

Научная статья

УДК 614.84

doi: 10.34987/2712-9233.2024.24.21.009

Особенности организации тушения пожара и проведение АСР на металлургических предприятиях

*Дмитрий Викторович Твилов*¹

*Олег Анатольевич Полушкин*²

*Константин Валерьевич Лапа*³

¹ГУ МЧС России по Тульской области, Тульская область, г. Тула

²АГПС МЧС России, Москва

³Сибирская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России, Железногорск, Россия

Автор ответственный за переписку: Дмитрий Викторович Твилов, dv.tvirov@mail.ru

Аннотация. Статья обращается к вопросу обеспечения пожарной безопасности на металлургических предприятиях с акцентом на значимость организации комплексного подхода. Рассмотрены опасности и риски сопутствующие металлургическому производству, проанализирована статистика пожаров и наиболее частые причины пожаров.

Ключевые слова: пожарная безопасность, пожар, ЧС, производственная безопасность, металлургические предприятия

Для цитирования: Д.В., Полушкин О.А. . . Особенности тушения пожара и проведение АСР на металлургических предприятиях // Актуальные проблемы безопасности в техносфере 2024. № 1 (13). С. 40-46. URL:<https://doi.org/10.34987/2712-9233.2024.24.21.009>

Features of the organization of fire extinguishing and emergency rescue operations at metallurgical enterprises

*Dmitry V. Tvirov*¹

*Oleg A. Polushkin*²

*Konstantin V. Lapa*³

¹The Main Directorate of the Ministry of Emergency Situations of Russia in the Tula region, Tula

²Academy of State Fire Service EMERCOM Russia

³Siberian Fire and Rescue Academy EMERCOM of Russia, Zheleznogorsk, Russia

Corresponding author: Dmitry V. Tvirov, dv.tvirov@mail.ru

Abstract. The article addresses the issue of ensuring fire safety at metallurgical enterprises with an emphasis on the importance of organizing an integrated approach. The hazards and risks associated with metallurgical production are considered, fire statistics and the most common causes of fires are analyzed

Keywords: fire safety, fire, emergency, industrial safety, metallurgical enterprises

For citation: Tvirov D.V., Polushkin O.A. Lapa K.V. Features of fire extinguishing and ACR at metallurgical enterprises // Actual problems of safety In the technosphere 2024. No. 1 (13). P. 40-46. URL:<https://doi.org/10.34987/2712-9233.2024.24.21.009>

В сфере металлургии, где процессы обработки металлов и их сплавов происходят при высоких температурах обеспечение пожарной безопасности становится одним из ключевых направлений. Металлургические предприятия представляют собой объекты, где энергия, тепло и химические вещества сочетаются в потенциально опасные комбинации, создавая серьезные угрозы возникновения пожаров и взрывов. В связи с этим, разработка и реализация эффективных мер по обеспечению пожарной безопасности и предотвращению чрезвычайных ситуаций являются крайне важным аспектом.

Целью данной статьи является систематизация сведений о пожарной опасности металлургического производства, а также мерах, обеспечивающих качественное проведения пожаротушения и проведения АСР

Пожар - неконтролируемое горение, причиняющее материальный ущерб, вред жизни и здоровью граждан, интересам общества и государства [1].

Статистические данные о пожарах в Российской Федерации (далее - РФ) показывают, что ежегодно возникает более 140 тыс. пожаров, на 1 млн человек в России приходится около 200 пожаров в год, при этом погибает более 5000 человек. Если провести сравнительный анализ с развитыми странами, то полученный результат в 6 раз превышает аналогичный показатель для Соединенных штатов Америки [10]. Пожары на производственных и складских объектах занимают около 17% от общего количества пожаров на территории России. Исходя из того, что количество зданий жилого фонда и частного сектора ощутимо больше, количества производственных и складских объектов, то риск пожара достаточно велик. Также стоит заметить, что количество материального ущерба от пожаров только на производственных объектах около 25% от общей (без учета ущерба от пожаров на складских объектах).

На основании статистических данных ниже приведена диаграмма распределения случаев пожара по группам объектов за 2020-2022 г. (рис. 1) [7].



Рис. 1. Статистика пожаров по группам объектов.

Анализируя статистические данные по пожарам на производственных объектах, выделены наиболее распространенные причины [9].

- человеческий фактор, неосторожное обращение с огнем, нарушение требований пожарной безопасности;
- электрооборудование, находящееся в неудовлетворительном состоянии;
- нарушение технологии производства;
- нарушение требований пожарной безопасности при проведении огневых работ;
- нарушение требований пожарной безопасности к организации хранения и эксплуатации взрывоопасных и пожароопасных веществ;
- поджог, умышленное причинение вреда.

Распределение причин пожаров отражено на рис. 2. Основными причинами пожаров: неосторожное обращение с огнем – 40%, неисправность электрооборудования – 36%. Совместно две эти могут быть связаны с отказами технологического оборудования, и проведением пожароопасных работ.

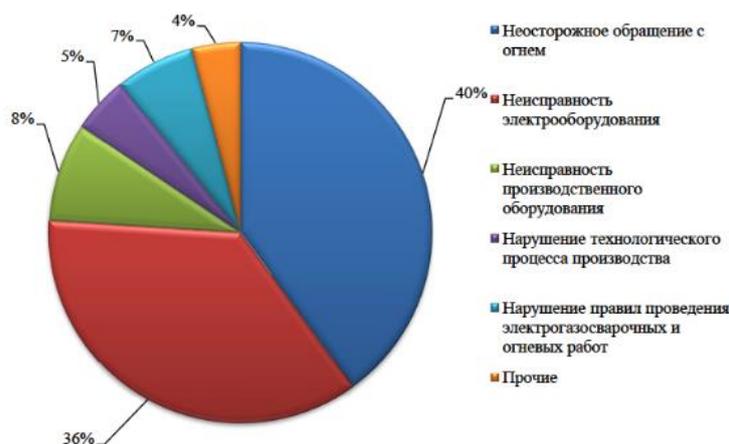


Рис. 2. Основные причины пожаров на производственных предприятиях

Проведенный анализ научных публикаций в области металлургической промышленности показал распределение на следующие направления (рис. 3). Новые технологии и материалы, включая различные легирующие добавки, вносят дополнительные аспекты риска, которые требуют изучения пожарной опасности и системного подхода к выработке мер обеспечения пожарной безопасности. В данном контексте актуально развитие эффективных систем предотвращения и контроля пожаров, а также планирование реагирования на чрезвычайные ситуации.



Рис. 3. Направления исследований в области металлургической промышленности

Статистика пожаров указывает на то, что основные риски пожаров связаны с человеческим фактором и неисправностью электрооборудования. Это подчеркивает сложность оперативного влияния на эти риски. Эффективность пожаротушения в данном контексте является рычагом снижения потенциального ущерба от пожаров.

Опасности металлургического производства и организация тушения пожара и проведение АСР

Кокс — это твердый остаток природного топлива, получаемый методом коксования.

Коксование — технологический процесс по переработке природного топлива в кокс путем нагревания исходного материала без доступа воздуха.

В настоящее время предприятия горно-металлургической отрасли наряду с нефтегазодобывающей сферой промышленности являются одной из системообразующих основ, обеспечивающих стабильность и развитие экономики Российской Федерации. Однако наращивание объемов производства закономерно приводит к увеличению возможных аварий и ЧС. Предприятия металлургии обладают широким набором сопутствующих опасностей, основные опасности металлургического производства:

Применение химически опасных и токсичных веществ.

Высокие температуры, используемые в технологическом процессе.

Технически сложное, зачастую громоздкое оборудование, представляющее значительную опасность.

Агломерация - это процесс объединения мелких руд и концентратов путем их спекания при помощи сжигания топлива в слое материала или подачи высокотемпературного тепла. Целью агломерации является улучшение металлургических свойств сырья путем его окускования, добавления флюсов и других полезных примесей, а также в некоторых случаях удаления вредных примесей.

В технологическом процессе агломерации используются кокс, коксовая мелочь и антрацитовый штывб как сгораемые материалы, поэтому зоны, где они применяются, относятся к категории пожароопасных.

Кроме того, в агломерационных цехах станции централизованной автоматической смазки, предназначенные для смазки механического оборудования и расположенные в отдельных помещениях, представляют опасность возникновения пожара. Зоны, связанные с измельчением топлива, также являются взрывоопасными из-за выделения взрывоопасной пыли в процессе дробления. Коксохимическое производство (коксохимия) — это отрасль черной металлургии, специализирующаяся на переработке природного топлива в кокс. При этом выделяются дополнительные химические продукты, которые используются как исходное сырье для других видов производства.

Производство коксохимических веществ - одно из самых опасных взрыво- и пожароопасных процессов на металлургических предприятиях. В его состав входят различные участки, такие как углеподготовка, коксортировка, загрузка и выдача шихты в коксовую печь, основные угрозы которых связаны с пылью и коксовым газом. Коксовый газ, состоящий из смеси различных газов и паров, представляет собой легковоспламеняющуюся среду, содержащую до 60% водорода, до 25% метана, до 5% оксида углерода и 2% других углеводородов, а также инертные газы. Высокий уровень пожарной опасности представляют ленточные транспортеры, находящиеся в протяженных транспортных галереях, по которым проходят уголь,

шихта и кокс. Галереи содержат горючие транспортерные ленты, по которым движется нагретый до 150°C кокс, создавая постоянный поток воздуха, который способствует быстрому распространению огня.

Доменное производство - это процесс производства чугуна путем восстановления железных руд или окискованных концентратов в доменных печах. Это взрыво- и пожароопасный процесс, где используются и образуются горючие и воспламеняющиеся вещества, такие как жидкости, газы и пыли, которые могут самовозгораться или возгораться от источника зажигания и продолжать гореть после его удаления. Взрывы и пожары в доменных цехах могут быть вызваны встречей жидкого чугуна или шлака с водой или влажными материалами. Установки для вдувания угольной пыли также представляют опасность, так же как и отделения шаровых мельниц, где готовится пыль, а также распределительно-дозировочные отделения.

Сталеплавильное производство - это процесс, в котором металлические вещества обрабатываются в горячем, раскаленном или расплавленном состоянии, сопровождающийся выделением тепла, искр и пламени. В кислородно-конвертерных цехах взрывы и выбросы жидкого металла могут возникать при загрузке влажной шихты и металлолома. Также выбросы жидкого металла могут происходить при вводе влажных раскислителей и легирующих материалов. Помимо опасности выброса жидкого металла, существует риск прогара футеровки сталеплавильных агрегатов. Пожарная опасность в сталеплавильных цехах также связана с наличием множества кабельных коммуникаций, маслоподвалов и маслотоннелей [5].

Высокую пожарную опасность представляют машины непрерывного литья заготовок. Разгерметизация шлангов гидросистем с маслом приводит к попаданию масла на раскаленные поверхности и материалы, в следствии моментального возникновения пожара.

Производство и потребление кислорода. Для интенсификации многих пирометаллургических процессов в черной металлургии в больших количествах применяется кислород. Так, только крупный конвертер современного металлургического комбината потребляет до 2000м³/ч кислорода, а весь металлургический комбинат расходует до 350 тыс.м³/ч кислорода.

Взрывную опасность представляют системы вентилирования и воздуходелительные аппараты вследствие накопления в них взрывоопасных веществ (пылей, масел газов и др.), присутствующих в небольших количествах в воздухе.

Производство проката подразделяется на цеха горячей и холодной прокатки. В обоих типах цехов существует значительное количество пожароопасных участков, а некоторые вспомогательные производства могут быть взрывоопасными. Среди них: маслоподвалы, маслотоннели, кабельные сооружения, насосно-аккумуляторные станции и мастерские ревизии подшипников.

Металлургическое производство имеет широкий перечень опасных факторов пожара, присутствующих при нормальных режимах функционирования и воздействие которых может привести к травме или гибели человека, а также к материальному ущербу. К опасным факторам пожара, воздействующим на людей и имущество, относятся [3]:

- пламя и искры;
- тепловой поток;
- высокая температура окружающей среды;
- высокие концентрации токсичных продуктов и продукты термического разложения;
- пониженная концентрация кислорода;
- отсутствие видимости в следствии задымления.

На неметаллургическом предприятии проявление упомянутых опасных факторов пожара может привести к следующим последствиям [12, 13]:

- разрушение зданий и сооружений, разгерметизация и разрушение технологических установок, оборудования;
- растекание высокотемпературных материалов, выбросы токсичных веществ из разрушенных технологических установок и оборудования.
- риски ожогов, травматизма и гибели людей.

В целях обеспечения пожарной безопасности из [3, 12, 13, 15] можно выделить следующие мероприятия:

- соблюдения требований пожарной безопасности установленных законодательной базой;
- установка на каждом предприятии соответствующего противопожарного режима;
- назначение ответственного лица за соблюдение требований пожарной безопасности;
- разработка и утверждение инструкции о мерах пожарной безопасности;
- организация обучения персонала мерам пожарной безопасности;
- разработка документов предварительного планирования;
- контроль за соблюдением правил производственной безопасности персонала;
- разработка средств мониторинга технического состояния производственного оборудования, в том числе электрооборудования и средств противопожарной защиты;
- контроль соблюдения соответствия норм и правил в области пожарной безопасности, разбор произошедших аварий и чрезвычайных ситуаций.

Анализируя литературу, обеспечивающую подготовку пожарных подразделений для тушения пожаров на металлургических предприятиях [12, 15, 17, 18, 19] является сложным и опасным процессом, требующим специализированных подходов. Специфика металлургических предприятий подразумевает тушение пожаров на наклонных галереях, масляных ванн, высоко стеллажных механизированных складах, в цехах горячей и холодной обработки металла. Пожары на металлургических комбинатах могут быть вызваны различными материалами и процессами, и для тушения таких пожаров могут потребоваться специализированные огнетушащие вещества. В качестве таких веществ могут быть использованы специализированные порошковые составы, предназначенные для тушения пожаров металлов.

Рекомендация с учетом специфики металлургического производства включают три основных шага:

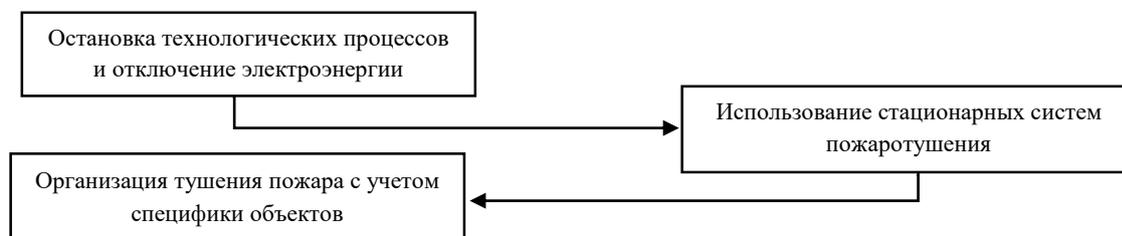


Рис. 4. Необходимые шаги для тушения пожара на производственном объекте

В качестве реализуемых мер при тушении пожара стоит учитывать методические рекомендации по действиям подразделений [12, 15, 19]:

1. подавать высоко кратную пену на защиту тоннелей, подвалов, коллекторов и галерей, маслоподвалы для тушения и защиты маслобаков и траншей маслопроводов;
2. вводить водяные стволы с большим расходом для охлаждения элементов покрытия, тушения фонтанного горения масла, выходящего из систем гидравлики;
3. контролировать состояние технологического оборудования, разгерметизацию утечки горючих газов и окислителей.

Для реализации рассмотренных требований при проведении пожаротушения и проведения АСР необходимо обладать достаточным теоретическим уровнем знаний и практическими умениями. Стоит отметить, что сложности организации занятий и высокий потенциальный риск металлургических предприятий, приводит к низким практическим навыкам и тренированности пожарных подразделений.

Организация пожаротушения требует комплексного подхода, учитывающего особенности производства и наличие потенциальных угроз и рисков, которые также стоит учитывать при планировании оперативной деятельности. Именно поэтому наблюдается тренд к внедрению современных подходов в обучении. Проведение предварительного планирования действий с использованием этих методов, применительно к опасным производствам является действенным инструментом.

Системы помощи в организации деятельности пожарных подразделений необходимы при комплексном подходе, с их помощью возможно:

1. создавать трехмерные модели зданий, сооружений и территорий, на которых отображаются все объекты, включая эвакуационные пути, системы пожаротушения, источники опасности и т.д.
2. разрабатывать тактические планы действий, определения точек выхода и ввода, расстановки техники и оборудования для более эффективного тушения пожаров и спасательных операций.
3. проводить анализ данных о предыдущих пожарах, моделировать различные сценарии возможных чрезвычайных ситуаций и оценивать их последствия для принятия наилучших решений в реальном времени.
4. интегрировать с различными видами оборудования и программного обеспечения, для получения более полной и точной информации о текущей ситуации.

Использование программ позволяет моделировать различные сценарии ЧС и оценивать их последствия, что помогает вырабатывать заблаговременно решения, позволяющие успешно их ликвидировать. Накопленный опыт тушения пожаров на металлургических предприятиях [12, 15, 17, 18, 19] будет использован для теоретической подготовки пожарных подразделений и задавать правильный вектор для поиска наилучших решений.

Такой подход позволит учитывать причины и риски возникновения пожаров на производстве, обеспечить много сценарный набор решений, основанных на моделировании развития ЧС, для обеспечения максимальной готовности пожарных подразделений к ликвидации возникшей ЧС.

Список источников

1. Российская Федерация. Законы. О пожарной безопасности: Федеральный закон № 69 – ФЗ от 21.12.1994 (ред. от 23.06.2016) URL:<http://www.consultant.ru/document/> (Дата обращения 14.11.2023)
2. Российская Федерация. Законы. Об утверждении Основ государственной политики Российской Федерации в области пожарной безопасности на период до 2030 года: Указ Президента РФ от 1 января 2018 г. N 2 // <https://base.garant.ru/71849394/>(дата обращения 11.11.2023)
3. Бадагуев, Б.Т. Пожарная безопасность на предприятии: Приказы, акты, журналы, протоколы, планы, инструкции. 4-е изд., пер. и доп. / Б.Т. Бадагуев. - М.: Аль-фа-Пресс, 2017. - 720 с.
4. Белов, С. В. Безопасность жизнедеятельности и защита окружающей среды (техносферная безопасность) в 2 ч. Часть 2 : учебник для среднего профессионального образования / С. В. Белов. - 5-е изд., перераб. и доп. - Москва : Издательство Юрайт, 2019. - 362 с.
5. Мировая пожарная статистика: отчет № 23 (2018) [Электронный ресурс] // Ctif.org: данные формате PDF - URL:https://ctif.org/sites/default/files/2018-06/CTIF_Report23_World_Fire_Statistics_2018_vs_2_0.pdf (дата обращения 11.11.2023)
6. Брушлинский Н. Н., Аренс М., Соколов С. В., Вагнер П. World of Fire Statistics. Center of Fire Statistics of CTIF. Report № 26. Москва, Академия ГПС МЧС России, 2021.66 с.
7. Брушлинский Н. Н., Аренс М., Соколов С.В., Вагнер П. World of Fire Statistics. Center of Fire Statistics of CTIF. Report № 27. Москва, Академия ГПС МЧС России, 2021. 66 с.
8. Статистика пожаров и их последствий 2021 года (ФГБУ ВНИИПО МЧС России) данные формате PDF - URL: <https://ptm01.ru/assets/images/библиотека/Статистика/2021/ВНИИПО/pozharyi-i-pozharnaya-bezopasnost-2021.pdf> (дата обращения 21.12.2023)
9. Изупов Н.С., Баранов А.В. Исследование закономерностей и тенденций состояния пожарной безопасности общественных зданий в Российской Федерации // Актуальные проблемы безопасности в техносфере. 2023. № 3(11). С. 15-23. URL:<https://doi.org/10.34987/2712-9233.2023.89.55.003>
10. Федеральная служба статистики (Росстат) [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://rosstat.gov.ru/> (дата обращения 10.10.2023 г.).
11. Пожарная безопасность предприятия. Курс пожарно-технического минимума: Пособие / С.В. Собрурь. - 14-е изд., перераб. - М.: ПожКнига, 2015. - 496 с.
12. Методические рекомендации по действиям подразделений федеральной противопожарной службы при тушении пожаров и проведении аварийно-спасательных работ» (Указание МЧС России от 26.05.2010 № 43-2007-18)) [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_256383/d00a717eab97d03020a5452d2b88fc482147a1e0/(дата обращения: 08.03.2024).
13. Салихова А.Х., Шварев Е.А., Самойлов Д.Б., Лазарев А.А. Сбор статистических данных о пожарах на производственных объектах на территории российской федерации // Современные проблемы гражданской защиты. 2023. №4 (49). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/sbor-statisticheskikh-dannyh-o-pozharah-na-proizvodstvennyh-obektah-na-territorii-rossiyskoj-federatsii> (дата обращения: 08.03.2024).
14. Аханченко А.Г. Пожарная безопасность в черной металлургии // М.: Металлургия. – 2001. – 133с.
15. Иванников, В. П. Справочник руководителя тушения пожара / В. П. Иванников, П. П. Ключ. — М. : Стройиздат, 2014. — 288 с.
16. Приказ МЧС России от 26 октября 2017 г. N 472 «Об утверждении Порядка подготовки личного состава пожарной охраны» (с изменениями и дополнениями).
17. Повзик, Я. С. Пожарная тактика / Я. С. Повзик. — М. : Спецтехника, 2015. — 411 с.
18. Терехнев, В. В. Управление силами и средствами на пожаре / В. В. Терехнев, А. В. Терехнев. — М. : Академия ГПС. 2003. — 260 с.
19. Приказ МЧС России «Об утверждении порядка тушения пожара подразделениями пожарной охраны» от 31.03.2015 г. № 156 [Электронный ресурс] // Инфосайт: Библиотека ГОСТов, стандартов и нормативов. Режим доступа: <http://www.infosait.ru>.
20. Официальный сайт проекта ГраФиС [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.graphicalfiresets.ru/>.

Информация об авторах

О.А. Полушкин - кандидат экономических наук

Information about the author

O.A. Polushkin - Ph.D. of Economic Sciences

Статья поступила в редакцию 12.03.2024, одобрена после рецензирования 27.03.2024; принята к публикации 28.03.2024.

The article was submitted 12.03.2024, approved after reviewing 27.03.2024, accepted for publication 28.03.2024.