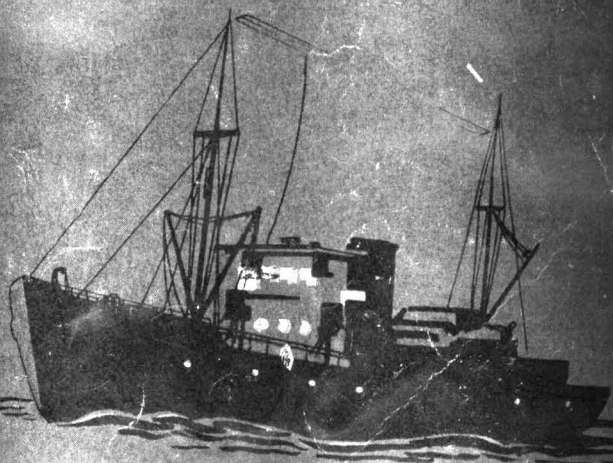


411.2
А65

РЕЕВА В.И. МАКСИМОВ В.С. ПЕЧКОВСКИЙ

СП

СОВРЕМЕННЫЕ СРЕДСТВА
ШЕНИЯ СУДОВЫХ ПОЖАРОВ
ВОЗДУШНО МЕХАНИЧЕСКОЙ
ПЕНОЙ



АНДРЕЕВА О. А., МАКСИМОВ В. И., ПЕЧКОВСКИЙ В. С.

П.2
А65

СОВРЕМЕННЫЕ СРЕДСТВА ТУШЕНИЯ СУДОВЫХ ПОЖАРОВ ВОЗДУШНО-МЕХАНИЧЕСКОЙ ПЕНОЙ



ИЗДАТЕЛЬСТВО «МОРСКОЙ ТРАНСПОРТ»
ЛЕНИНГРАД 1960

В брошюре приведены сведения о наиболее распространенных и эффективных системах и установках для тушения пожаров на судах при помощи воздушно-механической пены.

Брошюра может быть использована судовыми механиками, наблюдающими за эксплуатацией воздушно-пенного оборудования на судах, а также инженерно-техническими работниками, занимающимися проектированием судовых пожаротушительных систем и устройств, для чего в ней приводятся некоторые расчетные материалы.



ПРЕДИСЛОВИЕ

Воздушно-механическая пена широко используется для тушения пожаров в самых разнообразных отраслях промышленности, но до сих пор ее использование не получило нужного распространения на судах.

Приоритет в создании средств пенного тушения принадлежит русскому инженеру-технологу А. Е. Лорану, который в 1904 г. разработал и впервые продемонстрировал в Петербурге способы получения и применения сначала химической пены, а несколько позднее и воздушно-механической пены. Однако широкое распространение воздушно-механическая пена получила только в тридцатых годах текущего столетия, после ее вторичного рождения, в результате исследовательских работ, вызванных необходимостью создания простых и дешевых пенообразователей.

В настоящее время разработано и успешно применяется много различных типов пожаротушительных систем и устройств, служащих для получения воздушно-механической пены. Имеется довольно значительное количество различных пенообразователей, обеспечивающих получение воздушно-механической пены, пригодной для тушения самых разнообразных горючих материалов.

По сравнению с системами и устройствами химического пенотушения, воздушно-пенное тушение имеет ряд неоспоримых преимуществ, как например, простота, надежность, быстрота приведения в действие и постоянная готовность к пуску. Эти качества воздушно-пенных систем и устройств заставили проектировщиков противопожарного оборудования судов обратить внимание на воздушно-пенное тушение и сейчас воздушно-пенное тушение начинают использовать на судах, постепенно отказываясь от применения средств химического пенотушения.

В целях обмена опытом по разработке, проектированию и применению средств воздушно-пенного тушения на судах авторами и

написана настоящая брошюра. В дальнейшем естественно появятся еще более простые и эффективные системы и устройства, учитывающие современные достижения науки и техники. Авторы не могли останавливаться на системах или устройствах, которые, хотя и обладают достаточной эффективностью, но трудно применимы на судах, поэтому некоторые воздушно-пенные системы в настоящей брошюре не рассмотрены.

Авторы заранее выражают свою признательность лицам, которые выскажут те или иные критические замечания или дополнят их работу и поделятся опытом проектирования и эксплуатации судовых воздушно-пенных систем и устройств.

ГЛАВА I

СУДОВЫЕ ПОЖАРЫ, ИХ ОСОБЕННОСТИ И СПОСОБЫ ТУШЕНИЯ

1. ПРОЦЕСС ГОРЕНИЯ

Горение представляет собою химическую реакцию окисления, при которой выделяется большое количество тепла и света. Для горения необходимо наличие горючего вещества, среды, поддерживающей процесс горения, и такого количества тепла, которое могло бы обеспечить нагревание горючего материала до пределов, необходимых для его самовоспламенения и перехода в устойчивое горение.

В природе средой, обеспечивающей процесс горения, является воздух. Однако из составных частей воздуха в процессе горения участвует только кислород; азот и другие составляющие в процессе горения не участвуют. Изменяя концентрацию кислорода в воздухе, можно изменять скорости горения веществ. При повышении содержания кислорода в воздухе процесс горения ускоряется, а при снижении — замедляется. Воздух и горючее вещество составляют систему, способную гореть, а температурные условия обуславливают возможность самовоспламенения и горения системы. При установившемся режиме горения изменения системы, т. е. соотношения горючего и среды, поддерживающей горение, или температурных условий ведут к изменению скорости горения или к его прекращению. Таким образом, охлаждая горящий материал, прекращая поступление к горящему предмету воздуха или удаляя из зоны горения горючий материал, обеспечивается прекращение процесса горения, т. е. обеспечивается тушение пожара.

Необходимо отметить, что горение может происходить не только при условии доступа воздуха и находящегося в его составе кислорода, некоторые вещества, как бертолетова соль (хлорноватокислый калий) способны гореть за счет кислорода, находящегося в них и способного выделяться при нагревании. Кроме того, некоторые горючие материалы способны гореть без кислорода, например, фосфор горит в присутствии брома, алюминиево-магниевые сплавы в углекислом газе, медь в парах серы и т. д.

Эти обстоятельства требуют соблюдения правил совместной пе-

ревозки грузов, в которых указываются ограничения и порядок обеспечения противопожарной безопасности при перевозке их морем.

2. ПРИЧИНЫ ВОЗНИКНОВЕНИЯ ПОЖАРОВ НА СУДАХ

Несмотря на меры, принимаемые при постройке судов к уменьшению на них горючих материалов, на каждом судне все же имеется довольно большое их количество. Часть этих горючих материалов является конструктивными элементами судна: например, отделка и обшивка кают и помещений, краска, покрытия и пр. Частью горючих материалов являются предметы снабжения, например, постельные принадлежности, одежда. Значительное количество горючих материалов на судне приходится на долю смазочных материалов и топлива.

Кроме того, на судах наибольшее количество горючих материалов может приходиться на долю перевозимого груза. Это особенно ярко выражается на судах нефтеналивного флота, и на судах, предназначенных для перевозки особо пожароопасных грузов, например, хлопка, пиленого леса и др.

Несмотря на наличие правил предупреждения пожаров на судах, все же имеются случаи, когда возникающие на судах пожары принимали довольно большие размеры.

Наиболее характерными причинами возникновения пожаров на судах можно считать такие:

а) нарушение правил обслуживания машин и механизмов, особенно таких, где используется жидкое топливо, способное легко растекаться и воспламеняться;

б) нарушение правил нормальной эксплуатации электротехнических систем и устройств, приводящих к перегрузке и воспламенению электросистем и устройств;

в) неосторожное обращение с открытым огнем, курение вне специально отведенных мест, нарушение правил хранения промасленных концов и рабочей одежды;

г) неосторожное обращение с опасными грузами и нарушение правил безопасности при их погрузке, перевозке и выгрузке.

Нельзя не отметить, что последнее обстоятельство, как правило, вызывает особенно серьезные пожары.

Наиболее эффективными мерами предупреждения возникновения пожаров на судах является точное и неуклонное соблюдение всех установленных правил и поддержание на судне необходимого режима независимо от того, находится ли судно в рейсе или стоит в порту под погрузкой или выгрузкой.

3. ОСОБЕННОСТИ СУДОВЫХ ПОЖАРОВ

Судовые пожары характерны следующими особенностями:

— быстротой распространения огня, что объясняется конструктивными особенностями судов вообще, и наличием значительного ко-

личества горючих материалов, сконцентрированных в ограниченном объеме, например большой запас топлива в районе котельных или машинных отделений, горючий груз в грузовом трюме и т. д.;

— быстротой нарастания температуры в помещении, где возник пожар, вследствие ограниченной отдачи тепла внешней среде и наличия значительного количества металлических конструкций; это обстоятельство ускоряет процесс нагревания горючих материалов и способствует интенсивному развитию пожара;

— опасностью распространения пожара по смежным с горящим помещением, вследствие передачи тепла через ограничивающие металлические конструкции; именно поэтому на пассажирских судах требуется устройство противопожарных переборок, способных ограничить такое распространение пожара даже в тех случаях, когда нормальное тушение пожара по каким-либо причинам не производится;

— трудностью выяснения границ распространения пожара и выявления характера пожара, вследствие ограниченных подступов к огню из-за конструктивных особенностей судов и наличия на ограниченных путях подхода значительного количества дыма, газов и высокой температуры;

— трудностью развертывания действий по тушению пожара из-за сложности работы в темных и насыщенных механизмами помещениях или отсеках, откуда трудно выпустить дым и горячие газы, из-за чего в горящем помещении долгое время сохраняется высокая температура, затрудняющая тушение пожара;

— ограниченностью выбора средств пожаротушения, так как при пожаре на судне можно использовать в самый ответственный момент только то, что на нем имеется; именно поэтому суда должны снабжаться наиболее эффективными и надежными средствами тушения;

— ограниченным использованием воды для тушения пожара, так как вода не всегда может быть использована в качестве средства тушения, особенно для некоторых грузов, и потому, что неограниченное расходование воды может привести к нарушению нормальной остойчивости судна.

Указанные особенности требуют быстрого ввода в действие средств, пригодных для тушения большинства твердых и жидких горючих материалов. Одним из наиболее эффективных средств тушения является воздушно-механическая пена.

4. СПОСОБЫ ТУШЕНИЯ СУДОВЫХ ПОЖАРОВ

Для тушения судовых пожаров применяются два основных способа. Первый называется поверхностным или направленным. Сущность его состоит в том, что огнегасительное средство направляется непосредственно на горящий предмет. Второй называется объемным. Сущность его заключается в том, что помещение или отсек, в котором возник пожар, изолируется от окружающей атмосферы

и в него вводится огнетушительный реагент в виде паров или газов, снижающих содержание кислорода и тем обеспечивающих быстрое прекращение горения.

Воздушно-механическая пена относится к средствам поверхностного тушения пожаров.

Действие воздушно-механической пены при тушении горящих твердых предметов основано на том, что слой пены, нанесенной на них, производит охлаждение их поверхности, поскольку в пене имеется некоторое количество воды. Струя воздушно-механической пены, обладая значительной энергией, механически сбивает пламя, а пена преграждает поступление в зону горения воздуха (т. е. кислорода) и тепла, необходимых для поддержания процесса. Часть пены, стекающей на негорящие части, смачивает их, предупреждая этим их воспламенение.

При тушении жидких горючих материалов пена растекается по их поверхности, охлаждает поверхностный слой и прикрывает зеркало горючей жидкости от соприкосновения с потоком тепла из зоны горения, прекращая этим испарение жидкости и закрывая доступ воздуха к поверхности жидкости, т. е. изолирует ее от среды, поддерживающей горение.

Воздушно-механическая пена, в ее обычном виде, не может быть использована для тушения горючих жидкостей, смешивающихся с водой, поэтому ее нельзя применять для тушения метилового и этилового спиртов, ацетона и других подобных продуктов.

При тушении пожаров воздушно-механической пеной, необходимая эффективность может быть достигнута только в том случае, если в единицу времени на каждый квадратный метр горячей поверхности будет подаваться определенное количество пены. Эта зависимость носит наименование интенсивности подачи, величина которой зависит главным образом от рода горючего материала.

ГЛАВА II

ВОЗДУШНО-МЕХАНИЧЕСКАЯ ПЕНА, АППАРАТУРА И ПЕНООБРАЗОВАТЕЛИ ДЛЯ ЕЕ ПОЛУЧЕНИЯ

5. ВОЗДУШНО-МЕХАНИЧЕСКАЯ ПЕНА И ЕЕ ОСНОВНЫЕ СВОЙСТВА

Воздушно-механическая пена, применяемая для тушения пожаров, состоит из массы мелких пузырьков, наполненных воздухом. Пена получается в результате механического перемешивания примерно 90% воздуха, 9,6% воды и 0,4%¹ жидкого пенообразователя, хорошо растворяющегося в воде.

Воздушно-механическая пена достаточно стойка, вязка, хорошо удерживается на гладких вертикальных поверхностях и химически нейтральна. Как сама пена, так и пенообразователи, используемые для ее получения, не портят судовое оборудование, одежду и безопасны в обращении.

Удельный вес пены около 0,1 г/см³.

Воздушно-механическая пена хорошо образуется как при использовании пресной, так и морской воды. Причем соленость морской воды особенно большой роли на качество воздушно-механической пены не оказывает, но ограничивает возможность ее применения при тушении пожаров электрооборудования.

Для тушения электросистем и установок, находящихся под напряжением, может быть применима воздушно-механическая пена, получаемая только на пресной воде.

Опытами установлено, что воздушно-механической пеной из аппаратуры с внутренним пенообразованием, при диаметре spryska 8—10 мм, можно тушить системы и устройства, стоящие под напряжением до 1000 в (переменного и постоянного тока), при длине пенной струи в 200 мм. При увеличении длины струи до трех и более метров практически можно тушить устройства, стоящие под напряжением до 40 000 в, но также при условии применения для получения воздушно-механической пены обязательно пресной воды. При применении морской, соленой воды воздушно-механическая пена становится электропроводной и не может применяться для тушения пожаров электросистем и установок, находящихся под напряжением.

¹ % по объему.

6. АППАРАТУРА ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ ВОЗДУШНО-МЕХАНИЧЕСКОЙ ПЕНЫ

Аппаратура для получения воздушно-механической пены делится на две группы. К первой относится аппаратура с внешним пенообразованием. Ко второй группе относится аппаратура с внутренним пенообразованием. Этот вид аппаратуры применяется, главным образом, для обеспечения тушения небольших пожаров в котельных, моторных и в электромашинных отделениях судов.

Кроме деления по характеру пенообразования, вся аппаратура может быть разделена на системы и установки пенотушения.

Системы пенотушения служат для обеспечения подачи воздушно-механической пены в больших количествах, главным образом для тушения жидкого груза на наливных судах или для тушения больших пожаров в машинных или котельных отделениях судов, работающих на жидком топливе. Для обеспечения работы таких систем необходимо, чтобы на судне одновременно работали другие судовые системы, например, напорно-пожарная, обеспечивающая подачу воды для пенотушения.

Установками пенотушения называют устройства, служащие для подачи пены в ограниченных количествах, но зато действующие независимо от работы других судовых систем или устройств, чем они и отличаются от систем пенотушения.

Все системы и установки пенотушения, использующие воздушно-механическую пену и применяемые на судах, проектируются и строятся в соответствии с правилами противопожарного оборудования и снабжения морских судов, издаваемыми Регистром СССР.

Таблица 1

Интенсивность подачи воздушно-механической пены при тушении нефтепродуктов стационарными системами пенотушения

Температура вспышки нефтепродуктов или горючей жидкости	Род нефтепродуктов или жидкостей	Интенсивность л/сек на м ²
Ниже +23° С	Сырые нефти, бензины, лигроины, газойли	1,25
От +23° до +45°	Керосины легкие, керосины тракторные, легкие масла, некоторые сорта дизельного топлива	1,0
От +45° и выше	Дизельные топлива, мазуты, масла	1,0

Примечание. Продолжительность работы системы при приведенной интенсивности принимается равной 10 мин. Запас пенообразователя предусматривается на трехкратную работу системы. Указанная в таблице интенсивность рассчитана на использование пенообразователя ПО-1.

Правила Регистра СССР предусматривают только минимальные требования к системам и установкам пожаротушения. Не останавливаясь подробно на требованиях к отдельным элементам систем пенотушения, следует указать, что правила Регистра предусматривают для них определенную интенсивность подачи пены, приведенную в таблице 1.

При подаче пены для тушения пожаров жидкого топлива правилами Регистра СССР предусматривается и подача водяных струй, необходимых для обеспечения охлаждения нагретых металлических конструкций, без чего тушение пожаров пеной может оказаться безуспешным.

Требования к времени работы системы или интенсивности подачи пены не распространяются на переносную аппаратуру воздушно-пенного тушения, которая правилами Регистра предусматривается в нормах снабжения.

7. ОТЕЧЕСТВЕННЫЕ ПЕНООБРАЗОВАТЕЛИ ДЛЯ ПОЛУЧЕНИЯ ВОЗДУШНО-МЕХАНИЧЕСКОЙ ПЕНЫ

С целью придания воде способности образовывать стойкую, пригодную для тушения пожара пену, в воду вводят специальные добавки, известные под наименованием пенообразователей.

Основной особенностью пенообразователей являются: способность быстро растворяться в пресной и морской воде, полная нейтральность и свойство длительное время сохранять пенообразующие качества.

Все пенообразователи, применяемые для получения воздушно-механической пены, должны обладать следующими качествами:

- а) обеспечивать создание пены, способной сохраняться без явных следов разрушения по меньшей мере в течение 30 мин;
- б) обеспечивать кратность пенообразования не менее 5 и не более 15;
- в) не содержать в своем составе грубых, взвешенных частиц, способных засорить трубопроводы и аппаратуру пенотушения;
- г) быть нейтральными и не вызывать коррозии аппаратуры и емкостей, в которых они хранятся;
- д) не терять своих пенообразующих свойств, по меньшей мере, в течение года и не терять способности пенообразования после заморозания и последующего оттаивания;
- е) обладать вязкостью, позволяющей транспортировать его по трубам.

В настоящее время наибольшим распространением в СССР пользуются два отечественных пенообразователя, известные под наименованием ПО-1 и ПО-6.

Пенообразователь ПО-1 (ГОСТ 6948-54) состоит из: керосинового контакта, имеющего в своем составе не менее 44% сульфо-

кислот (продукт этот должен отвечать ГОСТ 463-53), костного клея (ГОСТ 2067-47), технического едкого натра (ГОСТ 2263-43), в количестве, обеспечивающем полную нейтрализацию продукта, и некоторого количества этилового спирта-сырца (ГОСТ 131-51) или концентрированного этиленгликоля (ГОСТ 6367-52).

В готовом виде пенообразователь ПО-1 представляет собою темно-коричневую жидкость без каких-либо взвесей или посторонних включений. Удельный вес пенообразователя (при 20°) 1,12—1,14.

Пенообразователь замерзает при температуре -8° , но из-за повышения вязкости при температуре ниже -2° им практически пользоваться невозможно.

Следует указать, что пенообразователь представляет собою продукт довольно сложной химической технологии, а не простую смесь приведенных в ГОСТе компонентов, и поэтому приготовление его кустарным способом невозможно.

Пенообразователь ПО-6 (ТУ-193-56 Министерства мясной и молочной промышленности) состоит, в основном, из нейтрализованного гидролизата технической крови крупного рогатого скота, с содержанием белка 6,75—7,25% (в пересчете на сухой остаток), сернокислого закисного железа и фтористого натрия. Последний продукт является антисептиком и предупреждает быстрое разложение пенообразователя.

Удельный вес пенообразователя ПО-6 (при 20°) 1,1—1,15, температура замерзания -5° .

Пенообразователи ПО-1 и ПО-6 поставляются промышленностью в металлической таре, обычно бочках емкостью в 100 л. На каждую бочку, в соответствии с техническими условиями, наносится наименование продукта, марка завода-изготовителя, дата выпуска и контрольный срок хранения. Каждая партия пенообразователя снабжается паспортом, подтверждающим соответствие продукта техническим условиям или ГОСТу.

Пенообразователи следует хранить при температурах не ниже нуля, так как при более низких температурах они начинают густеть.

Оттаявшие пенообразователи восстанавливают свои свойства и могут быть применены для тушения пожаров, но только после проверки их качества по упрощенной методике.

Не следует хранить пенообразователи в помещениях с высокой температурой (выше $+25^{\circ}$). При высокой температуре происходит постепенное упаривание воды из пенообразователей, вследствие чего увеличивается их вязкость и возникает опасность выпадения осадков. Это может привести к засорению пенопроизводящей аппаратуры и выходу ее из строя.

Пенообразователь ПО-6, кроме того, при высоких температурах быстро загнивает, что легко определяется по характерному запаху. Испорченный пенообразователь ПО-6 не обеспечивает получение хорошей пены, поэтому его не рекомендуется применять на судах,

где крайне сложно обеспечить точный контроль над условиями его хранения.

Кроме указанных пенообразователей ПО-1 и ПО-6, в свое время в СССР изготавливались пенообразователи под наименованием ПО-3 и ПО-4.

Пенообразователь ПО-3 изготавливался на базе кислого гудрона, пенообразователь типа ПО-4 представлял собою нейтрализованный керосиновый контакт в смеси с водным раствором железоокисного коагулянта. Особенностью обоих пенообразователей являлась их повышенная кислотность, вследствие чего хранение их на судах вызывало некоторые трудности. Известен также и отечественный пенообразователь «Некаль», представляющий собою пасту, содержащую натриевую или аммониевую соли бутилсульфонафталина. Для получения пенообразователя требовалось развести пасту в теплой воде из расчета примерно 30—40 кг на 100 л воды.

Для проверки качества пенообразователей производится испытание их на кратность пенообразования. Для проведения этого испытания необходимо приготовить соответствующую пробу из смеси воды и пенообразователя.

Для проверки пенообразователя ПО-1 берут 2 см³ пенообразователя и 98 см³ пресной воды комнатной температуры. Приготовленную смесь наливают в стеклянный градуированный сосуд или цилиндр емкостью в 1000 см³ и взбалтывают в руках в продолжение 30 сек.

Если полученный при этом объем пены в см³ разделить на объем залитой для испытания смеси, то полученный результат покажет кратность пенообразования, т. е.

$$K = \frac{W_{\text{пены}}}{W_{\text{пробы}}}$$

Пенообразователь ПО-1 считается пригодным, если кратность пенообразования при 2% растворе будет не ниже 7. Пенообразователи с пониженной кратностью не уничтожаются, а могут быть обращены или на учебные цели или же подвергнуты регенерации — упариванию. Обычно после упаривания и получения нормального удельного веса кратность пенообразования восстанавливается полностью.

Пенообразователи считаются пригодными для пожаротушения не только по кратности, но и по стойкости пены. Испытание стойкости производится в том же сосуде и с теми же растворами, которые использовались для испытания кратности пенообразователя. Для проверки стойкости пробу подвергают взбалтыванию и замеряют объем полученной пены. После этого сосуд с пеной ставят под наблюдение и замеряют количество сохранившейся в нем пены через 30 минут.

Приняв первоначальный объем за 100%, определяют остаток через 30 мин. Стойкость пены определяется из отношения первоначального объема и объема пены, замеренного через 30 мин.

Предположим, что начальный объем пены, полученный из пенообразователя ПО-1, составил 980 куб. см ($W_{пены}$), а последующий, $W_{ост}$ через 30 мин оказался равный 880 куб. см, тогда стойкость пены, выражаемая в процентах, будет равна:

$$Ст_{по} = \frac{W_{ост} \cdot 100}{W_{пены}} = \frac{880 \cdot 100}{980} = 89,8\%$$

Пенообразователь ПО-1 считается пригодным для пожаротушения, если стойкость его окажется не менее 80%.

Для испытания пенообразователя ПО-6 проба должна состоять из 4 см³ пенообразователя и 96 см³ воды. Минимальная кратность пенообразования пробы должна быть 5, а стойкость через 60 мин не менее 75%.

Расходы пенообразователей при работе аппаратуры составляют по объему 3—5% по отношению к воде, расходуемой для получения воздушно-механической пены. При увеличении количества пенообразователя в эмульсии более 5% пена делается слишком легкой и непригодной для тушения, снижение количества пенообразователя ниже 3% делает пену нестойкой.

8. НЕКОТОРЫЕ ИНОСТРАННЫЕ ПЕНООБРАЗОВАТЕЛИ

На судах, построенных за последние годы для СССР на иностранных верфях, установлена аппаратура воздушно-пенного тушения и имеется соответствующий запас пенообразователей.

Наиболее распространенными пенообразователями иностранного происхождения является пенообразователь американского производства под наименованием «Роквуд» (Rockwood Sprinkler Company). По внешнему виду он представляет собой жидкость темно-коричневого цвета с удельным весом 1,3 г/см³. Пенообразователь совершенно нейтрален, хранится в герметически запаянных жестянках емкостью около 20 л. Имеется пенообразователь с температурой замерзания около —8° и с повышенной морозостойкостью до —39°. Пенообразователь может использоваться для всех видов пожаротушительной аппаратуры. Кратность пенообразования около 6—6,5 при 2% растворе. Рекомендуемый расход лежит в пределах 3—4% по отношению к воде, используемой для получения воздушно-механической пены.

Пенообразователь «Ницерол» (Nicerol) английского производства представляет собою вязкую жидкость почти черного цвета с удельным весом 1,15 г/см³. Пенообразователь нейтрален, выпускается в герметически запаянных жестяных банках емкостью около 10 и 20 л или в барабанах емкостью около 180 л. Изготовители рекомендуют расход пенообразователя в 3%. При этом расходе кратность пенообразования лежит в пределах 8—8,5.

Пенообразователь «Ницерол» замерзает при температуре около —17°.

Пенообразователь шведского производства «Метеор» (Meteor) представляет собою почти черную жидкость маслянистого вида. При расходе от 4 до 5% по отношению к воде пенообразователь дает хорошую, стойкую воздушно-механическую пену. Кратность, в среднем, колеблется около 8,5. Удельный вес пенообразователя около 1,13. Температура замерзания около —15°. Поставка этого пенообразователя производится в запаянных жестянках емкостью в 20 и 40 л.

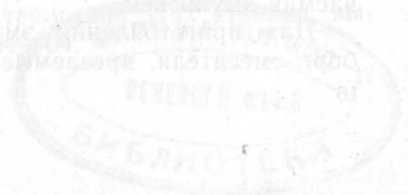
Примерно такими же данными обладают пенообразователи немецкого производства, известные под наименованиями «Тугоген» и «Туталон», венгерский пенообразователь «Пиротокс» и другие. Хотя по своему составу иностранные

пенообразователи весьма разнообразны, все же они в той или иной степени содержат нейтрализованные сульфонафтоновые кислоты или нейтрализованные гидролизаты белково-содержащих продуктов.

Проверкой, произведенной авторами настоящей брошюры, можно считать доказанным, что при тушении пожаров все пенообразователи оказались весьма сходными, и что отечественный пенообразователь типа ПО-1 по качеству несколько выше иностранных. Единственным преимуществом некоторых иностранных пенообразователей являются низкие температуры их замерзания, но это качество приобретается за счет снижения кратности пенообразования.

Основываясь на произведенных опытах, следует считать, что при отсутствии на наших судах, построенных иностранными верфями, пенообразователей иностранного производства, их можно заменить отечественными, не меняя никаких узлов систем или устройств пенотушения.

Методика, применяемая для определения кратности и стойкости отечественных пенообразователей, пригодна для проверки пенообразователей иностранного производства и может быть рекомендована для повседневного наблюдения за качеством пенообразователя на судах, имеющих системы воздушно-пенного тушения любого типа.



ГЛАВА III

АППАРАТУРА ПЕНОТУШЕНИЯ С ВНЕШНИМ ПЕНООБРАЗОВАНИЕМ

9. ВИДЫ АППАРАТУРЫ

Для получения воздушно-механической пены необходимо наличие воды, воздуха и специального жидкого пенообразователя, которые должны перемешиваться в указанных ранее пропорциях, обеспечивающих получение качественной пены.

Перемешивание составных частей воздушно-механической пены происходит в воздушно-пенных стволах, являющихся основным узлом аппаратуры с внешним пенообразованием. Воздушно-пенные стволы выполняются в нескольких вариантах, отличающихся по конструктивному выполнению, назначению и производительности.

Различные воздушно-пенные стволы с эжекторным устройством могут быть присоединены к любому водопитателю и за счет напора проходящей через них воды способны подсасывать пенообразователь, необходимый для получения пены. Эжекторные стволы, в зависимости от производительности, могут быть ручные (до $7,5 \text{ м}^3$ пены в минуту) или лафетные (от $10\text{--}20 \text{ м}^3$ до $100\text{--}150 \text{ м}^3$ пены в минуту).

Ручные стволы являются, обычно, предметами судового снабжения.

Лафетные воздушно-пенные стволы являются принадлежностью специальных судов, например, морских буксиров, спасательных и пожарных судов.

Наряду с эжекторными стволами получили распространение и безэжекторные стволы, которые выполняются в нескольких вариантах, не отличающихся по своей производительности и размерам от таких же эжекторных стволов. На безэжекторных стволах нет приспособления, обеспечивающего подсос пенообразователя к воде, поэтому к стволам должна подводиться не обычная пресная или морская вода, а смесь воды с пенообразователем, обычно называемая эмульсией.

Для приготовления эмульсии применяются переносные приборы-смесители, врезаемые в рукавные линии или подключаемые

к пожарным рожкам, иногда применяются специальные схемы, обеспечивающие приготовление эмульсии у пожарных насосов, питающих стволы водой.

10. РУЧНЫЕ ВОЗДУШНО-ПЕННЫЕ СТВОЛЫ

Основным типом воздушно-пенных стволов, выпускаемых отечественной промышленностью, являются стволы типа ВПС. Конструктивное выполнение ствола видно на рис. 1.

Стволы типа ВПС с эжектирующим устройством (или ВПСЭ) имеют головку 1 с тремя боковыми, наклонными соплами 5 и центральным соплом 6. На центральном сопле смонтирован водоструйный эжектор, имеющий рабочую камеру 7 и распылитель 8. К рабочей камере присоединен патрубок 11, на котором установлен дозирующий кран 9 и имеется штуцер с нарезкой для присоединения гайки резинового рукава 10, по которому производится подача пенообразователя к эжектору. Головка имеет на конце резьбу для установки соединительной арматуры, обычно представляющей собою рукавную головку (гайку) типа РОТ. Головка помещена в конусообразной части кожуха ствола 2, имеющего ручки 4 для управления стволом. Гайка 3 служит для соединения ствола с рукавом.

Для пуска ствола в действие, необходимо присоединить его к рукавной линии, проложенной от пожарного рожка или какого-либо другого водопитателя, обладающего достаточной производительностью и подающего воду под достаточным напором, присоединить к эжекторному устройству резиновый рукав для подсоса пенообразователя и подготовить емкость с пенообразователем.

Вода, поступающая к стволу, проходит по внутреннему каналу к трем соплам, выбрасывается в виде трех наклонных струй в кожух ствола, где они сталкиваются и образуют мелкую водяную пыль. Часть воды проходит через эжектирующее устройство в центре головки ствола и подсасывает по резиновому рукаву пенообразователь.

Для регулирования количества подсасываемого пенообразователя используется дозирующий кран 9.

Пенообразователь, смешанный с водой, выбрасывается из центрального отверстия также внутрь кожуха и там смешивается с распыленной водой, выброшенной через боковые сопла.

При движении распыленной воды, смешанной с пенообразователем, по кожуху ствола в него всасывается воздух. В результате перемешивания воды, пенообразователя и воздуха и получается воздушно-механическая пена, выбрасываемая из ствола в виде сплошной струи.

Воздушно-пенные стволы ВПСЭ выпускаются трех образцов и отличаются по производительности, весу и размерам.

В таблице 2 даны основные характеристики этих стволов, выпускаемых в соответствии с ГОСТ 7184-54.



Таблица 2

Техническая характеристика ручных воздушно-пенных стволов
типа ВПС по ГОСТ 7184-54

(см. рис. 1)

Тип ствола	Условный проход, мм	Рабочее давление перед ство- лом, кг/см ²	Расход воды через ствол, л/мин	Производитель- ность по пене м ³ /мин
ВПС-2,5 ВПСЭ 2,5	50	6	216	2,5
ВПС-5 ВПСЭ-5	70	6	390	5,0
ВПС-7,5 ВПСЭ-7,5	70	6	510	7,5

Размеры, мм						Вес, кг
L	H	D	D ₁	d ₂	d ₁	
980	200	40	61	4	8	3,0 6,0
1745	230	52	75	4	9	6,0 8,0
2100	260	52	100	4	11	9,0 11,5

Примечание. Присоединительная резьба для навертывания гаек на головку для ствола типа ВПС-2,5 трубная 2" (для гаек Ø 50 мм), на стволах ВПС-5 и ВПС-7 трубная 2 1/2" (для гаек Ø 65 мм).

Воздушно-пенные стволы производительностью до 2,5 м³ пены в минуту часто используются в комплекте с ранцем для хранения запаса пенообразователя. Обычно стволы, комплектуемые ранцами, снабжаются дополнительным краном на головке ствола, чтобы работающий со стволом мог регулировать количество воды, подаваемой к стволу и регулировать его производительность.

Как видно на рисунке 2, воздушно-пенный ствол с ранцем состоит из собственно ствола 5, соединенного при помощи резино-

вого рукава 6 с краном 7, установленным на ранце. Ранец 1 представляет собой сварной стальной резервуар емкостью 23,5 л. Ранец имеет крышку 3 с центральным отверстием диаметром 5 мм. Ранец носится на спине работающего со стволом при помощи ремней 2. Кран 4 служит для регулировки поступления воды к стволу.

Особенностью всех воздушно-пенных стволов с эжекторами для подсоса пенообразователя является зависимость их производительности от напора воды, подаваемой для питания ствола. Номинальная производительность принимается при давлении воды у ствола в 6 кг/см^2 , при уменьшении давления производительность

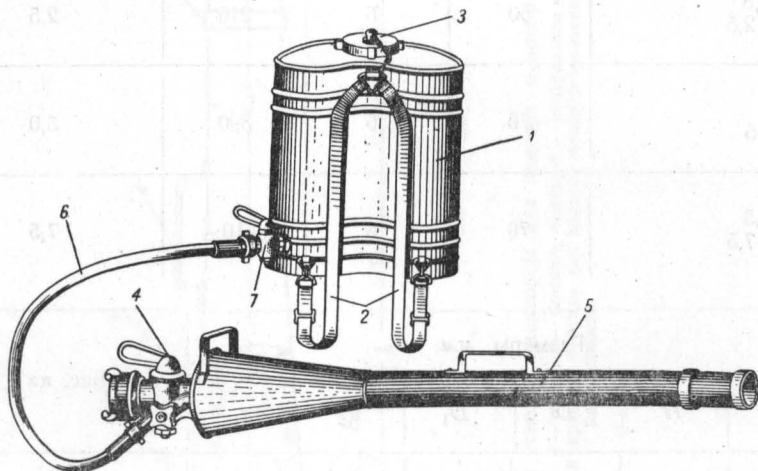


Рис. 2. Воздушно-пенный ствол с ранцем.

1 — ранец; 2 — плечевые ремни; 3 — крышка ранца; 4 — кран головки ствола; 5 — ствол; 6 — резиновый рукав; 7 — кран на ранце.

стволов резко падает, а при давлении ниже 3 кг/см^2 пены должного качества не получается.

Кроме воздушно-пенных стволов с эжектирующим устройством, в обращении имеются стволы типа ВПС безэжекторного типа. Они полностью повторяют конструкцию эжекторного ствола, но не имеют эжектора, который на этих стволах заменен простым соплом. Такие стволы могут обеспечить создание воздушно-механической пены только в том случае, если к ним будет подведена не вода, а готовая эмульсия, т. е. смесь воды с необходимым количеством пенообразователя.

На рисунке 3 показано устройство безэжекторного ствола типа ВПС. Головка этого ствола 1 снабжена резьбой, на которую может быть навернута или соответствующее рукавное соединение, или фланец 5, если ствол предполагается установить стационарно; наклонные сопла 2 установлены так же, как на стволах ВПСЭ соответствующей производительности, а центральное сопло 4 не имеет

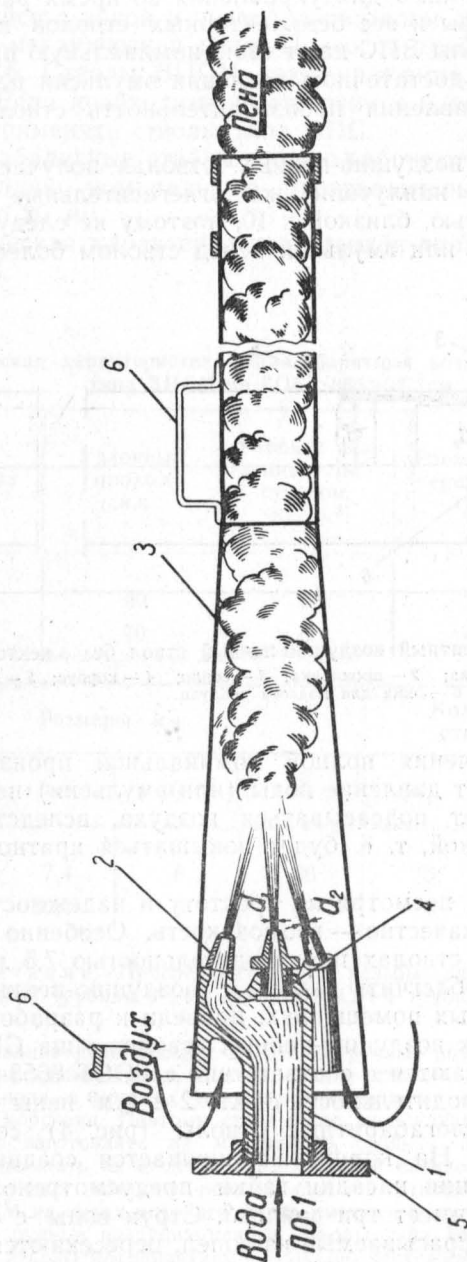


Рис. 3. Воздушно-пенный ствол без эжектора.

1 — головка; 2 — наклонные сопла; 3 — кожух ствола; 4 — центральное солено или пробка; 5 — фланец или рукавная гайка; 6 — ручки (при использовании ствола для стационарной установки заменяются креплениями).

эжектора. Кожух ствола ничем не отличается от кожуха стволов ВПСЭ и имеет ручки 6 для управления во время работы.

Габаритные размеры и вес безэжекторных стволов приведены в таблицах 2 и 3. Стволы ВПС дают свою номинальную производительность только при достаточном давлении эмульсии перед стволом. При снижении давления производительность стволов также снижается.

Обычно в ручных воздушно-пенных стволах получается пена с кратностью 12—14, наилучшие же огнегасительные свойства имеет пена с кратностью, близкой к 10, поэтому не следует увеличивать давление воды или эмульсии перед стволом более, чем это

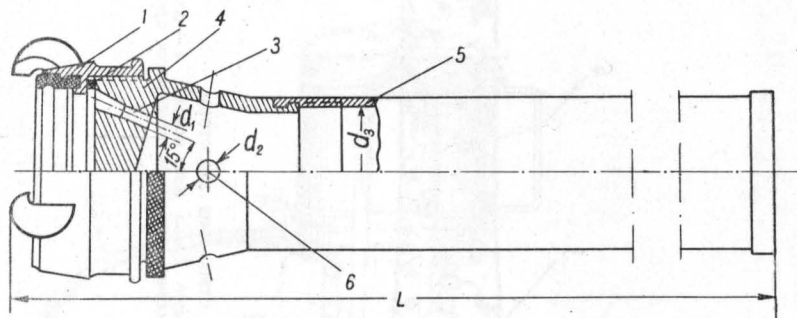


Рис. 4. Малогабаритный воздушно-пенный ствол без эжектора.
1 — соединительная гайка; 2 — прокладка; 3 — сопло; 4 — корпус; 5 — труба;
6 — окна для подсоса воздуха.

необходимо для получения полной номинальной производительности. Чем выше будет давление воды (или эмульсии) перед стволом, тем больше будет подсасываться воздуха, вследствие чего пена будет более легкой, т. е. будет повышаться кратность пенообразования.

Стволы типа ВПС, несмотря на простоту и надежность, имеют одно отрицательное качество — громоздкость. Особенно это сказывается на больших стволах производительностью 7,5 м³ пены в минуту. Стремление облегчить работы с воздушно-пенными стволами, особенно в тесных помещениях, привели к разработке и выпуску малогабаритных воздушно-пенных стволов типа СВПМ.

Эти стволы выпускаются в соответствии с ГОСТ 8653-57 в двух модификациях: производительность около 2 и 4 м³ пены в минуту.

Конструктивно малогабаритные стволы (рис. 4) состоят из корпуса 4 и трубы 5. На корпус навинчивается соединительная гайка 1, для уплотнения насадки гайки предусмотрено наличие прокладки 2. Корпус имеет три сопла 3. Струи воды с примесью пенообразователя, выбрасываемые из сопел, пересекаются в одной точке, лежащей на оси ствола. При пересечении струи они разбиваются и образуют распыленный поток, который, двигаясь по

трубе 5, подсасывает из конусообразной части трубы воздух, смешивающийся с водой и пенообразователем, при этом и образуется воздушно-механическая пена. Подсос в трубу осуществляется через окна 6. Стволы ВПСМ дают кратность выхода пены порядка 8—9. Если необходимо иметь пену в более высокой кратности, следует применять стволы типа ВПС.

Малогобаритные стволы хорошо работают при давлении 6 кг/см^2 , давая полную номинальную производительность и струю пены длиной до 20 м.

Техническая характеристика стволов типа ВПСМ приведена в таблице 3.

Таблица 3

Техническая характеристика малогабаритных воздушно-пенных стволов типа ВПСМ по ГОСТ 8653-57 (см. рис. 4)

Тип ствола	Условный проход мм	Рабочее давление перед стволом, кг/см ²	Расход воды через ствол, л/мин	Производительность по пене л/мин
СВПСМ-2	50	6	234	2000
ВПСМ-4	70	6	468	4000

Размеры, мм				Количество отверстий		Вес, кг
L	d ₁	d ₂	d ₃	d ₁	d ₂	
560	7,4	8	36	3	4	1,3
810	10,4	8	60	3	6	2,1

Примечание. Присоединительные резьбы для наворачивания гаек на стволе ВПСМ-2 трубная 2", на стволе ВПСМ-4 трубная 2 1/2".

На основании действующих ГОСТ все ручные воздушно-пенные стволы выполняются из алюминиевых сплавов. Такие стволы хорошо работают только на пресной воде, в морских условиях алюминиевые детали быстро выходят из строя из-за коррозии. Поэтому стволы для эксплуатации на морских судах рекомендуется изготовлять из материалов, стойких по отношению к морской воде, или защищать их стойкой поверхностной пленкой.

Кроме ручных воздушно-пенных стволов стандартизованных типов, т. е. ВПС и ВПСМ на судах морского флота имеются и поступают в настоящее время упрощенные ручные воздушно-пенные стволы типа ВПС-1-3 и ВПС-1-5. Выпускаются эти стволы предприятиями ММФ по чертежам ЦПКБ.

Как видно на рисунке 5, основной частью этих стволов является корпус 1, имеющий с одной стороны резьбу для навинчивания соединительной гайки 8, в центре корпуса имеется сопло 2. К соплу присоединяется диффузор из листовой

стали 3, на поверхности которого сделаны отверстия для подсоса воздуха 4, несколько вмятые, так, чтобы был обеспечен подсос воздуха по движению жидкости внутри диффузора. Сам диффузор помещен внутри металлической трубы кожуха 5, снабженного окнами 6 для пропуска воздуха к диффузору. На конце кожуха имеется кольцо жесткости 7. Работает ствол на смеси воды с пенообразователем, подаваемой к стволу от смесителя или от специальной сети пенного тушения, т. е. так же, как работают все другие воздушно-пенные стволы безэжекторного типа. Поступающая в ствол эмульсия проходит через сопло и разбрызгивается в диффузоре под влиянием струй воздуха, поступающих через отверстия в диффузоре. При смешивании воздуха и эмульсии образуется воздушная пена,

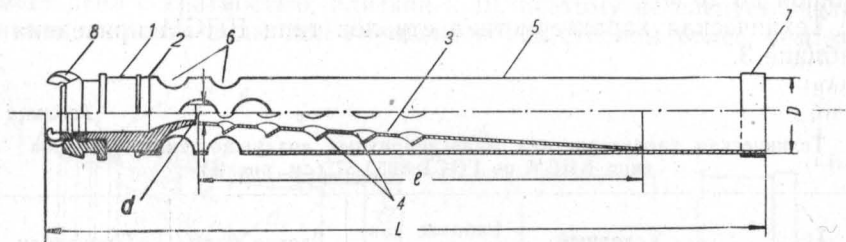


Рис. 5. Воздушно-пенный ствол типа ВПС-1-3 (ВПС-1-5).

1 — корпус; 2 — сопло; 3 — диффузор; 4 — отверстия для подсоса воздуха; 5 — кожух; 6 — окна; 7 — кольцо жесткости; 8 — соединительная гайка.

выбрасываемая из ствола в виде струи. Стволы выпускаются производительностью в 3 и 5 м³ пены в минуту, differing только размерами. В таблице 4 приведены основные технические характеристики этих стволов.

По сравнению со стволами ВПС и ВПСМ никаких особых преимуществ упрощенные стволы не имеют.

Таблица 4

Техническая характеристика воздушно-пенных стволов типа ВПС-1-3 и ВПС-1-5 (см. рис. 5)

Тип ствола	Условный проход, мм	Рабочее давление перед стволом, кг/см ²	Расход воды, л/мин	Производ. по пене, м ³ /мин	Кратность пенообразования
ВПС-1-3	50	4,0	325	3,15	9,4
ВПС-1-5	65	4,0	528	5,02	9,5
Размеры, мм				Вес, кг	Соединительная арматура, мм
L	D	d	l		
800	50	16	650	2,5	50
1180	65	20	990	3,4	65

Примечание. Разновидностью стволов ВПС-1-3 и ВПС-1-5 являются стволы такого же типа с эжекторами. Отличаются они весом (на 0,5 кг больше) и длиной на 50 мм больше. Со смесителями «ПС» стволы не работают.

11. ПЕРЕНОСНЫЕ СМЕСИТЕЛИ

В тех случаях, когда для получения воздушно-механической пены применяются воздушно-пенные стволы безэжекторного типа, для приготовления эмульсии используются переносные смесители, обычно врезаемые в рукавные линии.

На рис. 6 показана схема установки смесителя для питания воздушно-пенного ствола. Рукав 1 соединяет смеситель 2 с ближайшим пожарным рожком 6. При помощи резинового рукава 3, пенообразователь из бидона 7 поступает в смеситель, а по рукаву 4 готовая эмульсия подается к воздушно-пенному стволу 5.

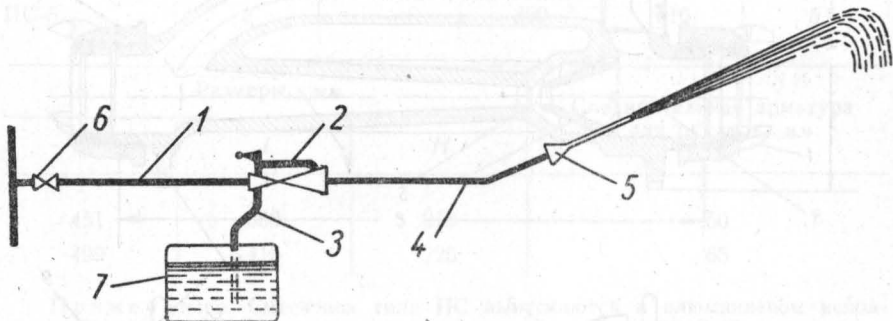


Рис. 6. Схема установки смесителя в рукавную линию.

1 — рукав для подачи воды; 2 — смеситель; 3 — рукав для подсоса пенообразователя; 4 — рукав, соединяющий смеситель с воздушно-пенным стволом; 5 — воздушно-пенный ствол; 6 — пожарный рожок; 7 — бидон с пенообразователем.

Наиболее распространены смесители (рис. 7), работающие на принципе водоструйных насосов или эжекторов. Вода, поступающая в приемный патрубок 8, разветвляется на два потока, часть ее идет через сопло 6 в диффузор 4. При движении воды через сопло в рабочей камере 5 создается разрежение и пенообразователь по резиновому рукаву, присоединенному к патрубку 7, поступает в смеситель. Часть воды идет через регулировочный кран 2 с рукояткой 10 в обводной канал 3. Регулировочный кран дает возможность уменьшать или увеличивать количество воды, пропускаемой через сопло, регулируя этим количество подсасываемого пенообразователя. Для того чтобы предотвратить проникновение воды в емкость с пенообразователем, в случае если за смесителем возникнет большое противодавление, на патрубке 7 имеется невозвратный клапан в виде металлического или стеклянного шарика.

Чтобы предупредить неправильную установку смесителя на его корпусе имеется рельефное изображение стрелки, указывающей правильное движение воды в смесителе. Смеситель имеет упоры 11 и соединительные гайки 1 и 9.

Регулировочный кран смесителя снабжен указателем и шкалой. На крайних точках шкалы имеются знаки + и —. Если пена из ствола идет жидкая, т. е. обводненная, кран следует переместить так, чтобы указатель показывал на деления шкалы близкие к знаку +. Если пену надо обводнить, рукоятка перемещается в противоположную сторону.

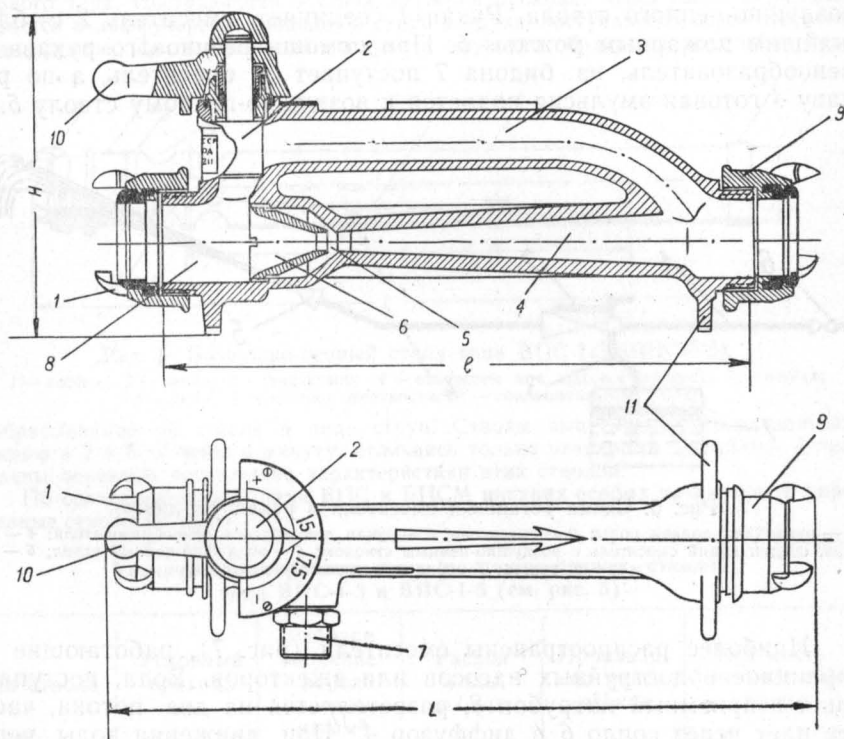


Рис. 7. Смеситель типа ПС.

1 — соединительная гайка; 2 — регулировочный кран; 3 — обводной канал; 4 — диффузор; 5 — рабочая камера; 6 — сопло; 7 — патрубок, для присоединения рукава для подсоса пенообразователя; 8 — приемный патрубок; 9 — соединительная гайка; 10 — рукоятка крана; 11 — упоры.

В соответствии с ГОСТ 7183-54 промышленностью выпускаются смесители двух типов: тип ПС-2,5 обеспечивает работу воздушно-пенных стволов общей производительностью от 2,5 до 5 м^3 пены в минуту, смеситель ПС-5 — работу стволов производительностью от 5 до 10 м^3 пены в минуту.

Конструктивно смесители совершенно одинаковы и отличаются только размерами, весом и величиной присоединительной арматуры.

Характеристики смесителей приведены в табл. 5.

Особенностью смесителей является их чувствительность к изменению рабочего режима и довольно большие потери напора.

Техническая характеристика смесителей типа ПС по ГОСТ 71-83-54

(см. рис. 7)

Тип смесителя	Рабочее давление воды перед смесителем, кг/см^2	Расход воды при работе со стволами типа ВПС, л/мин			Вес смесителя, кг
		2,5	5	7,5	
ПС-2,5	8	216	390	—	4,0
ПС-5	8	—	390	510	5,5

Размеры, мм			Соединительная арматура для рукавов, мм
L	l	H	
451	363	218	50
499	415	225	65

Примечание. Смесители типа ПС выпускаются в алюминиевом исполнении. Для судов морского флота выпускается смеситель ВЭЖ-17, который по своей характеристике соответствует смесителю ПС-5, но делается из медных сплавов, стойких к морской воде. Смеситель ВЭЖ-17 приспособлен для стационарной установки, так как из-за большого веса (14 кг) использовать его как переносный трудно.

Поэтому, включая в рукавные линии смесители, необходимо внимательно следить за тем, чтобы в работе системы были бы выдержаны определенные соотношения. При нарушении этих соотношений система работать не будет.

Проследим один из таких случаев: предположим, что необходимо обеспечить подачу воздушно-пенной струи от смесителя ПС-2,5 в точку, расположенную выше, чем пожарный рожок, на 3 м, длина рукава от рожка до смесителя 10 м и от смесителя до ствола ВПС-5 20 м.

В таком случае при давлении воды у рожка, равном 6 кг/см^2 , у смесителя давление будет ниже на величину потерь напора в питающей линии или на $0,1 \text{ кг/см}^2$. При проходе воды через смеситель давление воды упадет еще на $1,5 \text{ кг/см}^2$, при движении по рукавам давление упадет еще на $0,2 \text{ кг/см}^2$ и при подъеме на 3 м еще на $0,3 \text{ кг/см}^2$. Таким образом при подходе к стволу давление воды будет $3,9 \text{ кг/см}^2$, что не обеспечивает достаточной, номинальной производительности ствола и даст примерно около 4 м^3 пены.

Смесители типа ПС работают как со стволами типа ВПС, так и с малогабаритными стволами типа ВПСМ. В таблице 6 приведены некоторые опытные данные о потерях напора при работе смесителей, которые могут оказаться полезными при выборе вида воздушно-пенного оборудования судов.

Таблица 6

**Характеристика работы смесителей типа ПС с воздушно-пенными стволами
типа ВПС**

Тип смесителя	Давление до смеси- теля, кг/см ²	Давление за смесите- лем, кг/см ²	Давление воды у ствола (при рукаве в 20 м), кг/см ²	Расход воды, л/сек	Выход пены, м ³ /мин
ПС-2,5	4,5	3,1	3,0	5,5	3,7
	5,8	4,1	4,0	6,1	4,1
	7,5	5,2	5,0	6,9	4,3
	8,9	6,2	6,0	7,7	5,0
ПС-5	4,1	3,2	3,0	7,4	5,0
	5,8	4,3	4,0	8,5	6,6
	7,2	5,3	5,0	9,5	7,5
	8,6	6,4	6,0	10,5	8,6

Примечание. Со смесителем ПС-2,5 работал ствол типа ВПС-5, а со смесителем типа ПС-5 ствол типа ВПС-7,5.

Данные, приведенные в таблице, следует рассматривать как ориентировочные. Смеситель типа ВЭЖ-17 работает как смеситель ПС-5.

На судах ММФ имеются и некоторые другие типы смесителей, главным образом иностранного производства. Конструктивно все они в той или иной мере похожи на смесители ПС. При использовании смесителей надо обращать внимание, чтобы производительность смесителей соответствовала стволам, которые к ним присоединяются.

12. ЛАФЕТНЫЕ ВОЗДУШНО-ПЕННЫЕ СТВОЛЫ

Лафетные воздушно-пенные стволы большой производительности используются для обеспечения тушения больших судовых пожаров.

Лафетными они называются потому, что они устанавливаются на основании водяных лафетных стволов, имеющих на морских буксирах, на спасательных и пожарных судах.

Лафетные воздушно-пенные стволы выпускаются в двух вариантах, эжекторные и безэжекторные.

Наиболее простым типом лафетного эжекторного воздушно-пенного ствола является образец, показанный на рисунке 8. Этот ствол состоит из корпуса 1, кожуха 2 с рабочей камерой 11. Накладная гайка 3 служит для крепления ствола на основании водяного лафетного ствола ЛС-1, с которого снимается водяная насадка. В корпусе имеется три наклонных сопла 12. Так как сопла

направлены под некоторым углом к оси ствола, струи воды, пересекаются в кожухе ствола, пройдя перед этим через отверстие во внутренней насадке 7. При движении воды через внутреннюю насадку в рабочей камере эжекторного устройства создается разрежение, вследствие чего, через патрубок 10 и регулировочный кран 13, к эжектору по рукаву 14 подсасывается пенообразователь.

Конус 6 служит для увеличения КПД эжектора, а наружный конус 5 для направления потока воды к соплам.

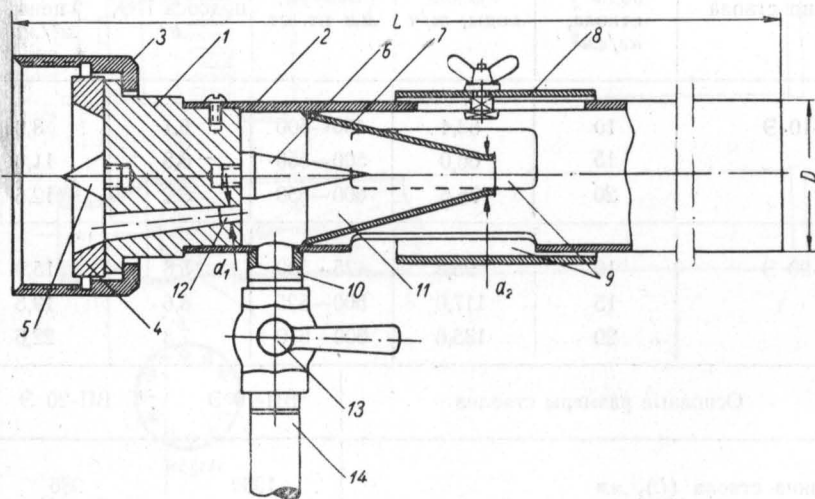


Рис. 8. Лафетный воздушно-пенный ствол с эжектором.

1 — корпус; 2 — кожух; 3 — накладная гайка для крепления ствола на станине; 4 — уплотняющее кольцо (металл); 5 — наружный конус; 6 — внутренний конус; 7 — насадка эжектора; 8 — воздушная заслонка; 9 — окна для подсоса воздуха; 10 — патрубок для приема пенообразователя; 11 — рабочая камера эжектора; 12 — сопло; 13 — кран регулировки подсоса пенообразователя; 14 — рукав.

Вода, выходя из внутреннего сопла, смешивается с пенообразователем и, двигаясь по кожуху, подсасывает через окна 9 воздух, который, перемешиваясь с водой и пенообразователем, образует воздушную пену.

Для регулировки качества пены используется подвижная заслонка 8, которая может или полностью открыть окна кожуха ствола или частично их прикрыть. Практически кратность выхода пены можно регулировать в пределах от 6,5 до 15. Возможность получения пены разной кратности оказывается весьма выгодной при тушении различных пожаров. Воздушно-пенные стволы большой мощности требуют подачи воды под давлением порядка 10 кг/см^2 и более. При давлении воды около 20 кг/см^2 стволы обеспечивают пенную струю длиной до 80 м.

В таблице 7 приведены технические характеристики воздушно-пенных стволов типа ВП-10 Э и ВП-20 Э, применяемых на некоторых специальных судах.

Таблица 7

Техническая характеристика эжекторных лафетных воздушно-пенных стволов типа ВП

(см. рис. 8)

Тип ствола	Давление воды у ствола, кг/см^2	Расход воды, т/ч	Вакуум, мм рт. ст.	Высота подсоса ПО, м	Количество пены, $\text{м}^3/\text{мин}$
ВП-10 Э	10	53,4	450—500	6,1	8,9
	15	66,0	500—550	6,8	11,0
	20	75,6	600—650	8,2	12,6
ВП-20 Э	10	95,4	425—500	5,8	15,9
	15	117,0	500—525	6,6	19,5
	20	135,6	600—610	7,8	22,6

Основные размеры стволов	ВП-10 Э	ВП-20 Э
Длина ствола (L), мм	1030	986
Диаметр кожуха (D), мм	86	110
Наибольший диаметр с выступающими частями, мм	148	150
Вес, кг	9,6	12,8
Длина резинового рукава для подсоса пенообразователя (при $\varnothing 25 \text{ мм}$), м	8,0	5,0
Расход пенообразователя в минуту, л	36—52	64—90
Диаметр сопел d_1 , мм	3×12	3×16
Диаметр сопел d_2 , мм	1×30	1×38

Примечание. Производительность по пене и расходы воды у безэжекторных стволов соответствующей производительности одинаковы.

Длина струи при наклоне ствола 33° к горизонту в пределах 60—80 м.

Наименьшее давление воды, необходимое для работы эжекторных стволов, 8—8,5 кг/см^2 , при этом высота подсоса пенообразователя не должна превышать 2,5 м.

Эжекторы воздушно-пенных стволов создают разрежение порядка 450—500 мм рт. столба . Поэтому, практически, высота подсоса пенообразователя не должна превышать 3—5 м. Для подсоса

пенообразователя должен использоваться рукав или трубопровод диаметром около 25 мм.

Преимуществом эжекторных стволов большой производительности является возможность моментального пуска и прекращения подачи пены, что обеспечивает экономное расходование пенообразователя, подавая пену только непосредственно для тушения и прекращая ее подачу при маневрировании.

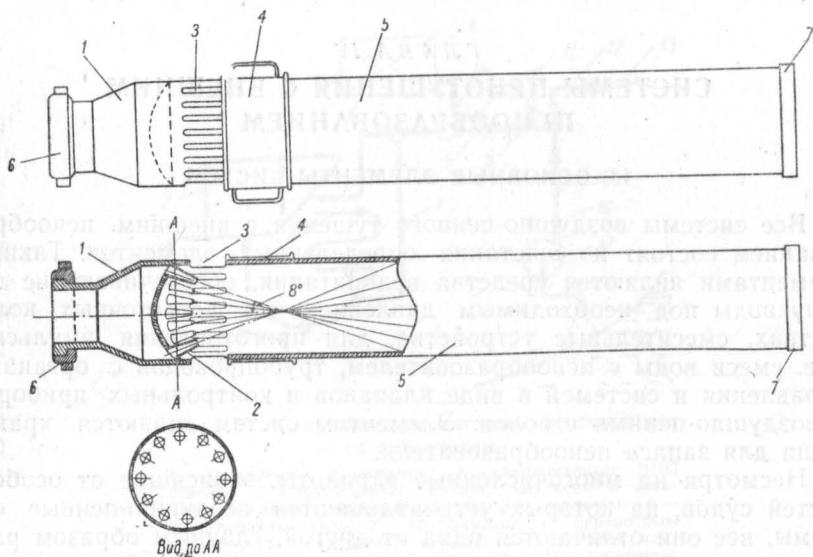


Рис. 9. Воздушно-пенный ствол производительностью 150 м³ пены в минуту.

1 — корпус; 2 — сопла (12 штук); 3 — окна; 4 — заслонка; 5 — кожух ствола; 6 — накидная гайка; 7 — кольцо жесткости.

Такие же стволы выпускаются и в безэжекторном исполнении (тип ВП-10 и ВП-20), но в этом случае к стволу должна подаваться готовая эмульсия.

Большой интерес для специальных судов имеют лафетные воздушно-пенные стволы производительностью в 100—150 м³ пены в минуту.

На рисунке 9 показано устройство ствола ПВС-150, установленного на некоторых пожарных судах. Этот ствол имеет 12 сопел, размещенных по окружности корпуса. Кроме того, для подсоса воздуха имеется 30 узких прорезей сечением 20×120 мм. Регулировка подсоса воздуха производится подвижной обоймой, при помощи которой можно регулировать степень открытия воздушных окон.

Ствол имеет длину кожуха около 3500 мм, внутренний диаметр 354 мм. Расход воды через ствол, при давлении в 20 кг/см² около 12 000 л/мин. Расход пенообразователя около 400 л/мин., а длина струи достигает 100 м. Производительность ствола колеблется от 120 до 150 м³/мин, вес ствола около 30 кг.

Для подмешивания пенообразователя к стволу используется небольшой насос, подающий пенообразователь к основанию лафета под давлением, несколько превышающим давление воды в трубопроводе.

ГЛАВА IV

СИСТЕМЫ ПЕНОТУШЕНИЯ С ВНЕШНИМ ПЕНООБРАЗОВАНИЕМ

13. ОСНОВНЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ СИСТЕМ

Все системы воздушно-пенного тушения с внешним пенообразованием состоят из сочетания определенных элементов. Такими элементами являются средства водопитания, обеспечивающие подачу воды под необходимым давлением и в достаточных количествах, смесительные устройства, для приготовления эмульсии, т. е. смеси воды с пенообразователем, трубопроводов с органами управления и системой в виде клапанов и контрольных приборов и воздушно-пенных стволов. Элементом систем являются хранилища для запаса пенообразователя.

Несмотря на многочисленные варианты, зависящие от особенностей судов, на которых устанавливаются воздушно-пенные системы, все они отличаются одна от другой, главным образом размерами, отдельными деталями или общей компоновкой.

14. СИСТЕМЫ ПЕНОТУШЕНИЯ СО СМЕСИТЕЛЯМИ

Наиболее простой системой пенотушения является показанная на рис. 10, в которой используются смесители типа ПС. Эта система предназначена для тушения пожаров жидкого топлива в машинных и котельных помещениях судов.

Охраняемое помещение 1 оборудовано четырьмя стволами 2, причем два из них расположены под настилом котельного, а два под настилом машинного помещений. Поскольку котельное и машинное помещения разделены только простой переборкой, жидкое топливо при аварии в котельной может проникнуть в смежное машинное помещение, вследствие чего они согласно норм Регистра рассматриваются как одно общее помещение.

К каждому воздушно-пенному стволу типа ВПС-2,5 подводится отросток от трубопровода 3, по которому к стволу подводится эмульсия.

Трубопровод 3 подводится к посту пенотушения, вынесенному за пределы машинно-котельного помещения. На посту помещена емкость 4 с пенообразователем и смеситель 5 типа «ПС-5». За смесителем поставлен кран-переключатель 6, при помощи которого

эмульсия может быть направлена по трубопроводу 3 к стационарно поставленным стволам или по трубопроводу 7 к переносным воздушно-пенным стволам 8, установленным в котельном и машинном отделениях. К смесителю вода подается через клапан 9 от трубопроводной напорно-пожарной системы судна 10, питаемой насосом 17. Для контроля перед запорным клапаном, на питающем отростке, имеется манометр 11. Так как может ока-

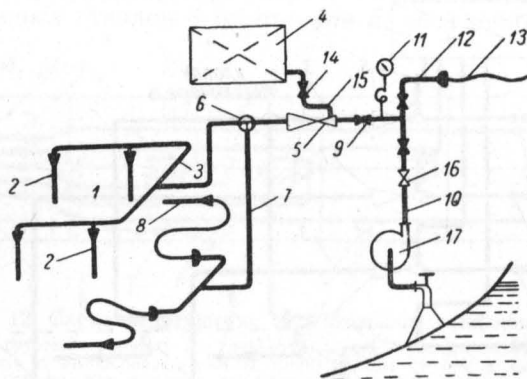


Рис. 10. Стационарная система пенотушения со смесителем.

1 — охраняемые помещения; 2 — стационарные ВПС стволы; 3 — трубопровод подачи эмульсии к стволам; 4 — запас пенообразователя; 5 — смеситель; 6 — кран-переключатель; 7 — трубопровод к переносным стволам; 8 — переносные стволы; 9 — пусковой клапан; 10 — трубопровод насосов судна; 11 — манометр; 12 — подача воды извне; 13 — рукав; 14 — клапан подачи пенообразователя; 15 — трубопровод; 16 — невозвратные клапаны; 17 — пожарный насос судна.

заться, что в напорной системе судна не будет воды, из поста пенотушения на верхнюю палубу выведен отросток 12 с клапаном и обычной рукавной гайкой. Если на судне не работает напорно-пожарная система, вода к системе пенотушения может быть подана извне, от соседа или с берега, по рукаву 13. В этом случае невозвратный клапан 16 предупредит поступление воды в неработающую часть системы. Система не требует никакой регулировки кроме поддержания достаточного давления воды перед смесителем, чтобы обеспечить подмешивание пенообразователя и нужный напор эмульсии перед воздушно-пенными стволами, установленными в охраняемом помещении. Необходимо также предусмотреть клапан 14 на трубопроводе 15, соединяющем емкость для пенообразователя со смесителем. Отсутствие такого клапана может привести к тому, что после пробы системы весь пенообразователь стечет в охраняемое помещение самотеком, хотя вода в смеситель и не будет подаваться.

Примером более развитых систем пенотушения, рассчитанных на обеспечение тушения пожара в нескольких котельных или ма-

шинных помещениях, может служить система, приведенная на рис. 11.

Для тушения пожаров в двух котельных отделениях предусмотрены стационарные трубопроводы 1 с установленными на них воздушно-пенными стволами 2. Трубопроводы от систем пенотушения 3 подведены к станции пенотушения, вынесенной за пределы охраняемых помещений.

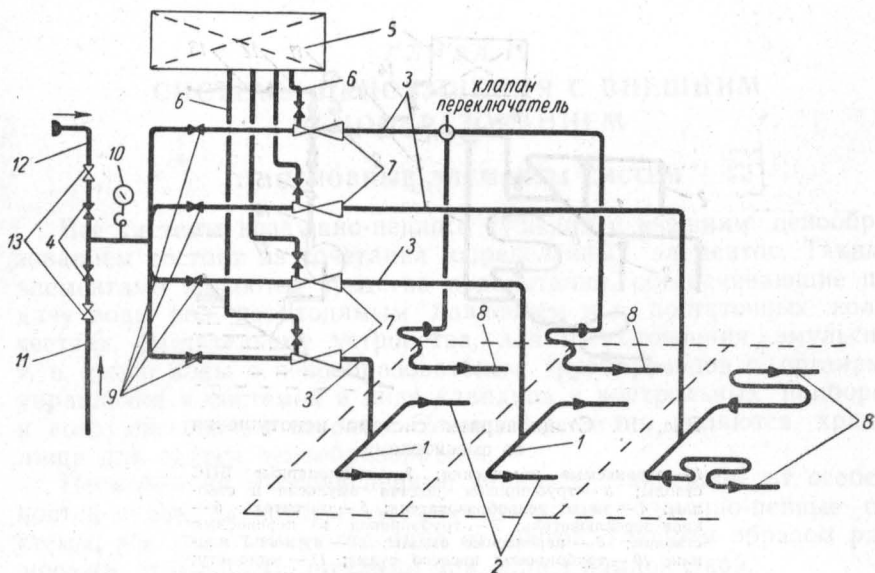


Рис. 11. Система пенотушения для большого теплохода.

1 — стационарные трубопроводы в отсеках; 2 — стволы в отсеках; 3 — трубопроводы подачи эмульсии; 4 — клапаны подачи воды от насосов или извне; 5 — запас пенообразователя; 6 — трубопроводы подачи пенообразователя к смесителям; 7 — смесители; 8 — переносные воздушно-пенные стволы в отсеках; 9 — пусковые клапаны перед смесителями; 10 — манометр; 11 — питание от насосов судна; 12 — питание извне; 13 — невозвратные клапаны.

На станции пенотушения размещается емкость для хранения пенообразователя 5, соединенная трубопроводами 6 со смесителями 7. Смесителей на станции несколько; два из них обеспечивают подачу эмульсии к стационарно поставленным стволам, а два предназначены для обеспечения работы переносных стволов 8, размещенных в котельном помещении и смежном с ним машинном. Перед каждым смесителем имеется отдельный пусковой клапан 9; для наблюдения за готовностью системы предусмотрен манометр 10. Подача воды к посту производится от напорно-пожарной системы судна по отстойку 11, или от внешнего источника по трубопроводу 12, снабженных невозвратными клапанами 13. Управление подачей воды к системам производится клапаном 4.

Для обеспечения тушения пожаров на небольшом нефтеналивном судне может быть использована схема, приведенная на рис. 12.

На судне имеется несколько грузовых трюмов, предназначенных для перевозки нефтепродуктов. В каждом из трюмов под подолоком горизонтально установлен воздушно-пенный ствол 1 производительностью $5 \text{ м}^3/\text{мин}$. К каждой паре стволов подводится трубопровод 2 от станции пенотушения 3, расположенной в кормовой надстройке судна. На станции пенотушения установлено пять смесителей 4. Четыре из них обеспечивают работу стационарных стволов в грузовых трюмах, а пятый обеспечивает работу двух переносных стволов 6 от отводов 5, выведенных на верхнюю

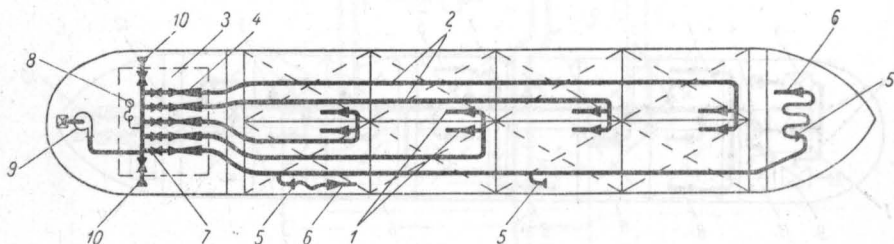


Рис. 12. Схема пенотушения на небольшом наливном судне.

1 — стволы в грузовых отсеках; 2 — трубопроводы; 3 — станция пенотушения; 4 — смесители (емкость с пенообразователем и трубопроводы от нее к смесителям не показаны); 5 — отводы для тушения переносными пенными стволами; 6 — переносные ВПС стволы; 7 — запорные клапаны; 8 — манометр; 9 — пожарный насос; 10 — соединение для подачи воды извне.

палубу. Перед каждым смесителем предусмотрен запорный клапан 7, для контроля над давлением воды имеется манометр 8.

Вода для работы системы подается от насосов 9 или от внешнего источника, для чего предусмотрен специальный клапан 10 с соединительной гайкой.

Запас пенообразователя хранится в емкости, соединяемой со смесителями при помощи трубопроводов, подходящих к каждому смесителю отдельно.

Во всех трех рассмотренных системах предусматривается наличие емкости для пенообразователя. Все емкости должны быть установлены в отопляемых, но не жарких помещениях, для обеспечения должных условий хранения пенообразователей. Емкости должны снабжаться приспособлением любого типа для контроля наличия пенообразователя. Должен быть предусмотрен пробный краник в нижней части емкости для отбора проб пенообразователя. Для наполнения емкости рекомендуется вывод специального трубопровода на верхнюю палубу, если емкость ставится под палубой, и обязательно наличие дыхательного клапана.

Особенностью дыхательного клапана на емкостях с пенообразователем является обеспечение легкого доступа воздуха внутрь емкости при работе системы и предупреждение испарения из пенообразователя влаги, для чего клапан не должен пропускать воздух из емкости наружу.

На больших нефтеналивных судах из-за значительных площадей грузовых трюмов необходимо обеспечивать подачу воздушно-механической пены в значительных количествах. Это ведет к необходимости использования трубопроводов больших диаметров. Прокладка же нескольких таких трубопроводов по палубе судна

крайне усложняет и утяжеляет систему. Поэтому на больших судах применяется однопроводная или магистральная прокладка трубопроводов систем пенотушения.

В качестве примера устройств системы пенотушения на большом нефтеналивном судне можно привести схему, показанную на рис. 13. Станция пенотушения 1 расположена в кормовой части судна. К станции пенотушения подводятся питающие трубопроводы 2 от пожарных насосов судна 9. От станции пенотушения вода подается в магистральный трубопровод 3, при этом весь по-

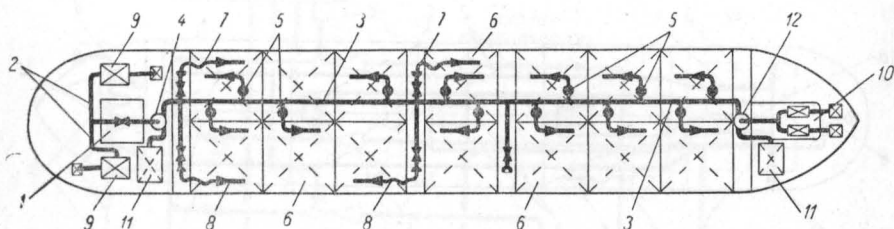


Рис. 13. Принципиальная схема пенотушения на большом нефтеналивном судне.

1 — станция пенотушения; 2 — питающие трубопроводы; 3 — магистральный трубопровод системы пенотушения; 4 — напорные смесители; 5 — клапаны подачи эмульсии к стволам с дистанционным управлением; 6 — грузовые трюмы; 7 — пожарные рожки для переносных стволов; 8 — переносные пенные стволы; 9 — пожарные насосы судна; 10 — аварийные пожарные насосы; 11 — емкости с пенообразователем для напорных смесителей; 12 — носовой напорный смеситель.

ток воды пропускается через напорный смеситель 4, имеющийся в непосредственной близости к станции пенотушения.

Пройдя через смесительное устройство вода, смешанная с пенообразователем, т. е. эмульсия по магистральному трубопроводу может быть подана в любую группу грузовых трюмов, для чего на отводах от магистрали ставятся специальные клапаны 5 с дистанционным управлением (гидравлическим или пневматическим) из станции пенотушения. На отводах установлены воздушно-пенные стволы большой производительности, порядка 60—70 м³ пены в минуту, от которых пена подается на одну из переборок, ограничивающих грузовой трюм.

Так как пожар на подобном судне может возникнуть не только в грузовых трюмах 6, но и на палубе судна, к магистральному трубопроводу можно присоединить через рожки 7 несколько мощных переносных воздушно-пенных стволов 8. Кроме того, может быть предусмотрена подача пены в машинные помещения судна по стационарным трубопроводам.

Для обеспечения работы системы при выходе из строя машинного отделения в носовой части судна имеются: аварийные пожарные насосы 10, емкость для пенообразователя 11 и носовой напорный смеситель 12.

Смесительное устройство системы, приведенное на рис. 14, представляет собою резервуар 1 емкостью в несколько кубических

метров, наполненный пенообразователем. Подача пенообразователя в магистраль происходит за счет вытеснения его водой, поступающей в верхнюю часть резервуара по отводу 3 от напорного трубопровода магистрали пенотушения 2. В магистраль врезается

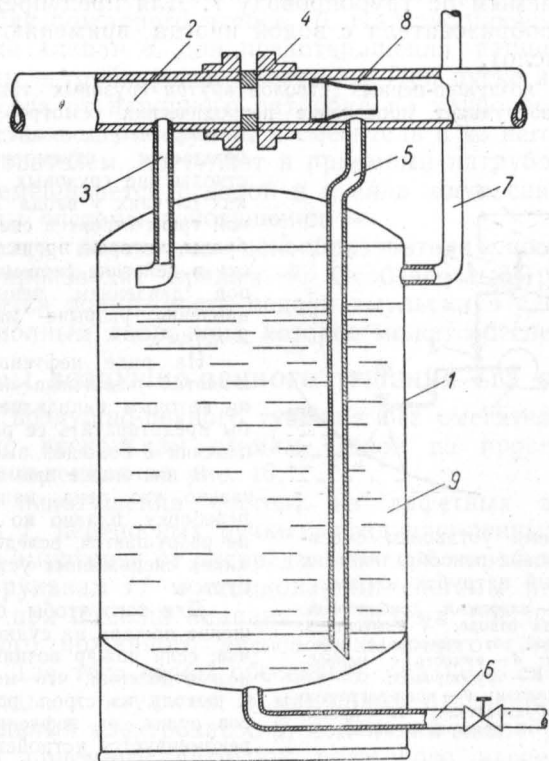


Рис. 14. Напорный смеситель, для систем пенотушения.

1 — резервуар; 2 — напорный трубопровод; 3 — отвод; 4 — диафрагма; 5 — трубопровод подачи пенообразователя; 6 — спусковой трубопровод; 7 — труба для заливки пенообразователя; 8 — насадка для смешивания пенообразователя и воды; 9 — пенообразователь, залитый в резервуар.

диафрагма 4, вследствие чего давление воды перед диафрагмой при движении водяного потока всегда несколько выше чем за диафрагмой. Пенообразователь под давлением вытесняющей его воды поступает в магистраль пенотушения по трубопроводу 5 и смешивается в ней с водой при помощи насадки 8.

Смеситель работает без регулировки и количество пенообразователя, поступающего в магистральный трубопровод, прямо зависит от количества воды, проходящей через диафрагму.

Самым крупным недостатком смесителя такой конструкции является то, что при нескольких пусках системы в действие, когда

весь пенообразователь 9 не расходуется, часть его, остающаяся в резервуаре, постепенно разбавляется водой. Из-за этого после работы смесителя его приходится опоражнивать через спускной трубопровод 6 и после промывки вновь заполнять пенообразователем, подаваемым по трубопроводу 7. Для предупреждения смешивания пенообразователя с водой иногда применяют буферную жидкость (масло).

Размещение воздушно-пенных стволов внутри грузовых трюмов нефтеналивных судов затрудняет проведение периодических осмотров. Это привело к тому, что за последнее время наблюдается стремление помещать стволы вне грузовых трюмов.

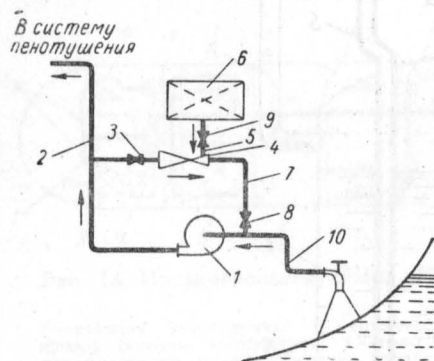


Рис. 15. Схема установки смесителя для подачи пенообразователя в приемный патрубок насоса.

1 — насос; 2 — напорный трубопровод; 3 — клапан на отводе; 4 — смеситель; 5 — трубопровод от емкости с пенообразователем; 6 — емкость с пенообразователем; 7 — трубопровод; 8 — невозвратный клапан; 9 — кран-регулятор подачи пенообразователя; 10 — приемный патрубок пожарного насоса.

насоса в носовой части судна. Этот насос подключается к основной магистрали пенотушения и имеет смесительное устройство с подачей пенообразователя из отдельной емкости.

Системы пенотушения, имеющие смесители, в некоторых случаях не могут быть применимы на судах из-за невозможности обеспечить перед воздушно-пенными стволами необходимое давление эмульсии. Вызывается это тем, что все смесители, какого бы они типа не были, вызывают потери давления, поэтому в системах, где нужно сохранить необходимое давление, применяются схемы со смесителями, подающими пенообразователь в приемный патрубок пожарного насоса.

Такая схема может быть принята на судне только в том случае, если для системы пенотушения может быть выделен отдельный насос, так как вся подаваемая им вода будет смешана с пенообразователем и не может быть использована для каких-либо других целей.

Подобная схема приведена на рисунке 15.

На ряде нефтеналивных судов имеются различные лотки и сливы, по которым направляется пена, чтобы предотвратить ее разрушение при падении с большой высоты.

В настоящее время опытами доказано, что пена, направленная на переборку, плавно по ней стекает и не разрушается, вследствие чего никаких специальных устройств не требуется.

Для того чтобы обеспечить тушение пожара на судне и в том случае, если пожар возникнет в машинном отделении, что может привести к выходу из строя пожарных насосов судна, на нефтеналивных судах рекомендуется устройство аварийного

Пожарный насос 1, обеспечивающий работу системы пенотушения, имеет на напорном трубопроводе 2 отвод с запорным клапаном 3. На этом отводе ставится смеситель 4, соединенный трубопроводом 5 с емкостью для пенообразователя 6. От смесителя трубопровод 7 подводит смесь воды с пенообразователем к приемному патрубку пожарного насоса 10. На трубопроводе 7 ставится невозвратный клапан 8, для предотвращения проникновения забортной воды в трубопровод смесителя. При пуске в действие пожарного насоса от напорного патрубка по трубопроводу небольшое количество воды поступает в смеситель и из него, смешиваясь с пенообразователем, поступает в приемный патрубок насоса, где хорошо перемешивается с водой и в виде эмульсии поступает в трубопроводы системы пенотушения.

Регулировку количества пенообразователя, поступающего в смеситель, производят краном 9. Особенностью рассмотренной схемы является возможность подачи эмульсии в систему пенотушения под полным давлением, которое может обеспечить насос.

15. СИСТЕМЫ ВОЗДУШНО-ПЕННОГО ТУШЕНИЯ БЕЗ СМЕСИТЕЛЕЙ

Системы воздушно-пенного тушения без смесителей могут выполняться по нескольким схемам. Одной из проверенных схем является приведенная на рис. 16.

Система пенотушения состоит из лафетных воздушно-пенных стволов 1, переносных ручных воздушно-пенных стволов 12, питающихся эмульсией от распределительной коробки 2 через клапана 10 по рукавам 11 и стационарной системы пенотушения 3, включаемой при помощи клапана 9. Система обеспечивается водой от особого пожарного насоса 4, имеющего самостоятельный кингстон 5. Для того чтобы обеспечить подачу в систему пенотушения не воды, а эмульсии, в машинном отделении судна установлен отдельный электронасос 6, подающий пенообразователь из емкости 7 в приемный патрубок пожарного насоса. Поданный пенообразователь смешивается в насосе с водой и образует эмульсию, направляемую под полным давлением, которое может дать пожарный насос, в систему пенотушения.

Клапаны 8 служат для регулировки подачи пенообразователя в насос. Производительность насоса, подающего пенообразователь, должна лежать в пределах 6—8% от производительности пожарного насоса, для того, чтобы обеспечивать работу системы даже при плохих пенообразователях, требующих повышенного их расхода. Напор, развиваемый насосом для подачи пенообразователя, должен превышать на 5 м вод. ст. подпор забортной воды в приемном патрубке при неработающем пожарном насосе и открытом кингстоне.

Стремление упростить систему пенотушения привело к отказу от применения специального насоса для подачи пенообразователя. Такие системы получили большое распространение на буксирных и спасательных судах.

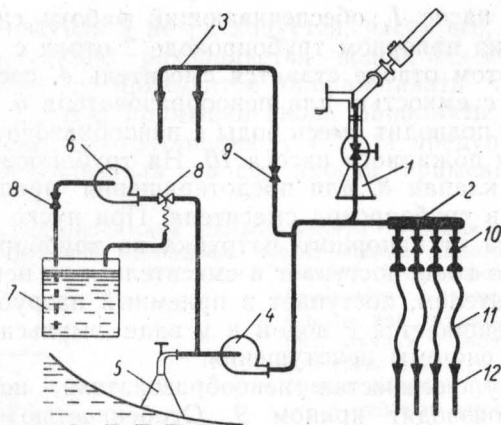


Рис. 16. Схема системы пенотушения с насосом для подачи пенообразователя.

1 — лафетный воздушно-пенный ствол; 2 — распределительная коробка; 3 — стационарная система пенотушения; 4 — пожарный насос; 5 — кингстон; 6 — электро-насос для подачи пенообразователя; 7 — емкость для хранения пенообразователя; 8 — клапаны регулирования подачи пенообразователя; 9 — клапаны пуска системы; 10 — клапаны коробки; 11 — рукав; 12 — переносные пенные стволы.

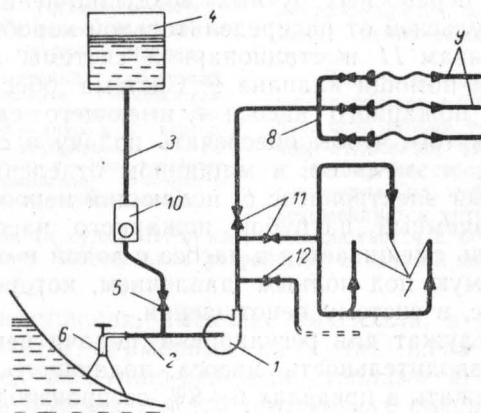


Рис. 17. Принципиальная схема системы пенотушения с подачей пенообразователя самотеком.

1 — пожарный насос; 2 — приемный патрубок; 3 — трубопровод подачи пенообразователя; 4 — емкость с пенообразователем; 5 — кран регулировки подачи пенообразователя; 6 — кингстон; 7 — стационарные стволы; 8 — распределительная коробка; 9 — переносные стволы; 10 — смотровое окно для контроля над подачей пенообразователя; 11 — клапаны управления системой; 12 — клапан для подачи воды, если не работает система пенотушения.

Схема системы пенотушения с подачей пенообразователя само-теком приведена на рис. 17. К приемному патрубку 2 пожарного насоса системы пенотушения 1 с кингстоном 6 присоединен трубо-провод 3 от емкости с пенообразователем 4. Для регулировки по-дачи пенообразователя служит кран 5. При помощи смотрового приспособления (камеры со смотровыми окнами) 10 можно прове-рять поступление пенообразователя в систему. От насоса система пенотушения разветвляется и при помощи клапанов 11 и 12 эмульсия может быть подана или к стационарным стволам 7, рас-положенным под настилом машинно-котельного помещения, или к коробке 8, выведенной на палубу судна, к которой могут быть присоединены переносные воздушно-пенные стволы 9.

Упрощенная система хорошо работает при условии, что в при-емном патрубке пожарного насоса не создается противодавление, из-за которого пенообразователь не сможет поступать к насосу. Поэтому для обеспечения подачи пенообразователя емкость для его хранения приходится поднимать возможно более высоко.

Обе рассмотренные схемы обладают существенными недостат-ками, а именно:

1) большими расходами пенообразователя, вследствие того, что он подается из расчета обеспечения работы системы на пол-ную мощность, а регулировка подачи в зависимости от числа ра-ботающих стволов практически неосуществима;

2) исключается одновременная подача от одного насоса водя-ных и пенных струй, так как все трубопроводы, питаемые пожар-ным насосом, к которому подается пенообразователь, запол-няются эмульсией.

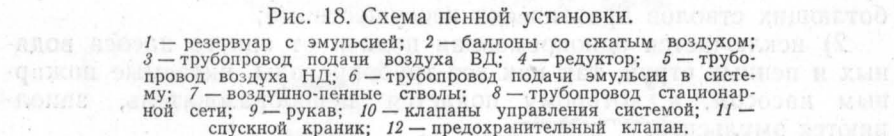
16. УСТАНОВКИ ПЕНОТУШЕНИЯ С ВНЕШНИМ ПЕНООБРАЗОВАНИЕМ

В тех случаях, когда необходимо обеспечить тушение пожаров жидкого топлива на судах независимо от работы других судовых систем или устройств, или для обеспечения тушения пожаров на судах несамоходного флота используются установки пенотушения с внешним пенообразованием.

Основным узлом такой установки, схема которой приведена на рис. 18, является прочный металлический резервуар 1 с предохра-нительным клапаном 12 и спускным краником 11. Над резер-вуаром размещено три стальных баллона 2, емкостью по 40 л каж-дый, для сжатого воздуха. Баллоны соединены трубопроводом 3 с редуктором 4. От редуктора воздух по трубопроводу 5 посту-пает в резервуар 1. Резервуар заливается смесью воды с пенооб-разователем, которая при пуске установки в действие давлением воздуха вытесняется через патрубок 6 с клапанами 10 в присоеди-няемые к патрубку рукава 9 или стационарные трубопроводы 8, на конце которых устанавливаются воздушно-пенные стволы 7.

Установка при заряде 1000 л дает около 10 м³ пены и может обеспечить одновременную работу двух стволов производитель-

The diagram shows a cylindrical tank (1) containing an emulsion. It has several inlets: compressed air (7) at the top, and emulsion (8) and air (9) at the bottom. A pump (10) circulates the emulsion from the bottom of the tank through a pipe (6) to a network of pipes (11, 12) that form a stationary network (Стационарная сеть). Another pipe (13) leads from the bottom of the tank to a mobile stem (Переносный ствол) via a pump (14) and a pipe (15). The mobile stem has a nozzle (16) at its end. The stationary network also has a nozzle (17) at its end. The mobile stem is shown with a cloud of emulsion (18) at its nozzle. The stationary network is shown with a cloud of emulsion (19) at its nozzle. The diagram is labeled with numbers 1 through 19 and Russian text: 'Сжатый воздух' (Compressed air), 'Воздух' (Air), 'Эмульсия' (Emulsion), 'Стационарная сеть' (Stationary network), 'Переносный ствол' (Mobile stem), and 'Эмульсия' (Emulsion).



1 — резервуар с эмульсией; 2 — баллоны со сжатым воздухом; 3 — трубопровод подачи воздуха ВД; 4 — редуктор; 5 — трубопровод воздуха НД; 6 — трубопровод подачи эмульсии в систему; 7 — воздушно-пенные стволы; 8 — трубопровод стационарной сети; 9 — рукав; 10 — клапаны управления системой; 11 — спускной кран; 12 — предохранительный клапан.

- имеющие соответственно уменьшенные резервуары и воздушно-пенные стволы малой производительности. Для небольших судов вместо воздушного баллона, с успехом может быть использована подача воздуха от судовых воздухохранилищ, например, от пусковых баллонов дизелей.

ГЛАВА V

ЭЛЕМЕНТЫ РАСЧЕТА СИСТЕМ И УСТАНОВОК С ВНЕШНИМ ПЕНООБРАЗОВАНИЕМ

17. ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ ДЛЯ РАСЧЕТА СИСТЕМ

Расчет систем воздушно-пенного тушения производится в зависимости от характера топлива и помещений, для которых производится проектирование систем.

Характер топлива определяет интенсивность подачи воздушно-механической пены, по таблице 1, приведенной на стр. (18).

Для определения производительности и всех других параметров системы следует определить вероятные площади (F) горения жидкого топлива, для которых проектируется тушение.

Для машинно-котельных помещений и коффердамов нефтеналивных судов площадь тушения определяется по площади помещения, где нужно обеспечить тушение пожара на уровне грузовой ватерлинии судна с полным грузом.

Для грузовых отсеков нефтеналивных судов определение площадей производится, исходя из характера противопожарных мероприятий, принятых для судна в целом. Поэтому могут быть приняты такие варианты:

1) если на судне предусматривается замещение инертными газами свободного пространства над жидким грузом — площадь тушения пожара воздушно-механической пеной определяется по сумме площадей двух самых больших грузовых трюмов одновременно;

2) если на судне имеются системы объемного тушения, используемые для заполнения свободного пространства над жидким топливом в смежных грузовых трюмах, расчетная площадь определяется по одному самому большому грузовому трюму;

3) в том случае, если воздушно-механическая пена является основным средством тушения и других средств тушения на судне нет, то расчетная площадь определяется по сумме площадей одного самого крупного грузового трюма и всех смежных с ним. При этом смежными трюмами признаются только такие, которые отделяются от горящего общими переборками.

18. МЕТОДИКА РАСЧЕТА СИСТЕМ

Получив расчетную площадь F в м^2 , определим мощность системы, т. е. количество пены $Q_{\text{п}}^t$, которую надо при тушении подать в одну минуту, из выражения:

$$\frac{F \cdot i \cdot 60}{1000} = Q_{\text{п}}^t, \text{ м}^3/\text{мин}$$

где F — площадь, м^2 ;
 i — интенсивность, $\text{л}/\text{м}^2$.

Расчетное количество стволов N для обеспечения тушения в охраняемом помещении определяется по формуле:

$$\frac{Q_{\text{п}}^t}{Q_{\text{ст}}} = N$$

где $Q_{\text{п}}^t$ — общее количество пены, подаваемой в минуту;
 $Q_{\text{ст}}$ — производительность ствола, который предположено принять для отсека в соответствии с его характеристикой;

N — число стволов в отсеке, которое должно быть округлено до ближайшего большего целого числа.

Расход воды в $\text{л}/\text{мин}$, необходимый для обеспечения работы системы при тушении пожара, определяется по формуле:

$$Q_{\text{в}} = \frac{1000 \cdot Q_{\text{п}}^t}{K}, \text{ л}/\text{мин}$$

где $Q_{\text{п}}^t$ — расход пены, $\text{м}^3/\text{мин}$.;
 $Q_{\text{в}}$ — расход воды, $\text{л}/\text{мин}$.;
 K — кратность пенообразования, которая принимается минимально допустимой для пенообразователя ПО-1 — не менее 7.

Расход пенообразователя $Q_{\text{по}}$ в минуту определяется из расчета:

$$Q_{\text{по}} = \frac{Q_{\text{в}} \cdot m}{100}, \text{ л}/\text{мин}$$

где $Q_{\text{по}}$ — расход пенообразователя, $\text{л}/\text{мин}$.;
 m — процент расхода пенообразователя (обычно принимается 4).

Запас пенообразователя $W_{\text{по}}$ исчисляется, исходя из трехкратного обеспечения работы системы по 10 минут:

$$W_{\text{по}} = \frac{C \cdot Q_{\text{по}} \cdot t}{1000}, \text{ м}^3$$

где $W_{\text{по}}$ — запас пенообразователя, м^3 .;
 C — коэффициент (для трехкратного пуска равен 3);
 t — время работы, мин .

Емкость цистерны в м^3 для пенообразователя найдем из

$$W_{\text{емк}} = 1,1 W_{\text{по}}$$

где $W_{\text{емк}}$ — емкость цистерны, м^3 ;
1,1 — коэффициент.

Определение напора воды у точки питания системы ведется из расчета обеспечения необходимого напора эмульсии у ствола, наиболее удаленного от поста управления.

При этом принимается, что потери при движении эмульсии по трубопроводам соответствуют потерям для обычной воды. Тогда,

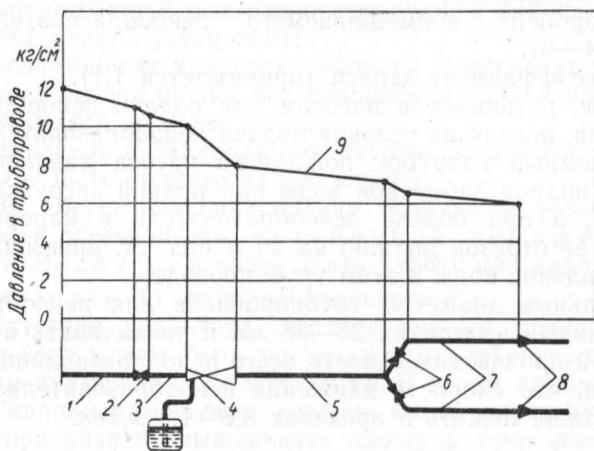


Схема системы пенотушения

Рис. 19. Схема определения потерь напора в системе пенотушения с эжектором-смесителем.

1 — питающая труба; 2 — клапан пуска системы; 3 — трубопровод от клапана до смесителя; 4 — смеситель; 5 — трубопровод от смесителя до клапанов подачи в грузовые трюмы; 6 — клапаны подачи; 7 — трубопровод до стволов; 8 — воздушно-пенные стволы; (для обеспечения номинальной производительности напор перед ними не может быть менее предусмотренного их характеристикой); 9 — линия потерь напора в системе.

принимая во внимание все потери, напор может быть определен из

$$H_2 = H_1 + (h_1 + h_2 + h_3)$$

где H_1 — напор у воздушного пенного ствола;

H_2 — напор воды при поступлении в систему;

h_1 — потери в трубопроводах;

h_2 — потери в смесительном устройстве;

h_3 — потери в клапанах.

На рисунке 19 эта зависимость показана графически.

При проектировании систем, имеющих подачу пенообразователя в приемный патрубок пожарного насоса самотеком, необхо-

димо высоту емкости выбирать с расчетом обеспечения превышения подпора заборной воды по меньшей мере на 5 м вод. ст. при полной загрузке судна.

Если в системе предусматривается подача пенообразователя при помощи специального насоса, то производительность насоса определяется

$$Q_{\text{пн}} = \frac{Q_{\text{в}} \cdot m}{100} \text{ к, л/мин.}$$

где $Q_{\text{пн}}$ — производительность насоса, подающего пенообразователь, л/мин;

m — процент подмешиваемого пенообразователя (равен 4—6).

k — коэффициент запаса (принимается 1,1).

Давление, развиваемое насосом для подачи пенообразователя, определяется, исходя из условий подачи пенообразователя; при подаче в приемный патрубок пожарного насоса давление должно превышать подпор заборной воды при полной загрузке судна на 5 м вод. ст., а при подаче пенообразователя в напорную магистраль или ее отрезок должно на 20 м вод. ст. превышать максимальное давление воды в этом трубопроводе.

Минимальные диаметры трубопроводов для пенообразователя следует принимать порядка 25—38 мм и увеличивать в зависимости от общей производительности всего пенопроизводящего устройства, считая, что скорость движения пенообразователя по трубопроводу должна лежать в пределах 0,8—1,0 м/сек.

19. РАСЧЕТ УСТАНОВОК ПЕНОТУШЕНИЯ

При расчете установок пенотушения с запасом сжатого воздуха, необходимого для вытеснения эмульсии, основные параметры определяются, исходя из поверхностей, подлежащих тушению, затем определяется интенсивность подачи пены и количество пены, подаваемой в минуту, откуда определяется расход и объем эмульсии в баке. После этого определяется напор, который необходимо иметь в резервуаре по той же схеме, что принята для определения исходного напора для систем вообще.

Запас воздуха в баллонах определяется из расчета двухкратного пуска установки в действие.

Количество воздуха на один пуск может быть определено из выражения:

$$Q_{\text{возд}} = K_3 \cdot V_{\text{рез}} P_{\text{раб}}, \text{ л}$$

где K_3 — коэффициент запаса (учитывающий количество воздуха, остающегося в трубопроводах и баллонах системы воздуха высокого давления установки, утечки воздуха при проверках давления и другие потери; может быть принят равным 1,15—1,25);

$V_{рез}$ — объем резервуара для хранения пенообразующего заряда (смеси воды с пенообразователем), литры;

$P_{раб}$ — принятое рабочее давление при работе установки (обычно $6 \pm 1 \text{ кг/см}^2$).

Количество баллонов для хранения сжатого воздуха

$$N_{б} = \frac{Q_{возд} \cdot C}{P_{б} \cdot V_{б}}, \text{ шт.}$$

(с округлением до ближайшего целого в сторону увеличения).

где $V_{б}$ — емкость баллонов, литры (выбирается в зависимости от возможностей размещения на судне в районе расположения пенной установки);

C — коэффициент кратности выпуска (учитывает число перезарядок установки без пополнения запаса воздуха, принимается не менее 2-х);

P_0 — давление в баллонах до работы установки, кг/см^2 (может быть принято до 200 кг/см^2).

Редуктор, обеспечивающий подачу воздуха в резервуар установки, должен обеспечивать устойчивое понижение давления от $P_{б}$ до $P_{раб}$ и прекращать работу при давлении в баллонах не менее, чем 0,1 от первоначального $P_{б}$.

При отсутствии редуктора соответствующей производительности, вместо него может быть установлен ручной пусковой клапан с проходным диаметром не более 15 мм. В таком случае, предохранительный клапан резервуара должен иметь площадь, не менее чем в полтора раза превышающую площадь проходного сечения пускового клапана.

Расчет резервуара производится по общим нормам, принятым в машиностроении для сосудов, работающих под давлением.

ГЛАВА VI

АППАРАТУРА, УСТАНОВКИ И СИСТЕМЫ ВОЗДУШНО-ПЕННОГО ТУШЕНИЯ С ВНУТРЕННИМ ПЕНООБРАЗОВАНИЕМ

20. ВИДЫ АППАРАТУРЫ И ПРИНЦИП ДЕЙСТВИЯ

Особенностью всей аппаратуры воздушно-пенного тушения с внутренним пенообразованием является принцип получения пены.

В отличие от аппаратов с внешним пенообразованием в аппаратуре с внутренним пенообразованием пена получается в начальном звене. Поэтому по рукавам или трубопроводам системы с внутренним пенообразованием транспортируется не жидкость — смесь воды с пенообразователем, а вода в смеси с пенообразователем и смешанный с ними сжатый воздух. При выходе же из рукава или трубопровода сжатый воздух, расширяясь, обеспечивает образование воздушно-механической пены. Пена от аппаратов с внутренним пенообразованием отличается мелкими пузырьками, весьма равномерными по размерам, большой вязкостью и значительной стойкостью.

Принцип работы аппаратуры с внешним пенообразованием ясен из схемы, приведенной на рис. 20.

Резервуар 1 с горловиной, имеющей крышку 9, напол-

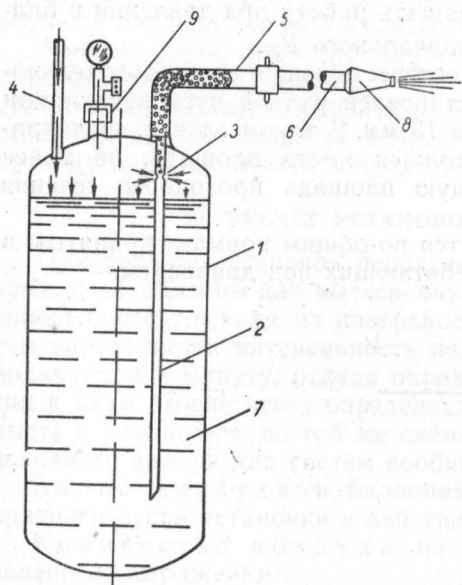


Рис. 20. Схема работы аппаратов с внутренним пенообразованием.

1 — резервуар; 2 — сифонная трубка; 3 — отверстие для подмешивания воздуха в поток жидкости, идущей по сифонной трубке; 4 — трубопровод подачи воздуха; 5 — трубопровод подачи пены; 6 — рукав; 7 — заряд (смесь воды и пенообразователя); 8 — спрыск; 9 — крышка горловины с манометром и предохранительным клапаном.

няется зарядом 7, состоящим из 4% (или более, смотря по пенообразователю) смеси воды с пенообразователем. Резервуар снабжен сифонной трубкой 2 с нижним косым срезом. К резервуару по трубопроводу 4 подается сжатый воздух. Под давлением сжатого воздуха заряд выталкивается в сифонную трубку и идет по ней в рукав 6, снабженный спрыском 8. В верхней части сифонной трубки, находящейся в свободном воздушном пространстве резервуара, имеются небольшие отверстия 3. Поскольку при входе жидкости в сифонную трубку и при движении по ней напор несколько теряется, давление в верхней части сифонной трубки оказывается меньше, чем в верхней полости резервуара, вследствие этого часть воздуха поступает в сифонную трубку и смешивается с потоком жидкости. Смешивание происходит не только непосредственно у места ввода воздуха, но и дальше, при движении по трубопроводу 5 и рукаву 6.

В результате к спрыску 8 подходит хорошо перемешанная смесь воды, пенообразователя и сжатого воздуха. При выходе из спрыска сжатый воздух расширяется и обеспечивает получение пены. Хорошее пенообразование получается при давлении воздуха около 5 кг/см^2 , но если пену нужно транспортировать по трубам на большое расстояние, давление повышается до 10 кг/см^2 . Делать трубопроводы длиной более 50 м не рекомендуется.

Аппаратура с внутренним пенообразованием проста, надежна, обладает высокой эффективностью, легко перезаряжается, что и делает ее весьма удобной для использования в судовых условиях.

21. ПЕРЕДВИЖНАЯ АППАРАТУРА

К передвижной аппаратуре воздушно-пенного тушения относятся воздушно-пенные огнетушители типа ВО-250. Как видно из рисунка 21, основной частью этого аппарата является прочный, стальной сварной резервуар 1, полной емкостью в 30 л. В резервуар через горловину 11 заливается заряд, состоящий из 24 л пресной воды и 1 литра пенообразователя ПО-1. Горловина закрывается крышкой, на которой имеется пусковой клапан 10. Резервуар установлен на раме 2, снабженной упором 16 и колесами 3 для транспортировки аппарата по судну. На передней стороне резервуара при помощи специального приспособления крепятся два баллона со сжатым воздухом 4 с вентилями 5. Баллоны присоединяются к крестовине 6, имеющей манометр 8. Воздушная трубка 7 соединяет крестовину с резервуаром.

Через резервуар пропущена сифонная трубка 12 с отверстием в верхней части 15, пропускающим воздух, необходимый для пенообразования. Сифонная трубка присоединена к клапану 10, на крышке горловины, с резиновым рукавом 13 длиной 4 м, на конце которого имеется насадка 14 со спрыском $\varnothing 8 \text{ мм}$. Для крепления рукава в походном положении на раме имеются крючки, за которые рукав и закладывается кольцами. Предохранительный

клапан 9 срабатывает при повышении давления в резервуаре до 12—13,5 кг/см². Аппарат транспортируется и приводится в действие двумя человеками. Возможность транспортировки аппарата проверена на разнообразных судах и практически осуществима в любых условиях. Для пуска аппарат подкатывают к месту применения. Один человек разматывает рукав и занимает исходную позицию, а другой, по готовности рукава открывает вентиль одного

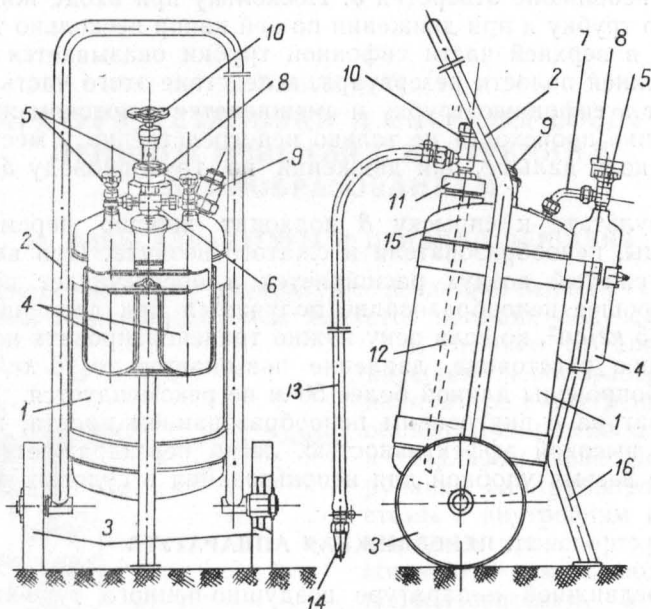


Рис. 21. Воздушно-пенный огнетушитель ВО-250.

1 — резервуар; 2 — рама; 3 — колеса; 4 — воздушные баллоны; 5 — вентили баллонов; 6 — крестовина; 7 — воздушная трубка; 8 — манометр; 9 — предохранительный клапан; 10 — пусковой клапан; 11 — крышка горловины; 12 — сифонная трубка; 13 — рукав; 14 — насадка; 15 — отверстие для подмешивания воздуха; 16 — упор.

из воздушных баллонов и, как только давление воздуха в баллоне достигнет 5—6 кг/см², открывает пусковой клапан. Если надо прекратить подачу пены до полного израсходования заряда, следует перекрыть вентиль воздушного баллона и пусковой клапан. При необходимости вторично подать пену операция пуска повторяется. Аппарат дает около 250 л хорошей пены, заменяя примерно 6 огнетушителей типа ОП-3.

Для перезарядки огнетушителя надо залить в резервуар раствор воды с пенообразователем и заполнить воздушные баллоны воздухом под давлением 125—150 кг/см².

Основные характеристики огнетушителя ВО-250 приведены ниже:

Габаритные размеры:

высота	1050 мм
ширина	472 мм
Емкость резервуара	около 30 л
Количество пенообразующей смеси	25 л
Состав заряда:	
пресной воды	24 л
пенообразователя ПО-1	1 л
Количество пены, получаемой при полном израс- ходовании заряда	около 250 л
Число и емкость воздушных баллонов	2×1,3 л
Рабочее давление в баллонах	125—150 кг/см ²
Рабочее давление в резервуаре	5—10 кг/см ²
Время работы аппарата при давлении в резер- вуаре 5 кг/см ²	около 100 сек
Вес заряженного аппарата	69,4 кг
Вес без заряда	44,4 кг
Диаметр условного прохода насадки	8 мм
Длина резиноканевого рукава	4 м

Для хранения огнетушителей типа ВО-250 на судах имеется специальный кронштейн, устанавливаемый при помощи двух болтов у любой переборки.

В настоящее время имеется модификация огнетушителя типа ВО-250. Основное отличие нового образца в том, что два воздушных баллона заменены одним, поставленным в центре резервуара, и для понижения давления воздуха применено не обычное дросселирование, а малогабаритный редуктор. Габаритные размеры и вес аппарата, а также его техническая характеристика при этом существенно не изменились.

22. СТАЦИОНАРНАЯ АППАРАТУРА И СИСТЕМЫ

Стационарная аппаратура воздушно-пенного тушения с внутренним пенообразованием представляет собою модификацию аппарата ВО-250. На рис. 22 показан основной вариант стационарного воздушно-пенного аппарата «СО-500» (стационарный огнетушитель 500 л). Основной частью этого аппарата является резервуар 1, предназначенный для помещения заряда. Над резервуаром смонтирована катушка 2 с резино-тканевым рукавом 3, на конце которого поставлена насадка 4 со sprыском \varnothing 8 мм. Конструкция катушки такова, что пена может быть подана по рукаву независимо от длины его развернутой части. На резервуаре имеется предохранительный клапан 5 и манометр 6.

Для пуска аппарата в действие служит клапан 7 на трубопроводе сжатого воздуха из баллона. По трубке 8 пена из резервуара поступает к пусковому клапану 9 и от него в ось катушки, а затем по рукаву в sprыск.

Образование пены в аппарате происходит так же, как в огнетушителе ВО-250. Раствор пенообразователя в воде, находящийся в резервуаре, под давлением сжатого воздуха поступает в сифонную трубку 10, поднимаясь по трубке, в верхней ее части жидкость смешивается с потоком воздуха, поступающим через отверстие 11, в

результате чего в трубопровод 8 поступают перемешанные между собой воздух, вода и пенообразователь. Выходя из spryska, сжатый воздух, смешанный с раствором, расширяется и образует воздушно-механическую пену.

Для перезарядки на резервуаре имеется горловина с крышкой 12, а отверстия, закрываемые пробками 13, служат для промывки резервуара или для установки электроподогревателя, если аппарат ставится в холодных помещениях.

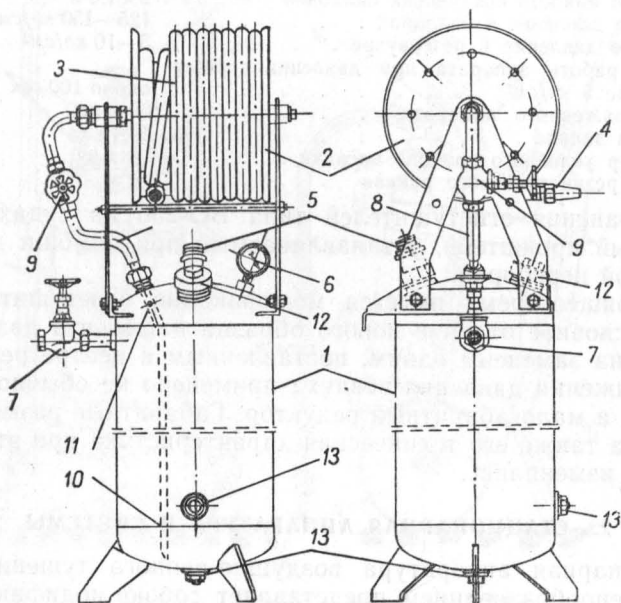


Рис. 22. Стационарный воздушно-пенный аппарат СО-500.

1 — резервуар; 2 — катушка; 3 — резино-тканевый рукав; 4 — насадка со sprysком; 5 — предохранительный клапан; 6 — манометр; 7 — клапан, регулирующий подачу воздуха; 8 — соединительная трубка; 9 — пусковой клапан; 10 — сифонная трубка; 11 — отверстия для подмешивания воздуха; 12 — горловина для заливки; 13 — пробки для слива раствора.

В соответствии с требованиями Регистра СССР и Правил Международной конвенции по охране человеческой жизни на море (1948 г.) емкости резервуаров подобной аппаратуры должны иметь два основных размера: для зарядов на 50 и 140 литров.

В таблицах 8 и 9 даны некоторые сведения о воздушно-пенных аппаратах и примерные площади горения некоторых нефтепродуктов, которые можно потушить при использовании данных аппаратов.

Аппараты типа СО имеют запас сжатого воздуха в стальных баллонах, смонтированных в непосредственной близости от резервуара.

Емкость резервуаров и производительность установок воздушно-пенного тушения

Емкость резервуара установки и количество получаемой пены, л	Где требуется наличие такой установки	Площади, на которых установка может обеспечить тушение пожара, м ²
Емкость 50 л Производительность 450 ÷ 480 л	Машинные отделения судов выше 100 бр. т, с двигателями внутреннего сгорания	бензин 1,8—1,7 керосин 3,5 дизельное топливо 5,0 мазут 10,0
Емкость 140 л Производительность 1300 ÷ 1450 л	Котельные пассажирских судов, работающие на жидком топливе. Машинные помещения теплоходов, имеющие котлы на жидком топливе, установленные в этих же помещениях.	бензин 5,0—4,8 керосин 10,0 дизельное топливо 15,0 мазут 30,0—32,0

Примечание. Обычно резервуар для заряда в 140 л заменяется резервуаром на 150 л (СО — 1500).

Особенностью аппаратов с баллонами является их постоянная готовность к действию и высокая эффективность. Именно поэтому правилами Международной конвенции и допускается замена ручных огнетушителей в машинных и котельных отделениях аппаратами рассматриваемой конструкции. При этом ставится условие, чтобы воздушно-механическая пена могла быть подана в любую точку обслуживаемого отсека или помещения. Очень часто такое требование может потребовать применения рукавов большой длины. Как известно, в судовых помещениях работать с рукавами большой длины трудно. Поэтому для развитых машинных помещений применяется более сложная схема, обычно называемая системой тушения от аппаратов с внутренним пенообразованием.

На рис. 23 приведена принципиальная схема системы тушения для большого машинного отсека теплохода.

Основным узлом системы является резервуар для хранения заряда, т. е. смеси воды с пенообразователем 1, с горловиной, закрываемой крышкой 14. От резервуара, имеющего сифонную трубку 2 с отверстиями для прохода воздуха, пена поступает в трубопровод 3 через запорный кран системы 8, разветвляющийся на два или более направлений. К этому трубопроводу присоединены катушки 4 с намотанными на них рукавами 5, имеющими на конце насадку со sprysком, таким же как на аппарате СО.

Перед каждой катушкой имеется контрольный манометр 6 и пусковой кран. По показаниям манометра можно следить, нахо-

Таблица 9

Основные технические характеристики аппаратов типа СО

Параметры	СО-500	СО-1500
Габаритные размеры:		
высота	1500 мм	1850 мм
ширина	460 мм	560 мм
длина	380 мм	450 мм
Емкость резервуара	55 л	165 л
Величина заряда	50 л	150 л
Состав заряда:		
воды пресной	48 л	144 л
пенообразователя ПО-1	2 л	6 л
Количество пены, подаваемой при полном срабатывании заряда	500 л	1500 л
Время работы аппарата:		
на одну струю не менее	2 мин	6 мин
на две струи	—	3 мин
Рабочее давление в резервуаре	5—10 кг/см ²	5—10 кг/см ² *
Длина пенной струи около	8 м	8 м
Вес заряженного аппарата	113 кг	253 кг
Вес пустого аппарата	68 кг	100 кг
Диаметр sprыска в насадке	1×8 мм	2×8 мм
Количество катушек	1	2
Длина рукава на катушке	10 м	10 м
Число баллонов со сжатым воздухом емкостью в 10 л	1	—
То же, в 40 л	—	1
Редуктор РК-53	1	1
Вес баллона с воздухом	25 кг	65 кг

дится ли трубопровод под давлением, т. е. пущена ли система в действие.

При наличии на судне системы сжатого воздуха высокого давления, кроме баллона со сжатым воздухом 9, может быть использован сжатый воздух от системы. В таком случае трубопровод сжатого воздуха 10 подводится к тройнику с краном переключателем 11, установленному до редуктора 12. Клапан 13 служит для регулировки подачи воздуха в резервуар.

Согласно требованиям Регистра СССР питание сжатым воздухом системы пенотушения без наличия аварийного запаса воздуха в баллоне может быть допущено только в том случае, если воздухохранилища, откуда производится питание пожаротушительной уста-

новки, размещены в том же отсеке, в котором размещается резервуар системы пенотушения.

Для пуска в действие системы пенотушения подается воздух в резервуар, затем открывается клапан на трубопроводе подачи пены к катушкам.

Как только давление в трубопроводе достигнет величины рабочего, что видно по манометрам у катушек, открывают краны подачи пены и подают ее в рукава.

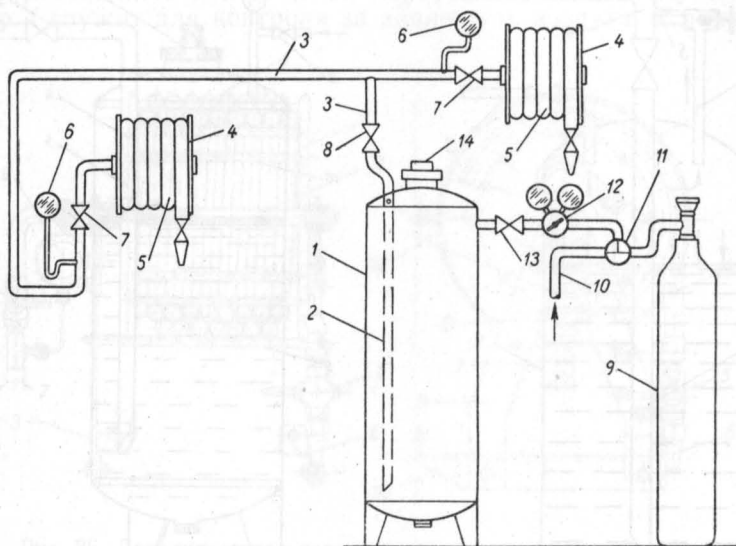


Рис. 23. Система пенотушения с внутренним пенообразованием для машинного отделения теплохода.

1 — резервуар с пенообразующим зарядом; 2 — сифонная трубка; 3 — трубопровод подачи пены к катушкам; 4 — катушки; 5 — резино-тканевые рукава с насадками и кранами (ставятся не всегда); 6 — контрольные манометры; 7 — пусковые краны; 8 — запорный кран системы; 9 — баллон с сжатым воздухом; 10 — трубопровод судовой системы сжатого воздуха; 11 — кран-переключатель; 12 — редуктор; 13 — клапан воздухопровода; 14 — крышка горловины.

В последнее время некоторое распространение получил способ образования воздушно-механической пены не путем подачи воздуха через отверстие в сифонной трубке, а подачей воздуха при помощи регулируемого внешнего канала. Принцип такого устройства приведен на рис. 24.

Резервуар 1 снабжен сифонной трубкой 2. По трубопроводу 3 в резервуар подается сжатый воздух, под давлением которого жидкость из резервуара поступает в сифонную трубку и дальше, в трубопровод 4.

Верхняя часть резервуара при помощи трубки соединена с трубопроводом 5. На трубке 5 имеется игольчатый клапан 6 с про-

ходным сечением в 3—4 мм. При помощи этого клапана можно регулировать подачу воздуха в трубопровод 4 и, следовательно, менять качество пены.

В случае, если аппарат будет заряжен водой или раствором какой-либо соли, увеличивающей тушительные свойства воды, подача воздуха в трубопровод 4 должна быть прекращена и аппарат будет работать как простой напорный бак. Если при работе водой

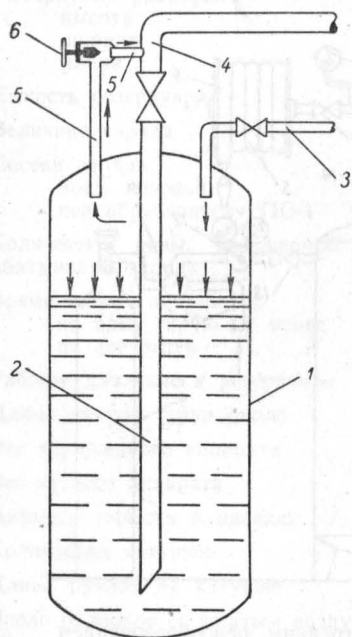


Рис. 24. Регулировка подачи воздуха в аппаратах с внутренним пенообразованием.

1 — резервуар; 2 — сифонная трубка; 3 — трубопровод подачи воздуха; 4 — выпускной трубопровод, с пусковым клапаном системы; 5 — трубка подачи воздуха для получения пены; 6 — игольчатый клапан-регулятор.

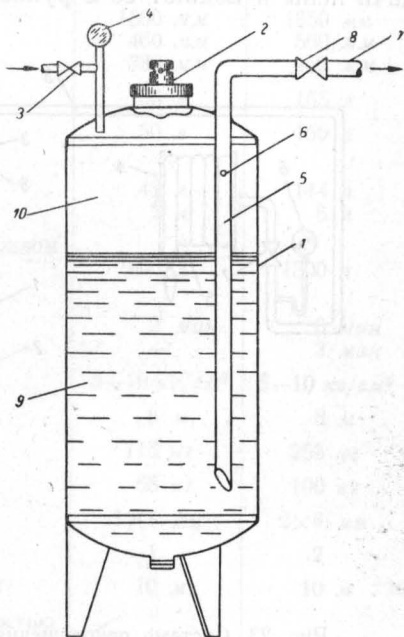


Рис. 25. Судовой закачной пеногон.

1 — резервуар; 2 — крышка горловины; 3 — клапан заполнения воздухом; 4 — контрольный манометр; 5 — сифонная трубка; 6 — отверстия для подмешивания воздуха; 7 — трубопровод для выпуска пены; 8 — пусковой клапан; 9 — заряд; 10 — сжатый воздух.

подать воздух в трубопровод 4, аппарат будет давать мелко распыленную воду.

Заканчивая обзор стационарной аппаратуры воздушно-пенного тушения с внутренним пенообразованием, необходимо остановиться на простейшей аппаратуре этого типа — закачных аппаратах или пеногонах.

Сущность этой аппаратуры состоит в том, что резервуары их делаются несколько больших размеров и являются одновременно местом для хранения как жидкостной части заряда, так и запаса

сжатого воздуха, необходимого для выброса заряда и для образования пены. Особенностью аппаратов такого типа является их простота и надежность, но вместе с этим аппараты этого типа оказываются более громоздкими, тяжелыми. Они постоянно находятся под давлением, что в некоторых случаях является неудобным.

На рис. 25 приведен образец закачного пеногона с зарядом в 140 литров. Резервуар аппарата 1 имеет горловину для зарядки с крышкой 2, снабженной предохранительным клапаном. Через клапан 3 производится наполнение резервуара сжатым воздухом. Манометр 4 служит для контроля за давлением воздуха в аппарате.

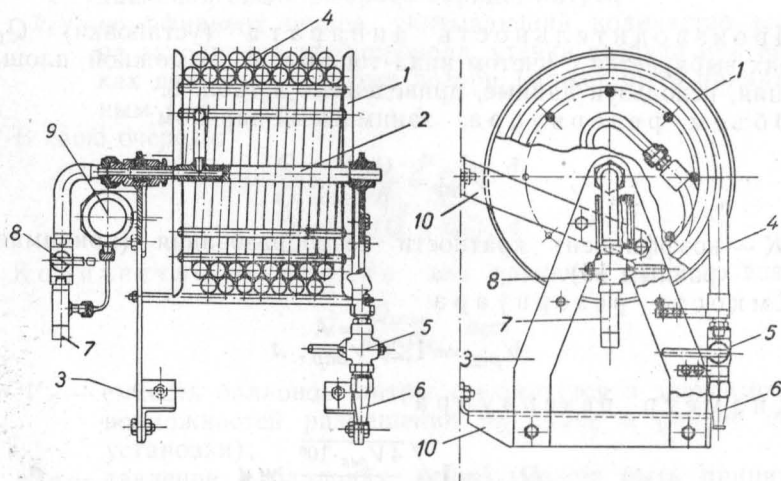


Рис. 26. Дополнительная катушка для установок пенотушения.

1 — катушка; 2 — ось; 3 — стойки; 4 — резино-тканевый рукав; 5 — кран насадки (не обязателен); 6 — насадка; 7 — присоединительный патрубок; 8 — пусковой кран; 9 — контрольный манометр; 10 — лапы для крепления катушки.

Сифонная трубка 5 имеет отверстия 6 для пропуска воздуха, необходимого для получения пены.

Трубопровод 7 служит для выпуска пены; на нем имеется пусковой клапан 8.

При зарядке аппарата в резервуар заливается заряд 9 (смесь воды с пенообразователем) примерно на $\frac{2}{3}$ высоты резервуара. Оставшаяся свободная часть резервуара 10 служит хранилищем запаса сжатого воздуха. Воздух в резервуар закачивается под давлением 15—18 кг/см², после чего аппарат отключается от источника подачи сжатого воздуха.

Для пуска пеногона в действие достаточно открыть клапан 8 и пена начинает выходить из аппарата.

Часто аппараты такого типа носят наименование пеноаккумуляторов.

К аппарату закачного типа может быть присоединена катушка с резиноканевым рукавом такого же типа, как в аппаратах типа СО.

На рис. 26 показано устройство такой катушки. Следует указать, что кран 5 не всегда ставится, так как подачей пены можно управлять и при помощи крана 8.

Основные данные катушки: высота 540 мм, длина 380 мм, ширина 460 мм, длина рукава 10 м. Вес катушки в полном сборе около 20 кг.

23. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОСНОВНЫХ ПАРАМЕТРОВ АППАРАТОВ ДЛЯ УСТАНОВОК И СИСТЕМ С ВНУТРЕННИМ ПЕНООБРАЗОВАНИЕМ

Производительность аппарата (установки) $Q_{\text{п}}$ в литрах выбирается с учетом вида топлива и возможной площади горения, используя данные, приведенные в табл. 8.

Объем резервуара, занимаемый зарядом:

$$V_{\text{зар}} = \frac{Q_{\text{п}}}{K}, \text{ л}$$

где K — коэффициент кратности пенообразования (принимается равным 10).

Емкость резервуара

$$V_{\text{рез}} = 1,25 V_{\text{зар}}, \text{ л}$$

Диаметр резервуара

$$D_{\text{рез}} = \sqrt{\frac{4 V_{\text{рез}} \cdot 10^6}{\pi \cdot h}}, \text{ мм}$$

где h — высота резервуара, мм (принимается 1000—1100 мм).

Рабочее давление воздуха в резервуаре $P_{\text{раб}}$ (кг/см²) принимается равным 6 ± 1 кг/см². При наличии длинного трубопровода от резервуара до места выпуска пены $P_{\text{раб}}$ увеличивается на величину сопротивлений в трубопроводе.

Секундный объемный расход пены

$$q_{\text{сек}} = \mu f n \sqrt{\frac{(P_{\text{раб}} - P_0) 10^3}{\gamma_{\text{п}}}}, \text{ л/сек}$$

где $\mu = 0,95$;

f — площадь отверстия в распылителе, см²;

P_0 — атмосферное давление (1 кг/см²);

$\gamma_{\text{п}}$ — удельный вес пены (0,1 г/см³);

n — число одновременно работающих распылителей;

g — ускорение силы тяжести (м/сек²).

Время работы аппарата (установки)

$$T = \frac{Q_{\text{п}}}{q_{\text{сек}} \cdot 60}, \text{ мин}$$

Количество воздуха в литрах, необходимое для получения из аппарата (установки) пены в количестве $Q_{\text{п}}$ л, определяется из выражения:

$$Q_{\text{возд}} = (Q_1 + Q_2 + Q_3) \cdot k_3, \text{ л}$$

где Q_1 — количество воздуха, потребное на выталкивание заряда, литры;

Q_2 — количество воздуха, идущего на пенообразование, литры;

Q_3 — количество воздуха, остающегося в системе высокого давления после выброса заряда, литры;

k_3 — коэффициент запаса, учитывающий количество воздуха на заполнение трубопровода, утечки воздуха при проверках давления и другие потери (может быть принят равным 1,15—1,25).

В свою очередь:

$$Q_1 = V_{\text{рез}} \cdot P_{\text{раб}}, \text{ л};$$

$$Q_2 = 0,9 Q_{\text{п}}, \text{ л};$$

$$Q_3 = 0,1 (Q_1 + Q_2), \text{ л}.$$

Количество баллонов для хранения сжатого воздуха:

$$N = \frac{Q_{\text{возд}}}{V_{\text{б}} \cdot P_{\text{б}}}, \text{ шт}$$

где $V_{\text{б}}$ — емкость баллонов, литры (выбирается в зависимости от возможностей размещения на судне в районе пенной установки);

$P_{\text{б}}$ — давление в баллонах, кг/см^2 (может быть принято до 200 кг/см^2).

Давление смеси воды с пенообразователем в верхней части сифонной трубки (в районе отверстий для подсоса воздуха):

$$P_{\text{см}} = P_{\text{раб}} - \Sigma h, \text{ кг/см}^2$$

где Σh — сумма потерь напора при входе в сифонную трубку, при движении по ней, при подъеме на высоту трубки (может быть принято $0,10$ — $0,15 \text{ кг/см}^2$).

Скорость входа воздуха в отверстие сифонной трубки:

$$W_0 = \varphi \sqrt{2gV_0 (P_{\text{раб}} - P_{\text{см}}) 10}, \text{ м/сек}$$

где φ — коэффициент (принимается $0,98$);

V_0 — удельный объем воздуха при $P_{\text{раб}}$, $\text{см}^3/\text{г}$.

Весовой секундный расход воздуха на пенообразование:

$$g_{\text{сек}} = \frac{Q_2 \cdot \gamma_0 \cdot 10^3}{T_{60}}, \text{ г/сек}$$

где γ_0 — удельный вес воздуха.

Общая площадь отверстий в сифонной трубке для подсоса воздуха:

$$F_{om} = \frac{g_{сек} V_0}{W_0}, \text{ мм}^2$$

тогда диаметр отверстий:

$$d_{om} = \sqrt{\frac{4 \cdot F_{om}}{\pi \cdot n_0}}$$

где n_0 — число отверстий (может быть принят от 1 до 4).

Длину сифонной трубки следует принимать такой, чтобы была обеспечена потеря напора эмульсии при прохождении по сифонной трубке порядка 0,10—0,15 кг/см².

Внутренний диаметр сифонной трубки D может быть принят от 13 до 20 мм.

Радиус действия рукава от пенной установки:

$$R_p = (L + 3) r_3, \text{ м}$$

где L — длина рукава, м;

r_3 — коэффициент загроможденности отсека (в среднем 0,6—0,7).

Для аппаратов с внутренним пенообразованием закачного типа определение некоторых параметров будет несколько отличным. Для них:

Объем резервуара

$$V_{p. \text{зак}} = 1,5 V_{зар}, \text{ л}$$

Количество воздуха в литрах, необходимое для получения из аппарата количества пены равного $Q_{п}$

$$Q_{возд. \text{зак}} = 1,25 (Q_1 + Q_2), \text{ л}$$

Рабочее давление воздуха, которое необходимо создать и поддерживать в резервуаре:

$$P_{\text{раб. зак}} = \frac{3 Q_{\text{возд. зак}}}{V_{p. \text{зак}}}, \text{ кг/см}^2$$

Все остальные параметры и размеры для аппаратов закачного типа определяются как указано выше.

Узлы и детали пенных аппаратов, способ расчета которых не приводится (прочность резервуара, детали арматуры, трубопроводы и т. п.), рассчитываются по общим нормам, принятым в машиностроении.

ГЛАВА VII

ОСОБЕННОСТИ ЭКСПЛУАТАЦИИ ВОЗДУШНО-ПЕННЫХ АППАРАТОВ И СИСТЕМ

Воздушно-механическая пена является эффективным средством тушения судовых пожаров.

Однако при применении ее в качестве средства тушения надо всегда помнить, что пена не является универсальным средством и могут быть такие случаи, когда применение воздушно-механической пены не сможет обеспечить тушение пожара. Такие случаи могут произойти при использовании воздушно-механической пены для тушения спиртов, которые ее разрушают, при тушении взрывчатых грузов, когда слой пены не обеспечивает достаточного охлаждения и отрыва пламени от горящих материалов. Наконец, тушение пеной совершенно бесполезно, если подача ее производится с недостаточной интенсивностью, так как подаваемая пена практически разрушается в зоне пламени, не создавая достаточного тушительного эффекта.

Вся аппаратура, необходимая для обеспечения тушения воздушно-механической пеной, должна постоянно проверяться и поддерживаться в работоспособном состоянии. Несвоевременное обнаружение и устранение неисправностей приводит к выходу системы из строя и не дает возможности обеспечить тушение пожара.

Эксплуатация даже простейшего воздушно-пенного оборудования, например, воздушно-пенных стволов эжекторного типа, требует периодических проверок их комплектации, подвижности кранов и соответствующего состояния соединительной арматуры, где иногда могут отсутствовать резиновые прокладки. Одновременно должно проверяться наличие запаса пенообразователя и его качество. Следует указать на необходимость изжития практики размещения пожарного оборудования по различным углам судна за трубами, механизмами, в трюмах и в других трудно доступных местах. Для размещения воздушно-пенного оборудования должны быть предусмотрены кронштейны с закрепками, обеспечивающими удобное снятие аппаратуры и одновременно удобное крепление. Нельзя хранить стволы на открытых местах и около нагревательных приборов. Стволы нужно хранить в комплекте с рукавами для подсоса пенообразователя, которые должны быть привернуты к

Таблица 10
Примерная схема проверки исправности и проведения испытания воздушно-пенной аппаратуры, систем и установок

Наименование аппаратуры, систем и устройств воздушно-пенного тушения	Проведение проверок и испытаний			Периодические испытания
	проверки регулирующие (ежедневно)	проверки периодические	проверки особые (ежегодно)	Проверки регулирующие (ежегодно)
Воздушно-пенные стволы всех типов. Смесители пенные. Рапаны и бидоны с запасом пенообразователя.	Чистота аппаратов и оборудования. Комплектность, наличие всех прокладок и шайб. Наличие пенообразователя в рапанах и бидонах и целостность ремней на нем. Целость бидонов с пенообразователем. Исправность креплений для хранения аппаратуры. Подвижность кранов на стволах и смесителях.	Один раз в месяц Состояние рукавов для подсоса пенообразователя (негодные заменяются). Состояние пенообразователя в рапанах (при наличии осадки пенообразователя фильтруется и осадок выбрасывается). Целость бидонов с пенообразователем и наличие на них пломб.	Качество пенообразователя (негодный заменяется). Внутренняя поверхность рапана (с очисткой его изнутри). Наружная окраска аппаратуры (освежение ее). Замена изношенных деталей.	Проверить на подачу пены не менее 2 стволос на выбор.
Системы и установки пенотушения с внешним пеннообразователем: а) станции пенотушения, б) смесительные устройства,	Чистота и исправность аппаратуры. Подвижность всех клапанов и клинкетов. Отсутствие в трубопроводах кон-	Один раз в три месяца Исправность и комплектность всех узлов систем и установок. Отсутствие осадка в запасе пенообразователя.	Проверить и очистить изнутри емкости для пенообразователя. Комплектность системы (заменив все изношенные детали). Произвести ре-	Произвести гидравлическое испытание трубопроводов. Гидравлическое испытание резервуаров на установках пенотушения (регулирующая редукторы).
				Один раз в пять лет Произвести переосвидетельствование воздушных баллонов и их пенореклеймение.

в) трубопроводы и стволы, г) запас пенообразователя, д) установкаи пенотушения с запасом сжатого воздуха.	Исправность денсата и грязи. Исправность мембран на ствольных системах подачи пены в грузовые трупы. Наличие пенообразователя в емкостях на станциях и в напорных смесителях. Наличие сжатого воздуха и зарядда в резервуарах установок пенотушения.	Исправность всех рукавных соединений. Рукава в установках пенотушения перекладываются на новый кант.	монт и окраску всех деталей систем и установок. Перезарядить новым зарядом установкаи пенотушения. Проверить качество пенообразователя.	Гидравлическим давлением испытываются рукава переносных стволы. Испытать манометры на всех узлах.	Проверить и заменить негодные вентили баллонов.
Аппаратура и системы с внутренним пенообразованием: а) огнетушители типа ВО-250, б) установкаи типа СО, в) системы типа СО с дополнительными кантушками, г) установкаи закачного типа любой емкости.	Целость и комплектность всего оборудования. Наличие пломб на вентилих воздушных баллонов. Подвижность всех клапанов и клинкетов, кроме запломбированных. Наличие заряда в аппаратах, кроме закачных. Наличие воздуха в закачных аппаратах, по показанию манометра.	Один раз в шесть месяцев Давление воздуха в баллонах аппаратов по контрольному манометру. Подкачать воздух при падении давления больше 10% от нормального. Подвижность катушек (перемещать рукава в новое положение). При наличии катушек в теплых помещениях перекладывать их раз в три месяца.	Перезарядить все аппараты новым зарядом с промывкой резервуаров. Проверить герметичность и подвижность всех клапанов и клапанов (в нужных случаях) производя притирку). Заменить все изношенные и негодные детали на аппаратуре и пополнить ЗИП. Обновить окраску аппаратов.	Испытать манометры. Испытать работу предохранительных клапанов, произвести их регулировку. Испытать работу редукторов. Провести гидравлические испытания резервуаров.	Один раз в три года Испытать гидравлическим давлением рукава и заменить негодные. Испытать трубопроводы систем по требованиям Регистра. Один раз в пять лет Испытать воздушные баллоны и подвергнуть их переклейке.

эжекторами, не перегибать их, чтобы не поломать проволочные спирали рукава.

Стволы без эжекторов должны быть расположены в комплекте со смесителями или около пожарных рожков, куда по требованию подается готовая смесь воды с пенообразователем. На таких рожках должна иметься четкая надпись о возможности подачи от них пены.

Все стволы должны быть пронумерованы, а их расположение по судну нанесено на соответствующую схему.

Лафетные стволы для подачи пены должны периодически проворачиваться, т. е. проверяться их соединение с основной станиной ствола, должна проверяться подвижность клапанов и кранов, исправность рукава для подсоса пенообразователя. Так же, как и при проверке запаса пенообразователя для ручных стволов, из запаса пенообразователя должны отбираться пробы и производиться практические испытания качества пенообразователя.

Точно так же должны подвергаться периодическим проверкам все узлы систем пенотушения. В каждом отдельном случае порядок проверки узлов предусматривается инструкциями по уходу за системами. В табл. 10 указаны примерные сроки и объемы таких проверок.

Особенно важным элементом проверки систем пенотушения является испытание их на судне при проведении швартовых испытаний.

Известно, что при практических проверках не раз выявлялись и устранялись существенные недочеты в системах, допущенные при проектировании или при сборке на судне.

Перед пуском пены всякая система пенотушения должна быть хорошо отрегулирована и подготовлена к испытанию. Особенно важно обеспечить хорошую регулировку расхода пенообразователей. Для экономии пенообразователя проверку можно производить на воде. Расход пенообразователя всегда должен лежать в пределах от 3 до 5% объема по отношению к воде, пропускаемой через систему.

Для окончательной проверки производят фактический пуск системы в действие и от стволов берутся пробы с целью проверки кратности пенообразования и стойкости пены. Для этого отбирают определенную пробу (не менее 10 л), определяют объем и вес пены, а по наблюдению за остатками пены в пробе через определенное время проверяют стойкость пены, как это делалось при проверке качества пенообразователей.

Если необходимо проверить подачу пены в грузовые трюмы нефтеналивных судов или отсеков со сложным набором, допускается испытание выпуском пены на водяную подушку, для этого на поверхность воды выливается некоторое количество масла, предупреждающее разрушение пены водой. Проверка производительности пенных стволов производится путем выпуска из них пены в емкость определенного объема.

Единственной возможностью для полной проверки и регулировки систем пенного тушения является время сдаточных испытаний. После этого времени никаких практических проверок и особенно регулировок на судне сделать уже не удастся. При регулировке аппаратуры, положения всех кранов, регулирующих подачу пенообразователя или воды, должны быть зафиксированы установкой специальных шпилек, нанесением рисок или какими-либо другими способами. В соответствии с результатами испытаний и проверок в инструкции вносятся нужные изменения и дополнения.

Точное выполнение требований эксплуатации обеспечивает хорошую работу систем и установок пенотушения.

Многое зависит также от умения личного состава судна правильно использовать пену при тушении пожара.

При тушении пеной твердых горючих материалов необходимо, прежде всего, обеспечить попадание воздушно-механической пены на горящие предметы. Для этого надо занимать такие позиции, чтобы с них были видны прямые признаки пожара, т. е. открытый огонь.

Пену надо направлять в верхние части горящих конструкций, чтобы стекающая пена покрывала еще негорящие части, или, стекая, помогала бы тушению. Поэтому лучше подавать пену на переборки или вертикальные поверхности механизмов, чтобы пена, стекая, постепенно покрывала поверхность жидкости.

При тушении жидких горючих пену надо направлять возможно более полого, чтобы обеспечить растекания пены по поверхности зеркала горючей жидкости и предупредить разбрызгивание.

При тушении пожаров стационарными системами тушения одновременно с подачей пены нужно вводить в действие водяные стволы и использовать их для охлаждения горячих конструкций в районе пожара, но вода не должна попадать на слой пены, так как при этом пена будет разрушаться.

О всех проверках работы систем и установок должны производиться соответствующие записи.

Необходимо указать, что навыки судового состава в тушении пожаров приобретаются только после практических занятий и тренировок, без чего судовой состав не может считаться подготовленным к тушению пожаров при помощи воздушно-механической пены.

ЛИТЕРАТУРА

1. Стандарты и технические условия на предметы противопожарного оборудования: ГОСТ 8653-57, 7184-54, 7183-54, 6948-54 и другие.
2. Журнал «Пожарное дело» за 1957, 1958 и 1959 годы, статьи по вопросам тушения пожаров воздушно-механической пеной.
3. Письма и информационные материалы ЦНИИПО по вопросам тушения пожаров воздушно-механической пеной.
4. Поляков В. Д. Физико-химические способы и средства тушения пожаров на судах. Изд. Морской транспорт. Москва, 1957 г.
5. Пономарев И. М. Пожарное дело на морских судах. Изд. Морской транспорт. Москва, 1958 г.

6. Губанов, Васильев и Завьялов. Судовые системы. Речиздат, 1951 г.

7. Проект Правил Регистра СССР по противопожарному обеспечению морских судов. 1959 г.

8. Международная конвенция по охране человеческой жизни на море. 1948 г. Изд. Морской транспорт. Ленинград, 1958 г.

Вопрос о расследовании причин возникновения пожара на судне является одним из наиболее важных и сложных в судоводительской практике.

При расследовании пожара на судне необходимо установить, что послужило причиной его возникновения, а также определить виновных в его возникновении.

Для этого необходимо иметь представление о том, что такое пожар на судне, каковы его признаки и симптомы, а также о том, как он развивается.

Вопрос о расследовании пожара на судне является одним из наиболее важных и сложных в судоводительской практике.

При расследовании пожара на судне необходимо установить, что послужило причиной его возникновения, а также определить виновных в его возникновении.

Для этого необходимо иметь представление о том, что такое пожар на судне, каковы его признаки и симптомы, а также о том, как он развивается.

Вопрос о расследовании пожара на судне является одним из наиболее важных и сложных в судоводительской практике.

При расследовании пожара на судне необходимо установить, что послужило причиной его возникновения, а также определить виновных в его возникновении.

Для этого необходимо иметь представление о том, что такое пожар на судне, каковы его признаки и симптомы, а также о том, как он развивается.

Вопрос о расследовании пожара на судне является одним из наиболее важных и сложных в судоводительской практике.

При расследовании пожара на судне необходимо установить, что послужило причиной его возникновения, а также определить виновных в его возникновении.

Для этого необходимо иметь представление о том, что такое пожар на судне, каковы его признаки и симптомы, а также о том, как он развивается.

Вопрос о расследовании пожара на судне является одним из наиболее важных и сложных в судоводительской практике.

При расследовании пожара на судне необходимо установить, что послужило причиной его возникновения, а также определить виновных в его возникновении.

Для этого необходимо иметь представление о том, что такое пожар на судне, каковы его признаки и симптомы, а также о том, как он развивается.

Вопрос о расследовании пожара на судне является одним из наиболее важных и сложных в судоводительской практике.

При расследовании пожара на судне необходимо установить, что послужило причиной его возникновения, а также определить виновных в его возникновении.

Для этого необходимо иметь представление о том, что такое пожар на судне, каковы его признаки и симптомы, а также о том, как он развивается.

Вопрос о расследовании пожара на судне является одним из наиболее важных и сложных в судоводительской практике.

При расследовании пожара на судне необходимо установить, что послужило причиной его возникновения, а также определить виновных в его возникновении.

Для этого необходимо иметь представление о том, что такое пожар на судне, каковы его признаки и симптомы, а также о том, как он развивается.

СОДЕРЖАНИЕ

	Стр.
Предисловие	3
<i>Глава I.</i> Судовые пожары, их особенности и способы тушения . . .	5
1. Процесс горения	5
2. Причины возникновения пожаров на судах	6
3. Особенности судовых пожаров	6
4. Способы тушения судовых пожаров	7
<i>Глава II.</i> Воздушно-механическая пена, аппаратура и пенообразователи для ее получения	9
5. Воздушно-механическая пена и ее основные свойства . . .	9
6. Аппаратура для получения воздушно-механической пены . . .	10
7. Отечественные пенообразователи для получения воздушно-ме- ханической пены	11
8. Некоторые иностранные пенообразователи	14
<i>Глава III.</i> Аппаратура пенотушения с внешним пенообразованием . . .	16
9. Виды аппаратуры	16
10. Ручные воздушно-пенные стволы	17
11. Переносные смесители	25
12. Лафетные воздушно-пенные стволы	28
<i>Глава IV.</i> Системы пенотушения с внешним пенообразованием . . .	32
13. Основные элементы систем	32
14. Системы пенотушения со смесителями	32
15. Системы воздушно-пенного тушения без смесителей	39
16. Установки пенотушения с внешним пенообразованием . . .	41
<i>Глава V.</i> Элементы расчета систем и установок с внешним пенообразо- ванием	43
17. Исходные данные для расчета систем	43
18. Методика расчета систем	44
19. Расчет установок пенотушения	46
<i>Глава VI.</i> Аппаратура, установки и системы воздушно-пенного тушения с внутренним пенообразованием	48
20. Виды аппаратуры и принцип действия	48
21. Передвижная аппаратура	49
22. Стационарная аппаратура и системы	51
23. Определение основных параметров аппаратов для установок и систем с внутренним пенообразованием	61
<i>Глава VII.</i> Особенности эксплуатации воздушно-пенных аппаратов и систем	
<i>Литература</i>	65

Андреева О. А., Максимов В. И., Печковский В. С.

Современные средства тушения судовых пожаров воздушно-механической пеной

Спецредактор *Г. Е. Селицкий*

Редактор изд-ва *З. С. Фришман*

Техредактор *О. И. Котлякова*

Корректор *Е. А. Соболева*

М-28587. Сдано в производство 30/XII-59 г. Подписано к печати 12/II-60 г.

Бумага 60×92¹/₁₆=2,13 бум. л. Печ. л. 4,25. Уч.-изд. л. 4,27.

Изд. № ПТ/Л—375. Тираж 3000 экз. Цена 2 р. 15 к. Заказ № 1576.

7-я типография издательства «Морской транспорт».
Ленинград, ул. К. Заслонова, 30.