

За рубежом средства порошкового пожаротушения к середине 60-х годов достигли определенного уровня развития. В ведущих странах уже применялись порошковые огнетушители, стационарные установки и автомобили. Наиболее полно гамма этих изделий представлялась западногерманским фирмам «Тоталь», «Минимакс» и французской «Биро». Основными предпосылками широкого их использования являлись универсальность применения (для тушения пожаров почти всех классов), высокая огнетушащая способность, значительный температурный предел использования от минус 60° до плюс 50 °С и относительно невысокая стоимость. Отечественная промышленность к этому времени уже была технологически подготовлена к выпуску огнетушащих порошков общего назначения, т. е. на бикарбонатной и фосфорноаммонийной основах. Серийно выпускались порошки ПС-1, ПС-2 и др., предназначенные для тушения металлов. В качестве технических средств подачи предлагались огнетушители вместимостью 6, 10 и 100 л, которые выпускались незначительными сериями.

Технические средства подачи порошков общего назначения необходимо было создавать и осваивать практически вновь с использованием имеющегося отечественного и зарубежного опыта по их использованию. Начало работ по их созданию опережало сроки получения первых опытных и серийных партий огнетушащих порошков. В качестве сыпучих материалов использовались близкие по дисперсности к ним цементы различных марок и порошок ПС-2 на основе кальцинированной соды. По сравнению с составом ПСБ первые имели большую плотность, а ПС-2 был относительно легким.

В первую очередь под руководством М.Н. Исаева проведены работы по исследованию движения порошков на бикарбонатной основе с целью подготовки методики расчета и проектирования установок стационарного пожаротушения.

Основу исследований составили экспериментальные работы по определению закономерности движения огнетушащего порошка на бикарбонатной основе ПСБ-1 по трубам и резиноканевым рукавам из установки, обеспечивающей транспортирование смеси со средней концентрацией [1]. Результаты работы и методика расчета были представлены соответствующими номограммами. Одновременно решались вопросы по определению норм подачи порошка при локальном и объемном тушении порошком ПСБ. Установлено, что при объемном тушении бензина норма подачи ПСБ с кремнийорганическими добавками составляет 0,5 кг/м³. По данным фирмы «Тоталь» (ФРГ) и «Биро» (Франция) аналогичная норма составляла 0,5-0,6 кг/м³. Интенсивность подачи порошка при тушении бензина на высоте 0,7 м от пола равнялась 0,056 кг/(с·м²). С увеличением высоты защищаемого объекта до 3 м интенсивность подачи порошка повышалась до значения 0,08 кг/(с·м²).

По результатам проведенных работ под руководством М.Н. Исаева были подготовлены и изданы рекомендации по проектированию и расчету стационарных установок по тушению трансформаторов и спиртов в резервуарах. Рекомендации распространялись также для условий тушения пожаров других легковоспламеняющихся горючих жидкостей и технологического оборудования. Указанные рекомендации служат одним из основных источников для проектирования стационарных установок порошкового пожаротушения и в настоящее время.

Исследования в области создания порошковых автомобилей и огнетушителей проводились под руководством О.М. Курбатского и Н.В. Исавнина. На основе анализа особенностей использования порошковых автомобилей были проведены работы поискового характера с целью определения возможности использования «аэрозольного» способа подачи сыпучих материалов в конструкциях установок порошкового тушения. К тому времени этот способ широко рекламировался и использовался на предприятиях переработки зерна. Отличительной особенностью этого способа являлось применение в конструкции порошковой установки аэроднища, которое позволяет псевдооживать порошок перед введением его в транспортный трубопровод.

Экспериментальные работы подтвердили возможность использования этого метода, который позволял снизить рабочее давление и запас сжатого воздуха, а следовательно и металлоемкость установки, повысить концентрацию подаваемой порошковой смеси. Были отработаны основные соотношения между расходом порошка и размерами аэроднища, основные требования, предъявляемые к конструкции элементов лафетного ствола и т. п. На их основе был разработан макет автомобиля порошкового тушения АП-2(130)-148. Принципиальная схема порошковой установки включала сосуд с порошком (камерный питатель), источник сжатого

воздуха, лафетный и ручные стволы с рукавными линиями, а также газовые коммуникации с соответствующей регулирующей давление и запорной арматурой [2].

Первый опытный образец порошкового автомобиля был подвергнут всесторонним огневым испытаниям по тушению розливов бензина, авиационного топлива, струй сжиженного (г. Альметьевск) и природного газа (г. Баку) с целью определения области его использования. По результатам этих испытаний изданы рекомендации по применению автомобиля. В них содержались особенности тушения порошком наиболее типовых очагов пожаров. Установлено, что из лафетного ствола с расходом состава ПСБ 20 кг/с можно потушить фонтан природного газа с дебитом $2 \cdot 10^6$ м³/сут, фонтан сжиженного газа с расходом 5 кг/с. Рекомендации были переданы во все гарнизоны пожарной охраны для использования.

Выпуск автомобиля АП-2(130)-148 был освоен на Ладанском заводе ППО в 1973 г. В качестве источника сжатого газа в нем использовались два ротационных компрессора РКВН-6, обеспечивающие рабочее давление в сосуде установки 0,15 МПа. Расход лафетного ствола составлял 20, ручного ствола – 1,2 кг/с.

Комплекция автомобиля порошкового тушения автономным источником сжатого воздуха является оптимальным решением. Но использование компрессоров РКВН-6 имело свои определенные недостатки, в частности, сложность эксплуатации их в отсутствие возможности использовать прерывистую подачу порошка через ручные стволы. В связи с этим и с целью продолжения ряда порошковых автомобилей в 1975 г. была разработана установка для автомобиля на шасси КамАЗ. Основное отличие ее от установки автомобиля АП-2(130)-148 состояло в том, что в ней был использован баллонный источник сжатого воздуха. По сравнению с зарубежными установками тем же зарядом по массе порошка количество баллонов в предлагаемой установке снижено в 2 раза [2]. Рабочее давление принято равным 0,4 МПа (4 кгс/см²), что обеспечило возможность использовать рукавные линии с прекрывным стволом-пистолетом с расходом 4-5 кг/с. Расход порошка лафетного ствола был увеличен до 30-40 кг/с при эффективной дальности струи до 30-35 м. Концентрация подаваемой смеси 150-200 кг/кг.

Значительное улучшение параметров порошковой установки позволило модернизировать автомобиль на шасси ЗИЛ-130. Была создана и в 1979 г. освоена модель АП-3(130)-148А. Модернизированный автомобиль АП-3(130)-148А неоднократно испытывался в огневых условиях. По количеству израсходованного порошка, по времени тушения авиационного топлива на площади 250 м² и других горючих материалов отечественный автомобиль АП-3(130)-148А по сравнению с автомобилями иностранных фирм показал лучшую огнетушащую способность.

По результатам работ 1975-1976 гг. была подготовлена заявка на разработку автомобиля на шасси КамАЗ с количеством порошка 5-6 т. Предполагалось сконструировать автомобиль с двумя установками, лафетные стволы которых размещались по оси автомобиля. Это решение позволяло использовать автомобиль по желанию потребителя в пенном, порошковом или комбинированном исполнении. Такой автомобиль более полно отвечал современным требованиям. Однако по ряду причин реальный порошковый автомобиль АП-5(53213)-196 был сконструирован с одним сосудом на 5500-6000 кг порошка ПСБ и одним лафетным стволом со сменными насадками на расходы 30-40 и 50-60 кг/с.

Порошковая установка автомобиля АП-3(130)-148А, подвергнутая дальнейшей модернизации по результатам более поздних работ, используется в конструкции автомобиля комбинированного тушения АКТ-2,5/3(133ГЯ)-197. Она же снабжена лафетным стволом и рукавной линией с прекрывным стволом. Эти же решения применяются и на разрабатываемых машинах тяжелого типа, например, болотоходах.

Имеется много примеров удачного применения на пожарах автомобилей порошкового тушения. В первую очередь порошок эффективно используется для тушения электроустановок под напряжением, легковоспламеняющихся и горючих жидкостей. Следует отметить, что процесс приобщения к порошковому тушению довольно медленный и сложный. Имеются случаи, когда многие пожарные, лишь убедившись на конкретном примере положительного применения порошка при личном участии, превращались в сторонников его использования. К сожалению, отсутствие механизированной загрузки автомобилей порошком также тормозил в определенной степени более широкое их применение.

За период с 1969 по 1974 г. были проведены основные работы по созданию порошковых огнетушителей с вместимостью корпуса 1, 2, 5 и 10 л. Основываясь на накопленном опыте проектирования и использования огнетушителей, а также на достижениях зарубежных фирм, в 1976-1977 гг. была проведена модернизация порошковых огнетушителей. В огнетушителях ОП-1

и ОП-2 была исключена необходимость переворачивания корпуса при работе, введена прерывистая подача порошка, значительно повышающая тактические возможности их при тушении очагов пожара. Огнетушители ОП-5 и ОП-10 были снабжены рукавом и пистолетом. Во всех конструкциях улучшению подвергалась система аэрации порошка. Внешний вид огнетушителей отрабатывался согласно требованиям ВНИИТЭ, с которым был заключен соответствующий договор. Все указанные огнетушители были освоены нашей промышленностью в определенных объемах.

В первой половине 70-х годов проводились исследования различных форм движения порошков по трубопроводам, в частности по резинотканевым рукавам. В основу теоретических исследований были положены зависимости, характерные для движения однофазной среды с учетом присутствия в ней твердых частиц. Коэффициент сопротивления движению твердых частиц рассматривался как функция параметра Фруда. Отличительной особенностью по сравнению с предыдущим методом отсечек и другими способами изменения плотности потока в других отраслях народного хозяйства в экспериментальных работах Н.В. Исовнина было применение емкостных датчиков плотности. Эти датчики не стесняют сечение потока и позволяют с необходимой достоверностью контролировать его состояние по времени проведения опыта.

В каждом испытуемом сечении трубопровода (рукава) в непосредственной близости от датчика плотности устанавливается датчик давления ДД-10. Таким образом в определенной точке трубопровода снимались все основные параметры, позволяющие косвенным способом определить скорости твердых частиц, рабочего газа и коэффициент скольжения частиц относительно газа. Емкостные датчики плотности довольно своеобразны в работе. Они выполнены без каких либо перемещений отдельных узлов относительно друг друга, при хорошей взаимной изоляции их и т.п. Пренебрежение этими требованиями приводит к различного рода неполадкам.

Более совершенная методика изменений плотности позволила глубже проникнуть в особенности транспортирования твердых частиц на примере перемещения огнетушащих порошков различных марок. Было установлено различие в движении порошков сплошным потоком, при средней концентрации [1] и при «аэрозольтранспорте».

Одновременно изучалось истечение порошков при переменном давлении в корпусе огнетушителя или установки. Истечение из огнетушителей при предварительном азиривании порошка характеризуется движением смеси сплошным потоком. Для многих установок в начальной стадии их работы свойственно движение сплошным потоком, когда газовый редуктор еще не включен, и транспортированием со средней концентрацией, когда происходит подпитка сосуда через форсунки, расположенные, как правило, в нижней части сосуда.

С целью более полного представления о работе установок изучались порошковые струи [3]. На основе полученных результатов сформулированы требования по подаче порошков с высокой концентрацией смеси, обеспечивающей повышенную эффективную длину струи. Установлено, что эффективная длина струй при давлении 0,4 МПа из установки с аэроднищем не ниже длины струи, полученной при давлении 1-1,4 МПа из установки с форсуночным вводом газа в слой порошка. Исследована огнетушащая способность порошковых струй [4]. Установлено, что эффективная длина струи несколько превышает дальность, определенную по месту максимального выпадения частиц порошка. Перечисленные в статье работы по созданию установок, автомобилей, огнетушителей и основные исследования по движению порошков являются основной базой при создании и разработке технических средств подачи порошков.

Начиная с конца 70-х годов специалистами Киевского филиала института под руководством В.А. Надубова и И.И. Зозули были разработаны автоматические порошковые огнетушители ОПА-50, ОПА-100 и ОПА-250, ручной огнетушитель ОП-10С «Прогресс» и в более позднее время унифицированный огнетушитель ОПУ-2. Последний огнетушитель рекомендован к серийному производству взамен выпускаемых в настоящее время изделий вместимостью 1 и 2 л. Остальные огнетушители в целом освоены промышленностью. На базе автоматических огнетушителей ОПА созданы установки модульного типа УПМ. В зависимости от компоновочных особенностей использования источника питания и средств сигнализации предложено несколько типов этих установок (УПМ-1, УПМ-2а и УПМ-2б).

Сотрудники Киевского филиала продолжили работы по изучению условий подготовки порошка в корпусе или сосуда установки, а также условий движения его по трубопроводам. Для условий псевдооживления предлагается учитывать «минимальную интенсивность колебаний», определяемую экспериментальным способом для каждого типа порошка. С механической точки зрения этот показатель представляет собой удельную мощность, необходимую для перевода

единицы массы порошка в состояние виброкипения. В целом при изучении условий пневматического транспортирования порошка используется модель псевдожидкости с локальными включениями газа. По мнению специалистов, повышение эффективности порошкового пожаротушения возможно путем замены пассивного тушения активным, которое может быть реализовано с помощью использования в УПМ автоматических устройств логического типа.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Исавнин Н.В. Средства порошкового пожаротушения. – М.: Стройиздат, 1983. – 158 с.
2. Исавнин Н.В., Курбатский О.М. Порошковая установка аэрозольтранспортируемого типа//Пожарная техника и тушение пожаров. – М., 1978. – Вып. 17. – С. 48-59.
3. Исавнин Н.В., Ульянов Н.И., Навценя Н.В. некоторые результаты экспериментального исследования порошковых струй//Пожарная техника и тушение пожаров. – М., 1979. – Вып. 18. – С. 87-94.
4. Исавнин Н.В., Ульянов Н.И., Навценя Н.В. Результаты исследований огнетушащей способности порошковых струй//Пожарная техника и тушение пожаров. – М., 1980 – Вып. 19. – С. 94-98.