

УДК 614.842.61

Выбор установки порошкового пожаротушения локального действия на примере совершенствования противопожарной защиты участка получения лития металлического на ПАО «НЗХК» г. Новосибирск

Малый В.П.¹, д-р физ.-мат. наук; Батуев А.В.²

¹*Сибирская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России*

²*Специальное управление ФПС № 9 МЧС России*

Аннотация. В процессе решения проблемы выбора установки пожаротушения на объектах по использованию или производству химически активных пожаровзрывоопасных веществ проанализированы достоинства различных вариантов установок автономной системы порошкового пожаротушения, в частности, для противопожарной защиты электролизной ванны на участке получения лития металлического. Оценена актуальность и возможность реализации в ближайшей перспективе.

Ключевые слова: пожарная безопасность, электролизер, система порошкового пожаротушения, общие требования к системе.

Selection of local action powder fire extinguishing unit on the example of improving fire protection of the lithium metal production site at PJSC "NZHK" Novosibirsk

Maly V.P.¹, Holder of an Advanced Doctorate (Doctor of Science) in Physico-mathematical Sciences; Batuev A.V.²

¹*Siberian Fire and Rescue Academy EMERCOM of Russia*

²*Special Department of the Federal Fire Service № 9 of the Ministry of Emergency Situations of Russia*

Abstract. In the process of solving the problem of choosing a fire extinguishing installation at facilities for the production of chemically active substances, the advantages of various options for installations of an autonomous powder fire extinguishing system, in particular, for fire protection of an electrolysis bath at the site of obtaining lithium metal, are analyzed. The relevance and possibility of implementation in the near future are evaluated.

Key words: fire safety, electrolyzer, powder fire extinguishing system, general requirements for the system.

Введение

Новосибирский завод химконцентратов (НЗХК) – единственный в России производитель металлического лития высокой чистоты и соединений на его основе.

Литиевое производство предприятия представляет собой масштабный производственный комплекс, дающий возможность высокоэффективно перерабатывать ценное литиевое сырье [6].

Производственные объекты НЗХК по своему роду представляют высокую опасность пожара, так как обеспечиваются высокотехнологичным оборудованием, работающим от источников энергоснабжения, обладают повышенной пожарной нагрузкой, например, за счет производства и применения пожаровзрывоопасного металлического лития, а движение узлов и агрегатов в результате трения создают вероятность выделения большого количества тепла, способного привести к пожару [7].

Процесс электролитического разложения расплава хлорида лития LiCl в смеси с хлоридом калия KCl (далее по тексту – электролиз) является основным способом промышленного получения лития металлического. Добавка хлорида калия предназначена для снижения температуры расплава

при электролизе. Наиболее эффективной в этом отношении является смесь, состоящая из хлорида лития с температурой плавления 614°C и хлорида калия с температурой плавления 770°C. Температура плавления данной смеси находится в диапазоне от 355°C до 360°C.

Отметим, что загоревшийся металлический литий (плотность 0,534 г/см³, температура плавления 180,5°C) представляет серьезную пожарную опасность. Использование обычных средств пожаротушения (вода, пена, диоксид углерода, галогенпроизводные углеводородов) либо усиливает горение, либо ведет к взрыву. Щелочные металлы, в том числе и литий, относятся к наиболее химически активным элементам, что обуславливает их высокую пожаровзрывоопасность, а также агрессивность по отношению к тканям организма. Чрезвычайно опасны ожоги расплавленными щелочными металлами. Термические ожоги в этом случае усугубляются тяжелыми химическими ожогами.

При нормальной температуре литий медленно взаимодействует с кислородом воздуха. При повышении температуры реакция идет более бурно, и при температуре выше точки плавления металл может самовоспламениться.

Целью работы является совершенствование локальной противопожарной защиты электролизной ванны лития металлического, исключающей полную остановку производственного процесса.

Технология производства. Противопожарная защита

В соответствии с действующей на НЗХК технологической инструкцией, определяющей технические требования и порядок операций при ведении технологического процесса получения лития металлического, при воспламенении лития в электролизной ванне очаг необходимо залить расплавленным электролитом или засыпать его сухим хлоридом лития или сухим хлоридом калия.

Разрешается также применять специальный порошковый огнетушитель с порошком марки «Вексон-D2» (возможно применение марки ПХК), класс пожара «D».

Запрещается тушить загоревшийся литий, литийсодержащие продукты и литийсодержащие отходы водой и углекислотными огнетушителями!

Для достижения поставленной цели решали задачу определения возможности применения установок (модулей) порошкового пожаротушения (МПП) локального действия, предназначенных для тушения класса пожара «D» и возможность оснащения электролизных ванн данными установками.

При выборе МПП на начальном этапе были проанализированы патенты РФ, Украины, США и Великобритании, часть из которых представлена в таблице ниже:

Таблица 1. Патенты установок (модулей) порошкового пожаротушения

Номер патента	Дата начала действия	Название установки порошкового пожаротушения
RU 2680128 C1	2018.03.06	ИМПУЛЬСНАЯ МНОГОМОДУЛЬНАЯ УСТАНОВКА ПОРОШКОВОГО ПОЖАРОТУШЕНИЯ
RU 120366 U1	2012.09.20	МНОГОМОДУЛЬНАЯ УСТАНОВКА ИМПУЛЬСНОГО ПОРОШКОВОГО ПОЖАРОТУШЕНИЯ
RU 2414942 C1	2011.03.27	ПЕРЕДВИЖНАЯ ИМПУЛЬСНАЯ МНОГООБЪЕКТНАЯ УСТАНОВКА ПОРОШКОВОГО ПОЖАРОТУШЕНИЯ
RU 2253493 C1	2004.06.10	ПОРОШКОВАЯ УСТАНОВКА АВТОМАТИЧЕСКОГО ПОЖАРОТУШЕНИЯ МОДУЛЬНОГО ТИПА
RU 2174421 C1	2001.10.10	СПОСОБ ТУШЕНИЯ ПОЖАРА (ВАРИАНТЫ) И УСТРОЙСТВО ДЛЯ ЕГО ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ
RU2127621C1	1999.03.24	ПОРОШКОВЫЙ ОГNETУШИТЕЛЬ
RU2103042C1	1998.01.27	ПОРОШКОВЫЙ ОГNETУШИТЕЛЬ
RU 94005722 A1	1995.10.20	ОГNETУШИТЕЛЬ, ПРЕИМУЩЕСТВЕННО ПОРОШКОВЫЙ
SU1313448A1	1987.05.30	ПОРОШКОВЫЙ ОГNETУШИТЕЛЬ
SU 1060196 A	1983.12.15.	ПОРОШКОВЫЙ ОГNETУШИТЕЛЬ
US 6860187 B2	01.03.2005.	ИМПУЛЬСНАЯ МНОГОМОДУЛЬНАЯ УСТАНОВКА ПОРОШКОВОГО ПОЖАРОТУШЕНИЯ
GB 886083 A,	03.01.1962;	IMPROVEMENTS IN POWDER TYPE FIRE EXTINGUISHING APPARATUS
UA 12635 A,	28.02.1997.	ЗАХИСНА БАГАТОБЪЕКТНА КОМБІНОВАНА ВОГНЕГАСНА УСТАНОВКА

Изучение изложенных в вышеприведенных патентах технических решений показало, что применительно к конкретной задаче достаточно ограничиться одномодульными установками импульсного порошкового пожаротушения локального типа.

Из многих известных и выпускаемых промышленностью МПП авторами (с учетом вышеизложенных требований) отобраны и проанализированы три наиболее подходящие и часто используемые установки пожаротушения, которые

- оборудованы специальными насадками-успокоителями, исключающими разбрызгивание горящего металла,
 - предназначены для подачи специального огнетушащего вещества (порошок марки «Вексон-D2») непосредственно в защищаемый объект,
 - используются при тушении или локализации пожаров класса «D»:
1. МПП «СПИ-100», КД2-Б-УХЛЗ.1 «СПИ-100»
 2. МПП «ЛАВИНА», УПП-100-07Д-КД-1-БСР-УХЛ-2
 3. МПП «ОПАН-100» МПП(Н)(РО)-100-КД-2-ГЭ-УХЛ

Данные установки обеспечивают локальный способ защиты, не требующий герметизации защищаемого помещения, отключения электроснабжения защищаемого помещения и оборудования. Они оснащены трубопроводами (из нержавеющей стали) с распылителями и насадками-успокоителями.

Порошковые установки пожаротушения характеризуются [1]:

- безопасностью для людей и окружающей среды при транспортировке и эксплуатации (в том числе отсутствием воздействия на озоновый слой атмосферы Земли, какого-либо радиационного воздействия, дополнительного нагрева помещения или изменения давления; токсичности образующейся воздушной среды);
- обеспечением максимальной сохранности оборудования и интерьера вследствие быстрого действия и отсутствия коррозионно-активных продуктов;
- минимальными сроками ликвидации последствий пожара и возможностью быстрой перезарядки;
- обеспечением сохранности строительных конструкций;
- возможностью локального тушения отдельных зон без нарушения режима работы остального оборудования (при необходимости);
- отсутствием дополнительных требований к конструкции и инженерному обеспечению здания (не требуется утепление покрытий; для удаления огнетушащего вещества после пожара не требуются канализационные стоки; неразложившуюся и осевшую часть порошка удаляют пылесосом или влажной уборкой; не требуется отключение электроснабжения).

В таблице приведены технические параметры предлагаемых для сравнительного анализа установок порошкового пожаротушения [3, 4, 5].

Таблица 2. Технические параметры предлагаемых установок пожаротушения

Наименование основного параметра	Значения		
	МПП «СПИ-100»	МПП «ЛАВИНА»	МПП «ОПАН-100»
Масса огнетушащего порошка, кг	80	80	80
Огнетушащая способность: защищающая способность по классу D, м ²	6	7,2	6
Быстродействие, с	5	от 1 до 10	5
Время действия, с	18	15	18
Температурный диапазон эксплуатации, °С	от – 40 до + 50	от – 40 до + 50	от – 40 до + 50
Вероятность безотказной работы за период между проверками, не менее	0,955	0,955	0,955
Тип вытесняющего газа	аргон	аргон	аргон
Срок службы, лет	10	20	10
Сертификат соответствия	C-RU.ПБ97.В.00221	C-RU.ЧС13.В.00621	C- RU.ЧС13.В.00531
Цена, руб.	118 200	108 000	124 011

Выполненный авторами сравнительный анализ (см. гистограмму на рис. 1) основных технико-экономических параметров установок порошкового пожаротушения показал, что для защиты участка электролиза целесообразно предложить способ защиты локально по площади установкой порошкового пожаротушения марки «УПП ЛАВИНА» (далее – Установка). Она имеет существенные преимущества по:

- огнетушащей способности (защищаемая площадь),
- сроку службы установки,
- экономичности.

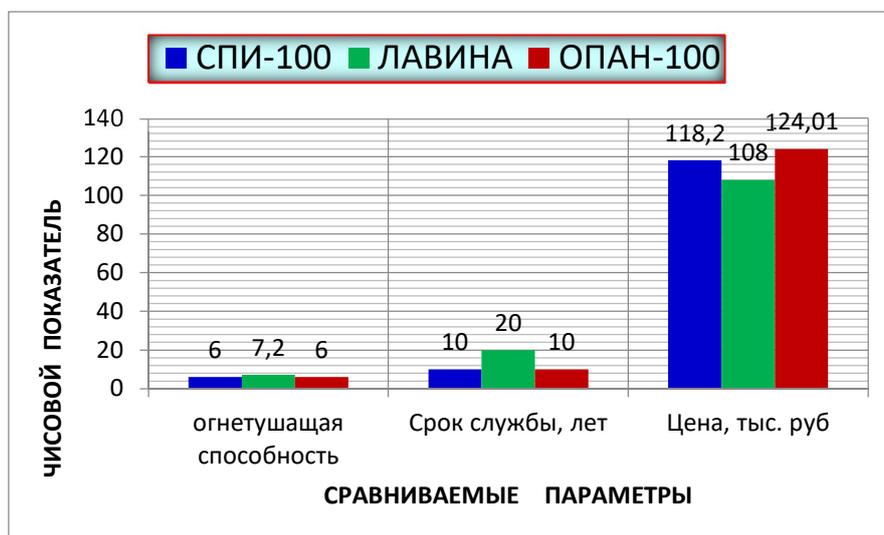


Рис. 1. Гистограммы распределения значений основных технико-экономических параметров УПП «СПИ-100», «ЛАВИНА» и «ОПАН-100»

Установка (рис. 2) состоит из корпуса для хранения огнетушащего порошка (поз. 3) и источника рабочего газа (баллона) (поз. 9) с УЗП-8ВЗ-М (далее – УЗП) (поз. 7) и пусковой мембраны (поз. 10).

Пусковая мембрана (поз. 10) предназначена для создания требуемого давления в корпусе порошкового блока, необходимого для выброса огнетушащего порошка в распределительный трубопровод (поз. 1).

При возникновении пожара электрический импульс поступает на пусковое устройство, после чего происходит срабатывание УЗП, и рабочий газ из баллона через трубопровод (поз. 5) поступает в корпус (поз. 3) установки.

После повышения давления в корпусе до рабочего значения происходит вскрытие пусковой мембраны (поз. 10), и огнетушащий порошок поступает в распределительный трубопровод и далее через распылители (поз. 2) на защищаемую площадь.

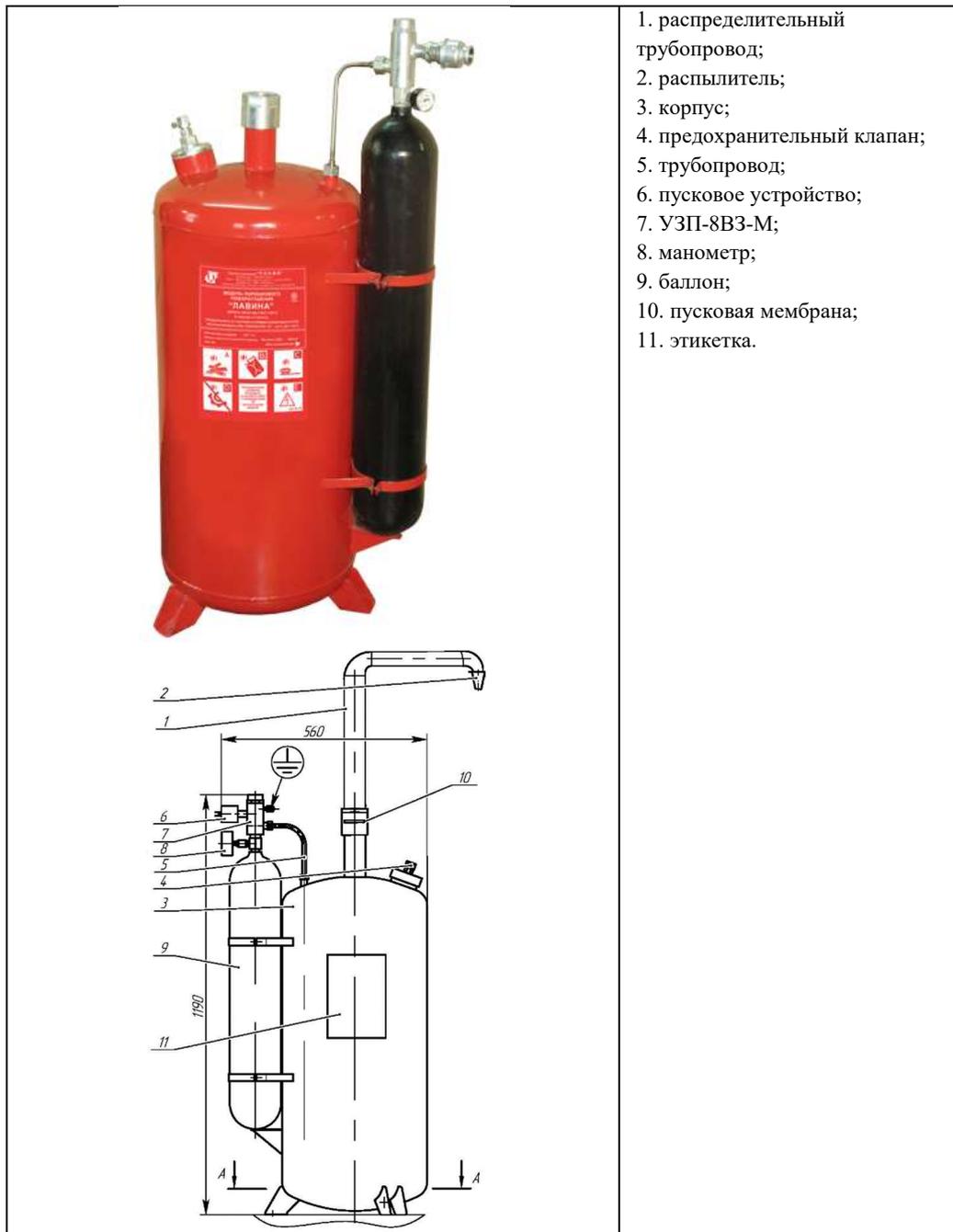


Рис.2. Фото и общий вид модуля МПП «УПП ЛАВИНА»

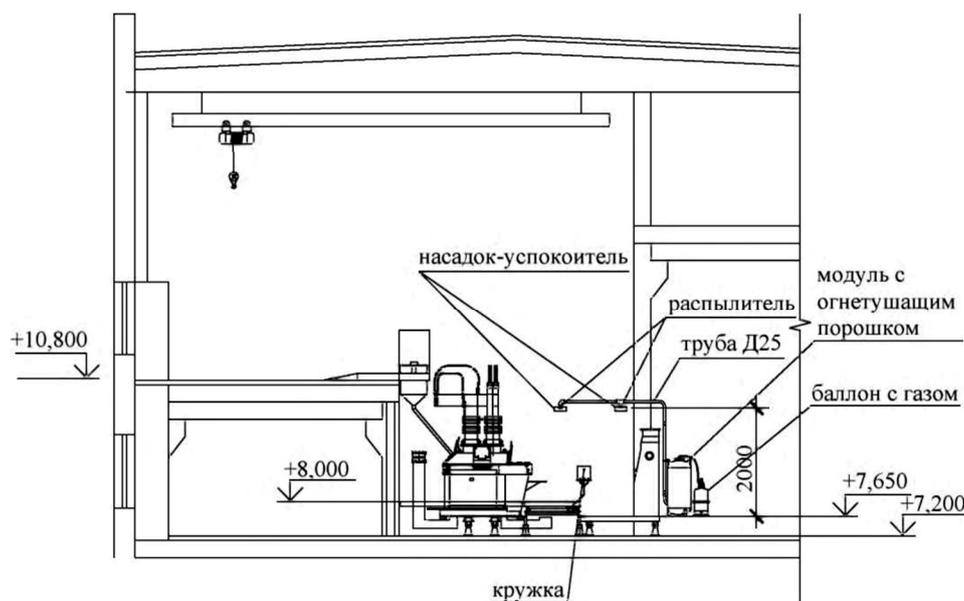


Рис. 3. Вариант размещения установки пожаротушения на участке защиты

Расчет количества модулей установки для защиты одной электролизной ванны из восьми, т.е. одной зоны, выполнен в соответствии с методиками, приведенными в СП 485.1311500.2020 для способа тушения локального по площади пожара.

Количество модулей для защиты площади помещения определяли по формуле:

$$N = \frac{S_y}{S_n} \times k_1 \times k_2 \times k_3 \times k_4$$

где S_y – площадь защищаемой зоны, увеличенный на 10%, составляет 4,97 м²;

S_n – площадь, защищаемая одним модулем «УПП ЛАВИНА», составляет 7,2 м²;

$k_1 = 1$ – коэффициент неравномерности распыления порошка;

k_2 – коэффициент запаса, учитывающий затененность возможного очага загорания зависящий от отношения площади, затененной оборудованием S_3 , к защищаемой площади S_y , и определяют как

$$k_2 = 1 + 1,33 S_3/S_y, \quad \text{при } \frac{S_3}{S_y} \leq 0,15,$$

здесь S_3 – площадь затенения – определяют как площадь части защищаемого, а по прямой линии – преграждается непроницаемыми для порошка элементами конструкции.

$$\text{При } \frac{S_3}{S_y} > 0,15,$$

рекомендуется установка дополнительных модулей непосредственно в затененной зоне или в положении, устраняющем затенение, при выполнении этого условия k_3 принимается равным 1;

$k_3 = 1$ – коэффициент, учитывающий огнетушащую эффективность порошка по отношению к горючему веществу в защищаемой зоне;

$k_4 = 1,1$ – коэффициент, учитывающий степень негерметичности.

$$N = (4,97/7,2) \times 1 \times 1 \times 1 \times 1,1 = 0,76.$$

Таким образом, для защиты каждой из имеющихся восьми зон потребуется по одной (округляем в большую сторону до целого числа) установке «УПП ЛАВИНА» [2].

Заключение

Значимость и актуальность данного исследования определена растущей потребностью в создании современной эффективной системы противопожарной защиты объектов по производству химически активных веществ, в частности, дорогостоящего литиевого производства на Новосибирском заводе химконцентратов, требующего постоянного совершенствования контроля технологического процесса, проведения модернизации существующих средств пожаротушения, замены некоторых морально и физически устаревающих систем пожарной автоматики на системы с использованием самых современных систем противопожарной защиты.

Показано, что действующая на НЗХК система обнаружения пожара на литиевом производстве не в полной мере справляется с постоянно усложняющейся задачей раннего обнаружения, тушения и оповещения персонала о возгорании.

Установлено, что оборудование электролизных ванн установками порошкового пожаротушения «УПП ЛАВИНА» обеспечит противопожарную защиту литиевого производства локально по площади без нарушения режима работы остального оборудования, не потребует герметизации защищаемого помещения, при этом не возникнет необходимость отключения электроснабжения защищаемого помещения и оборудования.

Показано, что целесообразность оборудования электролизных ванн установками «УПП ЛАВИНА» подтверждается также и их повышенной огнетушащей способностью (защищаемой площадью), увеличенным сроком службы установки и пониженной экономической составляющей (ценой) по сравнению с ближайшими конкурентоспособными установками.

Таким образом, на наш взгляд, приоритетным направлением повышения уровня защиты пожароопасных производственных участков типа электролизных ванн является правильный, своевременный и четко обоснованный выбор установок пожаротушения.

Полученные результаты исследования могут быть использованы при разработке мероприятий по повышению качества обеспечения пожарной безопасности на объектах химической промышленности.

Литература

1. Федеральный закон от 22.07.2008 № 123-ФЗ «Технический регламент о требованиях пожарной безопасности».
2. СП 485.1311500.2020 «Системы противопожарной защиты. Установки пожаротушения автоматические. Нормы и правила проектирования» (Приложение И п. 3.2.2).
3. Руководство по эксплуатации (совмещенное с паспортом) установка порошкового пожаротушения «УПП ЛАВИНА» (УПП-100-07Д).
4. Руководство по эксплуатации (совмещенное с паспортом) установка порошкового пожаротушения «МПП СПИ-100» (КД2-Б-УХЛЗ.1 «СПИ-100»).
5. Руководство по эксплуатации (совмещенное с паспортом) установка порошкового пожаротушения МПП «ОПАН-100» (МПП(Н)(РО)-100-КД-2-ГЭ-УХЛ).
6. Малый В.П., Батуев А.В. Поиск новых технических решений снижения количества срабатываний автоматической пожарной сигнализации на ложные признаки пожара на производственном объекте ПАО «НЗХК» г. Новосибирск // Молодые ученые в решении актуальных проблем безопасности: Сборник материалов IX Всероссийской научно-практической конференции, 30 ноября 2020 года, г. Железногорск – Изд-во: ФГБОУ ВО Сибирская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России, 2020.
7. Глазунова Е.А. Основные причины пожаров на производственных объектах // Научно-аналитический журнал «Актуальные проблемы безопасности в техносфере» №1 (1) – 2021, г. Железногорск – Изд-во: ФГБОУ ВО Сибирская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России, 2021.