов взрыва на объекты необходимо управлять этими процессами. Однако, в настоящее время основу взрывопожарной защиты предприятий топливноэнергетики составляют пассивные системы (легкосбрасываемые конструкции, взрывные клапаны, заполнения оконных проемов и т.д.), которые не способны обеспечить выполнение задачи эффективного предотвращения аварий в трактах углеподачи.

Нормативная база безопасного проектирования трактов углеподач устарела и не соответствует современному развитию науки и техники. Так, «Инструкция по проектированию противопожарной защиты энергетических предприятий РД 153-34.0-49.101-2003, предполагает, что ограждающие конструкции узлов пересыпки основного тракта топливоподач должны иметь предел огнестойкости R 15, а основные подходы и решения по обеспечению взрывобезопасности и пожарной безопасности

всего тракта топливоподач изложенные в СО 153-34.03.352-2003 «Инструкция по обеспечению взрывобезопасности топливоподач и установок для приготовления и сжигания пылевидного топлива» технически и технологически устарели.

Вместе с тем практика выработала новые решения обеспечения взрывной и пожарной безопасности топливоподач. Основными принципами этих решений являются: безусловное исключение отложений угольной пыли на конструкциях, контроль теплового поля тракта углеподачи, взрывоподавление.

Наилучшее решение по исключению отложений угольной пыли реализовано ООО «Декор» на Берёзовской ГРЭС, где для окрашивания несущих конструкций применено эпоксидное огнезащитное вспучивающее покрытие. Эпоксидное покрытие, во-первых, создает гладкую поверхность на которой частицы угля не удерживаются, а во-вторых, дает неограниченную возможность применения гидроуборки. Не мало важным является то, что покрытие является огнезащитным. Эпоксидное покрытие металлических конструкций обеспечивает надежную защиту металла на длительный срок эксплуатации. В тоже время, если эпоксидные краски неизбежно будут участвовать в горении в объеме топливоподачи, то огнезащитные значительно меньше подвержены данному явлению.

Хорошая антикоррозийная защита позволяет использовать различные варианты гидросмыва угольной пыли, включая автоматические после каждой заправки топлива.

Немаловажным является контроль за тепловыми возмущениями возможными в объеме помещений топливоподачи. Так, самовозгорание является основной причиной пожаров на складах топлива и трактах углеподачи (50–60%), по этой причине происходит каждый шестой пожар на ТЭС или котельной. Поэтому важно контролировать появление очагов самовозгорания. Имеют случаи заклинивания рабочих роликов, которые приводят к локальным разогревам. Весьма распространенной причиной пожаров являются сварочные работы. Суть данной причины состоит в том, что при эксплуатации транспортерных механизмов возникают механические поломки. Останавливать технологический процесс и оформлять соответствующее разрешение на сварочные работы персоналу нежелательно. Значительно проще по месту «прихватить», благо что доступ в топливоподачу контролерам по технике безопасности ограничен.

Решение данной проблемы может быть реализовано с применением системы датчиков теплового контроля, спектральный диапазон которых определяется используемым в качестве первичного преобразователя пироприемника реагирующего на электромагнитное излучение в диапазоне 2-4,3 мкм (позиция 5 на Рис. 2). Построение систем обнаружения на основе датчиков теплового потока позволяет обеспечивать непрерывный тепловой мониторинг защищаемого объекта, обнаружение пламени по мерцанию, обнаружение взрыва по мгновенной скорости теплового потока, определение локальных тепловых проявлений, предшествующих пожару, аварии или взрыву. Быстродействие датчика не превышает 0,03 с.

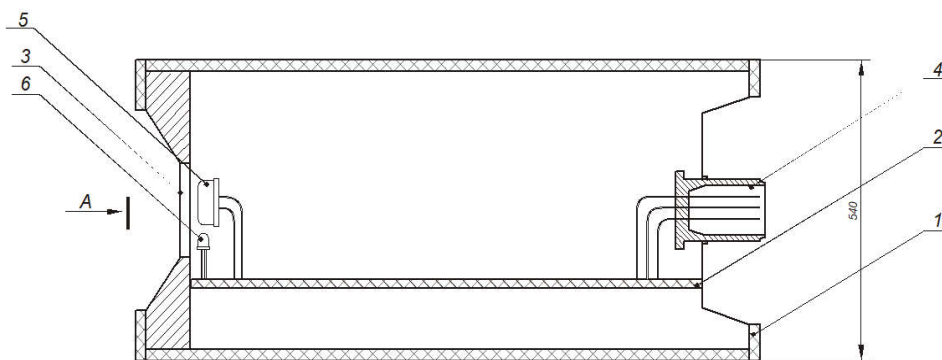


Рис. 2. Устройство датчика контроля теплового потока

Функции предупреждения пожара и взрывоподавления возложены на автоматическую систему взрывопожарной защиты (далее АСВПЗ). Принцип АСВПЗ основан на обеспечении ликвидации пожара транспортерной ленты или горения аэрогеля угольной пыли и других горючих материалов с

высоким быстродействием, а также на подавлении объемного горения углевоздушного аэрозоля на стадии дефлаграции, тем самым предупреждая появление детонационных процессов.

Информация о тепловых возмущениях фиксируется и передается на аналитическое устройство, которое в зависимости от уровня сигнала формирует командный импульс на запуск соответствующих исполнительных устройств. При этом обеспечивается подача воды в зоны, вначале за пределы распространения горения, ограничивая при этом распространение пламени по поверхности и объему, а затем и в очаг горения. Для подачи воды в галереях топливоподачи используются продольные секционированные дренчерные системы (Рис.3). Подача воды в распределительный трубопровод осуществляется посредством быстродействующих клапанов запорных сигнальных типа КЗС 100 (КЗС-80, КЗС-150). Управление клапанами КЗС осуществляется с помощью клапанов 15КЧ888 с электромагнитным приводом по электрическому командному импульсу. Суммарное время открытия с момента подачи командного импульса не превышает 0,2...0,4 с, поэтому инерционность всей системы не превышает 1-1,5 с.

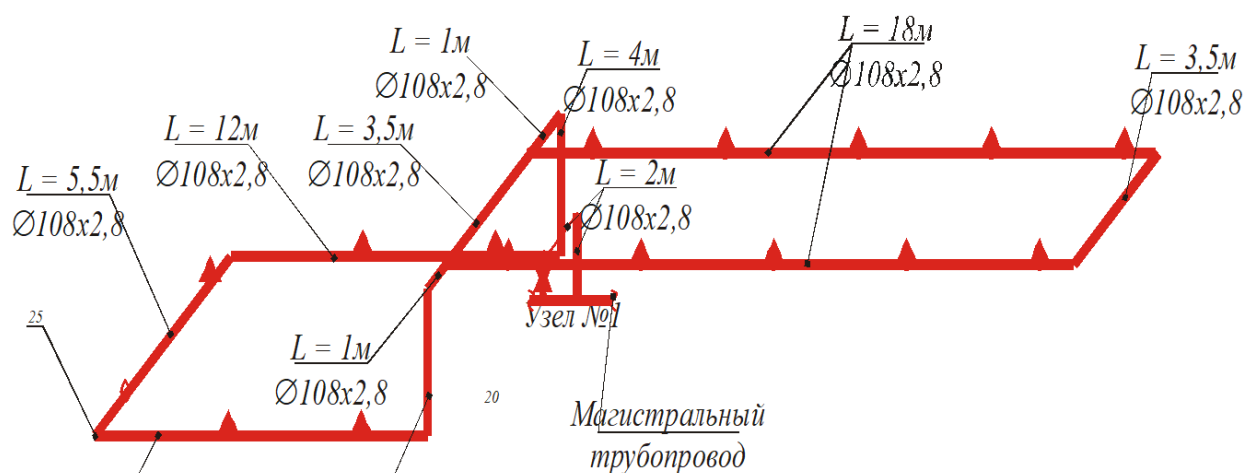


Рис. 3 Пример секции системы взрывоподавления

На практике АСВПЗ используют как автоматическую системы гидрооборки, включая её после каждой заправки топлива.

АСВПЗ внедрены на ряде Восточных ТЭЦ и эксплуатируются длительный период времени.

Вывод: комплексное применение новых технических решений по обеспечению взрывопожарной безопасности трактов углеподачи позволяет повысить уровень надежности работы тепловых станций.

#### Список источников

1. Российская Федерация. Законы. Технический регламент о требованиях пожарной безопасности (с изменениями и дополнениями): Федеральный закон от 22.07.2008 г. №123-ФЗ // справочно-правовая система «КонсультантПлюс»: сайт. – URL: [https://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_78699/](https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_78699/) (дата обращения 31.01.2024). Режим доступа свободный.

2. Российская Федерация. Законы. Технический регламент о безопасности зданий и сооружений (с изменениями и дополнениями): Федеральный закон от 30.12.2009 г. № 384-ФЗ // справочно-правовая система «КонсультантПлюс»: сайт. – URL: [https://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_95720/](https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_95720/) (дата обращения 01.02.2024). Режим доступа свободный.

3. Амельчугов С. П., Быков В. И., Цыбенова С. Б. Самовозгорание пыли бурого угля. Эксперимент, определение кинетических параметров и численное моделирование //

Физика горения и взрыва, 2002 г., 48–54.

4. Захаренко Д.М., Амельчугов С.П. Автоматизированная система взрывоподавления и противопожарной защиты трактов топливоподдачи Абаканской ТЭЦ // Сибирский вестник пожарной безопасности. 1999. №2. С.42–47.

5. Захаренко Д.М. Особенности развития теплофизических процессов самовозгорания и взрыва пыли бурых углей: диссертация канд. тех. наук: 01.04.14, 2001, СФУ, Красноярск. - 137 с.

6. Васильев С.А. Моделирование и реализация системы управления пожарной безопасностью помещений и процессов топливоподдачи предприятия теплоэнергетики: диссертация канд. тех. наук: 05.13.01, 2006, СибГТУ, Красноярск. - 148 с.

### References

1. Technical regulations on fire safety requirements (with amendments and additions): Federal law from 22.07.2008 №123 // reference-legal system «ConsultantPlus»: [Electronic resource]. – Access mode: - URL: [https://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_78699/](https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_78699/) (date of circulation 31.01.2024).

2. Technical regulations on the safety of buildings and structures (with amendments and additions): Federal law from 30.12.2009 № 384 // reference legal system «ConsultantPlus»: [Electronic resource]. – Access mode: - URL: [https://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_95720/](https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_95720/) (date of circulation 01.02.2024).

3. Amelchugov S. P., Bykov V. I., Tsybenova S. B. Self-ignition of lignite dust. Experiment, determination of kinetic parameters and numerical modeling // Physics of Combustion and Explosion, 2002, 48-54.

4. Zakharenko, D.M., Amelchugov, S.P. Automated system of explosion suppression and fire protection of the fuel feeding paths of Abakanskaya TPP (in Russian) // Siberian Bulletin of Fire Safety. 1999. №2. С.42-47.

5. Zakharenko D.M. Peculiarities of development of thermophysical processes of spontaneous combustion and explosion of lignite dust: dissertation of Candidate of Technical Sciences: 01.04.14, 2001, SFU, Krasnoyarsk. - 137 с.

6. Vasiliev S.A. Modeling and realization of the control system of the fire safety of the premises and processes of the fuel supply of the heat power engineering enterprise: dissertation of Ph.D. of Engineering Sciences: 05.13.01, 2006, SibGTU, Krasnoyarsk. - 148 с.

### Информация об авторах

С.П. Амельчугов - доктор технических наук

Information about the author

S.P. Amelchugov - Holder of an Advanced Doctorate (Doctor of Science) in Engineering Sciences

Статья поступила в редакцию 26.02.2024; одобрена после рецензирования 27.02.2024; принята к публикации 30.03.2024.

The article was submitted 26.02.2024, approved after reviewing 27.02.2024, accepted for publication 30.03.2024.