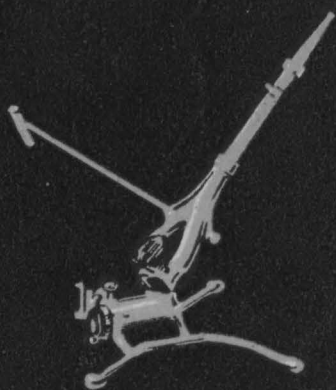


П2-51
061

А. А. Подя

ЛАФЕТНЫЕ СТВОЛЫ



Москва · 1959

А. А. РОДЭ

П.2-51
Р.61

спис

ЛАФЕТНЫЕ СТОЛЫ

41657



ИЗДАТЕЛЬСТВО
МИНИСТЕРСТВА КОММУНАЛЬНОГО ХОЗЯЙСТВА РСФСР

Москва — 1959

в

Родэ Александр Александрович
Лафетные стволы

Редактор Н. В. Шаров

Редактор издательства А. Д. Фонберштейн

Техн. редактор А. А. Лелюхин

Корректор А. Н. Пономарева

Сдано в набор 13/X 1958 г.

Подписано к печати 20/III 1959 г.

Формат бум. $60 \times 92^{1/16}$.

Печ. л. 5,25

Уч.-изд. л. 6,1

Л95544 Изд. № 447

Тираж 8000.

Цена 3 р. 05 к.

Заказ 4153

Типография изд-ва Министерства коммунального хозяйства РСФСР,
г. Перово, ул. Плющева, 22.

ПРЕДИСЛОВИЕ

Высокий уровень развития науки и техники в нашей стране позволил вооружить советскую пожарную охрану разнообразными техническими средствами для успешной борьбы с пожарами любых размеров. Наличие пожарных автомобилей — автонасосов и автоцистерн с насосами большой производительности, а также развитие водопроводных сетей позволяют успешно применять для борьбы с крупными пожарами лафетные стволы.

Целью настоящей работы является ознакомление работников пожарной охраны, а также инженерно-технических работников с современными конструкциями стационарных и переносных пожарных лафетных стволов, с основными правилами их обслуживания и ремонта, а также с основами расчета. Книга может быть использована также в качестве пособия слушателями средних и высших пожарно-технических учебных заведений.

В книге приведены характеристики водяных струй по расходу и дальности при заданных напорах, отражен также современный опыт конструирования и применения пожарных лафетных стволов.

При написании книги автором были использованы материалы по проектированию и испытанию новых конструкций лафетных стволов, а также опубликованные в отечественной и зарубежной литературе материалы.

Все замечания и пожелания по брошюре автор просит направлять по адресу: Москва, К-12, Ипатьевский пер., 14, Издательство МКХ РСФСР.

ВВЕДЕНИЕ

Практика работы пожарной охраны показывает, что тушение больших пожаров, характеризующихся значительным выделением тепла, особенно пожаров в плотно застроенных районах, на складах и т. д., не может быть осуществлено с должной эффективностью при помощи одних только ручных стволов. Это связано с тем, что для сбивания пламени и быстрого охлаждения очага огня подаваемая струя воды должна иметь достаточную мощность и сохранять свою живую силу при встрече с горячей поверхностью. Оба эти условия не могут быть выполнены при использовании ручных стволов: длина компактной части струй этих стволов недостаточна, чтобы обеспечить тушение на безопасном для ствольщиков расстоянии от мощного очага огня, а количество подаваемой воды невелико и не может обеспечить тушение и эффективную защиту близрасположенных объектов от действия лучистой теплоты.

Таким образом, даже при использовании большого количества ручных стволов зачастую не удастся потушить развившийся пожар или ослабить его силу и ограничить распространение пламени.

Увеличение длины компактной части струи и количества подаваемой воды за счет увеличения диаметров sprays не может быть беспредельным.

Испытания ручных стволов со sprays различного диаметра показали, что при диаметрах sprays 25 мм и более работа с ручными стволами делается затруднительной и даже опасной. Управлять стволом и удерживать его в руках становится трудно; для этого требуются усилия двух и более бойцов, а при резких изменениях режима работы насоса удержать ствол в руках невозможно.

Поэтому в тех случаях, когда необходимо подавать мощные водяные струи, находят применение стволы, устанавливаемые на лафетах — специальных опорных устройствах, позволяющих легко удерживать ствол в заданном положении и быстро маневрировать струей во время тушения. Применение лафетных стволов позволяет в ряде случаев обеспечить быстрое сбивание пламени, локализацию и тушение очага огня за счет использования

мощных дальнобойных водяных струй, которые достигают горящих поверхностей, сохраняя при этом достаточное количество воды и имея запас энергии для сбивания пламени.

Накопленный пожарной охраной опыт в части применения лафетных стволов нашел свое отражение в боевом уставе пожарной охраны, где даны указания по применению лафетных стволов при тушении больших пожаров различного типа.

Имеется много примеров успешного тушения пожаров, когда правильное и своевременное введение в действие лафетных стволов позволило обеспечить быструю ликвидацию пожара. Ниже приводится несколько таких примеров [1].

При тушении производственного цеха площадью более 3 тыс. м², размещенного в одноэтажном кирпичном здании и отделенного от остальных помещений двумя огнестойкими преградами, лафетный ствол был подан после того, как выяснилось, что работа шестнадцати стволов А и Б не обеспечивает локализацию пожара.

К моменту подачи лафетного ствола перекрытие над горевшей частью здания обрушилось. Переносный лафетный ствол тяжелого типа со спрыском диаметром 32 мм был установлен внутри здания. Вода к стволу подавалась по двум рукавным линиям от автонасоса высокого давления при давлении на насосе 12—14 кг/см². После работы лафетного ствола в течение 10—12 мин. открытый огонь в радиусе действия струи на расстоянии более 30 м был сбит, и ствол был передвинут на другую позицию для ликвидации пожара в остальной части здания.

Применение во время тушения лафетного ствола на этом пожаре сыграло решающую роль, несмотря на опоздание с вводом его в действие и медленное разворачивание вследствие значительного веса и громоздкости ствола. Для продвижения его потребовались усилия 20 бойцов и на установку было затрачено 15 мин.

Другим примером эффективного применения лафетного ствола служит тушение пожара в недостроенном железобетонном производственном здании высотой 48 м. Перекрытия в здании отсутствовали, по всему внутреннему периметру его были возведены деревянные леса, а окна забиты тесом.

Пожар возник под лесами и стал быстро распространяться вверх по ним. Когда стало ясно, что подача трех ручных стволов не может прекратить распространение пожара, было решено ввести в действие лафетный ствол. Ствол со спрыском 32 мм на переносном столе был установлен внутри здания и обслуживался тремя автонасосами различного типа, работавшими параллельно. Давление на насосах при длине рукавных линий 200, 360 и 120 м поддерживалось в пределах 8—10 кг/см².

Подача лафетного ствола производилась силами четырнадцати бойцов, он был введен в действие через 10 мин. после принятия решения. Огонь в основном был сбит после 10 мин. работы лафетного ствола; незначительное горение продолжалось только

в самой верхней части лесов, так как струя не доставала до верхнего уровня горящих лесов на 5—6 м. Дотушивание пожара было выполнено при помощи поданного наверх ручного ствола.

Следует отметить, что в описанных случаях использовались лафетные стволы старой конструкции, громоздкие, с тяжелым и неудобным столом (лафетом), поэтому установка ствола отнимала много времени и сил.

Тем не менее применение даже таких лафетных стволов обусловило успешное тушение сложных пожаров.

Примером использования лафетных стволов, обеспечивших успешную ликвидацию сложного пожара, является тушение пожара Зеленого театра в московском Центральном парке культуры и отдыха им. Горького, который произошел в мае 1956 г. Пожар начался в ночное время в результате самовозгорания пропитанного олифой занавеса, свернутого и оставленного в одном из помещений сцены. Здание театра, имеющее значительную высоту, было построено целиком из древесины, хорошо просушившейся и многократно окрашиваемой в течение длительной эксплуатации. Пожар начался в средней части здания, где расположена сцена, и стал быстро развиваться, приняв через 4—5 мин. после обнаружения загорания открытый характер и значительные размеры, угрожая охватить огнем все здание и открытый зрительный зал. Обстановка создавалась крайне сложная, так как в случае распространения огня в помещения, где хранились декорации, пожар мог выйти из-под всякого контроля. Для тушения основного очага огня на сцене со стороны зрительного зала был подан лафетный ствол от первого же прибывшего на пожар автонасоса, установленного на гидрант, что позволило ограничить быстрое развитие пожара в самом начале тушения.

С пришедшего по Москве-реке пожарного катера с задней стороны здания был установлен второй лафетный ствол также для тушения горящей сцены. Одновременно от других автоцистерн и автонасосов, а также от мощной насосной установки катера были поданы ручные стволы.

Успешная работа своевременно поданных лафетных стволов, обеспеченная хорошим водоснабжением, сыграла решающую роль в тушении пожара и позволила быстро подавить основной очаг огня, защитив от его распространения примыкающие к сцене деревянные сооружения. Благодаря самоотверженной работе пожарных и правильному использованию мощной техники, которой располагает московская пожарная охрана, здание театра было спасено от уничтожения огнем, причем оно сравнительно мало пострадало (выгорела только верхняя часть сцены), и театр через три дня был вновь открыт.

Важную роль играют лафетные стволы и при тушении нефтяных и газовых фонтанов как для охлаждения горящего факела, так и при тушении способом отрыва факела при одновременной подаче большого количества струй. Применение лафетных ство-

лов позволяет значительно увеличить расстояние, на которое ствольщики должны приближаться к пламени, облегчая их работу и уменьшая опасность.

Примером успешного применения лафетных стволов для борьбы с пожаром большого нефтегазового фонтана может служить тушение такого пожара в Албании в июне 1957 г., которое проводилось под руководством одного из советских специалистов по борьбе с нефтяными пожарами К. В. Ткаченко. При тушении этого пожара, как и других крупных нефтяных пожаров, лафетные стволы, обладая большим радиусом действия и мощностью струй, обеспечили успешное решение задачи локализации пожара и подготовки тушения, которая не могла быть выполнена при помощи ручных стволов.

Огромный размах жилищного и промышленного строительства наряду с необходимостью надежной защиты лесобирж, предприятий, использующих древесину, а также других отраслей промышленности делает необходимым широкое внедрение лафетных стволов на вооружение пожарной охраны и изучение особенностей их работы для быстрого тушения больших пожаров.

Глава I

ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ ГИДРАВЛИКИ И КОНСТРУИРОВАНИЯ ЛАФЕТНЫХ СТВОЛОВ

1. Водяные струи, подаваемые лафетными стволами

При выходе струи воды из sprыска возникает реактивная сила, действующая на ствол по его оси в направлении, обратном направлению движения струи (рис. 1). Это явление сходно с явлением отдачи при выстреле из артиллерийского орудия и основано на тех же физических законах, что и работа реактивных двигателей.

Реактивная сила создается при вылете струи из ствола; она является обратной по направлению и равной по величине той силе, которая действует на струю воды, заставляя ее вылетать из ствола. Очевидно, что чем больше энергия струи, тем соответственно больше и реактивная сила.

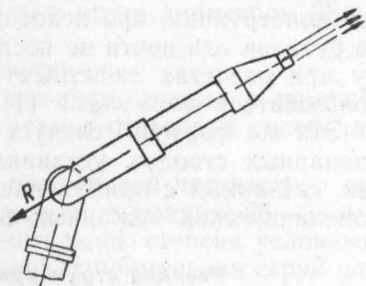


Рис. 1. Направление реактивной силы струи.

Из механики известно, что реактивная сила равна произведению массы вылетающей из sprыска в течение одной секунды воды на ее скорость.

Поскольку величина массы равна весу, деленному на ускорение силы тяжести g , для определения реактивной силы может быть использована следующая формула:

$$R = \frac{QV}{g}, \quad (1)$$

где: R — величина реактивной силы в кГ ;

Q — секундный расход воды через sprыск в $\text{кГ/сек} \approx \text{л/сек}$;

V — скорость воды при выходе ее из sprыска в м/сек .

В пожарно-технической литературе величина реакции струи чаще определяется по другой, более удобной в практических ус-

ловиях формуле, которая дает зависимость этой силы от площади выходного сечения sprыска и напора перед sprыском. Эта формула имеет следующий вид:

$$R = 2fp, \quad (2)$$

где: R — реакция струи в $\kappa\Gamma$;
 f — площадь сечения выходного отверстия sprыска в см^2 ;
 p — напор перед sprыском в $\kappa\Gamma/\text{см}^2$.

Эта формула может быть получена из формулы (1) путем подстановок

$$Q = fV; \quad \frac{V^2}{2g} = 2p,$$

тогда

$$R = fV \frac{V}{g} = 2fp.$$

По экспериментальным данным, реакция струи может быть определена по формуле

$$R = 1,5fp. \quad (3)$$

Эта формула учитывает опорное действие рукавов, воспринимающих на себя часть реактивной силы, действующей на ствол. Однако по опытным данным для переносных стволов новой конструкции, при некоторых положениях ствола относительно рукавов они почти не воспринимают реактивной силы. Поэтому при расчетах лафетных стволов на опрокидывание следует пользоваться формулами (1) и (2).

Эти же формулы следует применять при расчетах опор стационарных стволов, устанавливаемых на стояках, и при расчетах, связанных с применением стволов, устанавливаемых на автотехнических пожарных лестницах.

Таблица 1

Реакция струи при работе лафетного ствола

Напор у sprыс- ка, м вод. ст.	Диаметры sprысков, мм									
	25	28	32	38	44	50	65	75	85	100
35	34	43	56	80	106	138	230	310	400	550
40	39	49	65	90	120	155	265	350	455	630
45	44	55	72	100	137	180	360	400	510	710
50	49	60	80	115	150	200	330	440	565	785
55	54	68	88	125	170	215	365	485	625	865
60	60	75	95	135	180	235	400	525	680	940
65	65	80	105	150	200	255	430	575	740	1000
70	70	85	110	160	215	275	465	620	795	1100
75	75	90	120	170	230	295	500	660	850	1200
80	80	100	130	180	245	315	530	700	900	1250
85	85	105	135	190	260	335	565	750	965	1340
90	90	110	145	200	275	350	600	800	1000	1400
100	100	125	160	225	300	390	660	880	1140	1570
110	110	135	175	250	330	430	730	970	1250	1750
120	120	150	195	270	350	470	800	1050	1350	1890

В табл. 1 приведены значения реакции струи в кг для наиболее употребительных диаметров sprays и практически применяемых напоров при работе от автотасосов и от стационарных пожарных водопроводов. Эти величины определены по формуле (2) с некоторым округлением.

Высота и дальность водяных струй

Наиболее широкое применение в пожаротушении в настоящее время находят сплошные струи, подаваемые при помощи стволов со sprays, не имеющими специальных приспособлений для распыления воды.

Сплошная струя, получаемая при работе лафетного ствола, состоит из компактной и раздробленной частей.

В работе [2] приводится следующее определение компактной части струи: «Компактной (хорошей) частью струи является та ее часть, которая:

- 1) не теряет еще своей сплошности и не превращается целиком в «дождь» капель;

- 2) несет $\frac{9}{10}$ всего количества воды в круге диаметром 38 см и $\frac{3}{4}$ воды в круге диаметром 26 см;

- 3) не разрушается при слабом ветре;

- 4) в безветренных условиях может быть подана в помещение через окно, и она обладает при этом достаточной силой для орошения стен и потолка».

Приведенное выше определение компактной части струи относится к струям, получаемым из sprays диаметром 25—38 мм.

Это определение является в значительной степени условным и основано на практических соображениях применения струй для пожаротушения.

Для более мощных струй, при диаметрах sprays в пределах 30—50 мм, а в некоторых случаях 65 мм, количественные зависимости, определяющие компактность струи, должны быть изменены, так как необходимо учитывать увеличение площади сечения струи и удлинение компактной ее части с увеличением диаметра sprays.

Для струй из sprays указанных диаметров было предложено считать компактной ту часть струи, которая несет основную массу воды в круге диаметром не более 1,25 м.

При выходе из sprays основная часть струи на некотором расстоянии от него является сплошной, причем отделение от нее сначала мелких, а затем все более крупных капель начинается в непосредственной близости от sprays. Далее струя теряет сплошность (на более близких к sprays участках это трудно обнаружить без применения скоростной кино- или фотосъемки), а затем распадается на части, видимые невооруженным глазом.

Вертикальные струи в практике работы пожарной охраны

не применяются, но они представляют интерес с точки зрения методики расчета пожарных струй.

Для определения высоты вертикальных раздробленных водяных струй применяются следующие формулы:

$$S_{ер} = H \left(1 - 0,000113 \frac{H}{d} \right) \text{ — формула Фримана,} \quad (4)$$

$$S_{ер} = \frac{H}{1 + GH} \text{ — формула Люгера,} \quad (5)$$

в которой

$$G = \frac{0,00025}{d + 1000d^3},$$

где: $S_{ер}$ — высота раздробленной вертикальной струи в м;

$H = \frac{V^2}{2g}$ — высота струи, соответствующая скоростному напору без учета потерь (V — м/сек и g — м/сек²);

d — диаметр sprыска в м.

Зависимость высоты компактной части струи $S_{вк}$ от высоты раздробленной струи $S_{ер}$, полученная на основании опытных данных, приводится ниже в виде графика [3] на рис. 2.

Для мощных компактных струй, подаваемых лафетными стволами со sprысками большого диаметра, такие кривые приближаются к эллиптическим. На

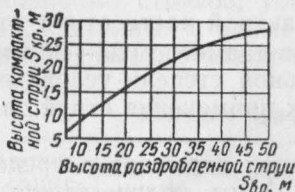


Рис. 2. Зависимость высоты компактной части струи от высоты раздробленной струи.

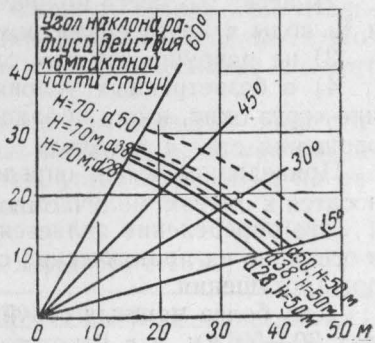


Рис. 3. Огибающие кривые для компактных струй лафетных стволов.

рис. 3 приведен график с огибающими кривыми для компактных струй, подаваемых через sprыски диаметром 28, 38 и 50 мм, составленный канд. техн. наук Н. А. Тарасовым-Агалаковым на основании опытных данных, полученных им в 1941 г.

Опытным путем установлена следующая качественная зависимость дальности действия струй и длины их компактной части от величины напора и диаметра sprыска: при неизменном напоре дальность действия струй и их компактная часть растут с увеличением диаметра sprыска. С повышением напора дальность действия струй увеличивается, но только до определенного предела. Вместе с этим качество струй ухудшается, что находит свое вы-

ражение в уменьшении длины компактной части. Поэтому повышение напора более 100 м вод. ст. рекомендовать не следует. Практически наиболее целесообразно использовать для работы лафетных стволов напор в пределах 50—70 м вод. ст.

Высота и дальность струй при прочих равных условиях зависят от угла наклона ствола к горизонту. Высота струй растет с увеличением угла наклона ствола, а дальность их достигает максимальной величины при угле наклона ствола к горизонту около 30°. При увеличении или уменьшении этого угла дальность струй уменьшается.

Достоверная методика расчета дальности водяных струй, подаваемых лафетными стволами, до настоящего времени не разработана. Это связано с тем, что для каждого типа ствола необходимо учитывать его конструктивные особенности, существенно влияющие на качество струи, и дальность ее компактной и раздробленной части.

В практических условиях компактная часть струй во время испытаний определяется в подавляющем большинстве случаев посредством визуальной субъективной оценки, основанной на личном опыте экспериментатора. Поэтому приводимые данные, заимствованные из различных источников, не могут считаться точными как при определении длины компактной части струи, так и длины раздробленной ее части, устанавливаемой по «крайним каплям», так как место падения этих капель существенно изменяется при сравнительно слабом ветре.

Значения радиусов действия компактной части лафетных струй при угле наклона ствола к горизонту, равном 30°, приводятся в табл. 2.

Т а б л и ц а 2

Напор у ствола, м вод. ст.	Радиус действия компактной части струи в м при диаметрах sprысков, мм				
	25	28	32	38	50
20	15,0	20,0	20,0	20,5	21,0
25	17,0	23,0	23,5	24,0	25,0
30	19,5	26,0	26,5	27,0	29,0
35	21,5	28,0	28,5	29,5	31,0
40	23,0	30,0	30,5	32,0	33,0
45	24,0	31,5	32,5	34,0	35,5
50	25,5	33,0	34,0	35,5	37,5
55	26,0	34,5	36,0	37,0	39,0
60	27,0	35,5	37,0	38,0	40,5
65	28,0	36,5	37,5	38,5	41,5
70	28,5	37,0	37,5	39,0	42,5
75	29,0	—	—	39,5	43,5
80	29,5	—	—	40,0	44,5
85	30,0	—	—	—	45,5
90	—	—	—	—	46,0
95	—	—	—	—	46,5
100	—	—	—	—	47,0

Для пересчета радиусов действия компактных струй при углах наклона ствола к горизонту, отличных от 30° , в табл. 3 приведены поправочные коэффициенты, на которые нужно умножать табличные величины для соответствующих диаметров sprысков и напоров.

Таблица 3

Угол наклона ствола к горизонту, град.	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60
Поправочный коэффициент K	1,18	1,10	1,05	1,0	0,95	0,92	0,9	0,88	0,86	0,85

Пересчет проводится по формуле

$$R_K = K R_{K30}. \quad (6)$$

Например, радиус действия струи, подаваемой из sprыска диаметром 50 мм, при напоре 75 м вод. ст. и угле наклона ствола к горизонту 15° будет равен

$$R_{K15} = K_{15} R_{K30} = 1,18 \cdot 43 \approx 51 \text{ м.}$$

В иностранных источниках приводятся следующие опытные данные (рис. 4 и 5) по высоте и дальности струй лафетных стволов со sprысками большого диаметра.

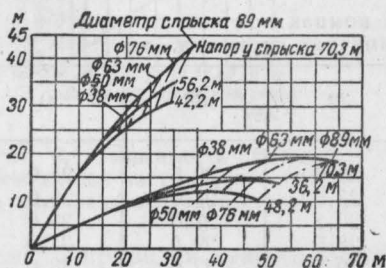


Рис. 4. Траектории компактных лафетных струй из sprысков диаметром до 90 мм.

На приведенных графиках показаны траектории компактных частей струй при углах наклона стволов 60° и 30° для sprысков диаметром 38, 50, 63, 76 и 89 мм при напорах 42,2 м; 56,2 м и 70,3 м вод. ст. и огибающие кривые компактных струй для лафетных стволов со sprысками диаметром 38 и 50 мм.

Дальность и высота компактных струй могут быть определены при пользовании этими графиками по соответствующим значениям абсциссы и ординаты, отложенным в метрах.

Величина радиуса действия струи может быть определена по формуле

$$R_K = \sqrt{H^2 + L^2}, \quad (7)$$

где: ордината H — высота конечной точки компактной струи в м;
абсцисса L — дальность струи в м.

Для приближенного определения величины радиусов действия струй при других углах наклона ствола может быть использован способ пересчета при помощи коэффициента K (см. табл. 3).

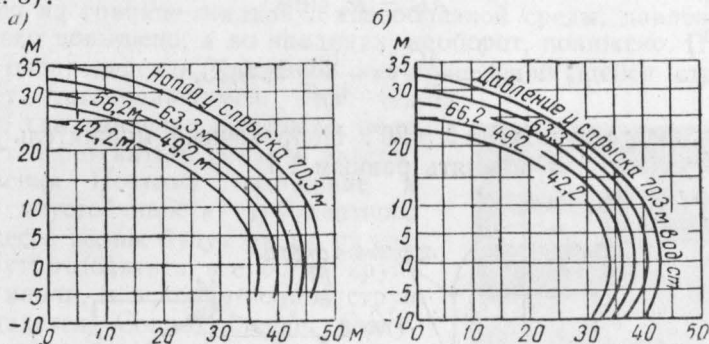


Рис. 5. Огибающие кривые компактных лафетных струй:

а — для sprays — 50 мм; б — для sprays — 38 мм.

При необходимости подсчета дальности и высоты компактных струй в зависимости от радиуса компактной струи следует пользоваться известными зависимостями:

$$\left. \begin{aligned} L &= R \cos \alpha \\ H &= R \sin \alpha, \end{aligned} \right\} \quad (8)$$

где α — угол наклона струи к горизонту в данной точке.

Ниже приводится пример расчета по определению потребного напора и расхода воды у лафетных стволов, устанавливаемых для защиты лесных бирж и складов древесины бумажных фабрик и других предприятий, обрабатывающих большие количества древесины [2].

Схема расчета приведена на рис. 6.

Диаметры sprays лафетных стволов приняты равными 50 мм.

Длина струи по горизонтали на уровне лафетного ствола может быть определена из прямоугольного треугольника DCB , в котором $DB=25$ м, а $BC=35$ м (рис. 6, а). Из известной зависимости $DC^2=25^2+35^2$, откуда

$$DC = \sqrt{25^2 + 35^2} = 43 \text{ м.}$$

Величину радиуса действия компактной части струи лафетного ствола следует определять из прямоугольного треугольника DAC (рис. 6, в), где величина отрезка DC определена выше и равна 43 м, а отрезок $AC = 23 - 8 = 15$ м.

Отсюда

$$R_k = \sqrt{DC^2 + AC^2} = \sqrt{43^2 + 15^2} = 45,6 \text{ м.}$$

Для того чтобы воспользоваться данными табл. 2, составленной для угла наклона радиуса действия компактной части струи, равного 30° , необходимо определить угол β наклона радиуса R_k для данного случая.

Из прямоугольного треугольника DAC можно найти

$$AC = R_{\kappa} \sin \beta,$$

откуда

$$\sin \beta = \frac{AC}{R_K} = \frac{15}{45,6} \approx 0,35,$$

чему соответствует угол $\beta \approx 20^\circ$. Поправочный множитель f для такого угла можно принять равным 1,1.

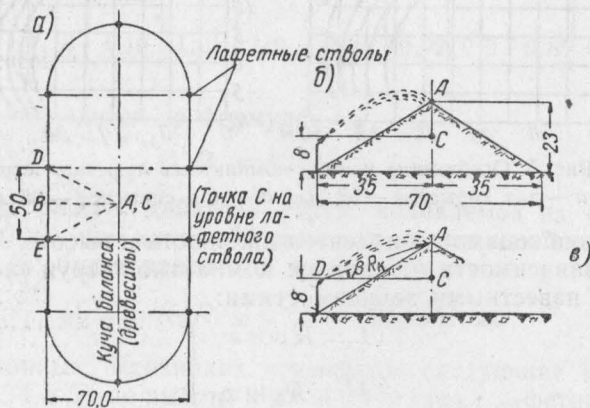


Рис. 6. Схема расчета расхода и напора лафетных стволов для лесобирж.

Далее необходимо определить радиус действия компактной части струи при угле наклона 30° , который будет равен

$$R_{\kappa 30} = \frac{1}{f} R_{\kappa 20} = \frac{45,6}{1,1} \approx 41,5.$$

Затем по табл. 3 определяется ближайшее значение R_k для
спрыска диаметром 50 мм, равное 41,5 м.

Соответствующий этому радиусу действия компактной части струи потребный напор у ствола будет равен 65 м, а расход воды — 70 л/сек.

2. Основные понятия о причинах, вызывающих распад струи, и типы успокоителей

Разрушение струи при свободном полете ее после выхода из spryska объясняется целым рядом причин. Даже в тех случаях, когда приняты необходимые меры для уменьшения турбу-

лентности потока воды в стволе, поверхность струи сразу после выхода из spryska принимает волнообразную форму вследствие наличия колебаний и завихрений в потоке, обусловленных винтовой структурой этого потока.

Из гидродинамики известно, что на гребнях волн, образующихся на границе жидкой и газообразной среды, давление несколько повышено, а во впадинах, наоборот, понижено. При таком распределении давлений состояние движущейся струи не будет установившимся: из тех мест, где давление повышено, вода будет перетекать в область низкого давления. Поэтому возникшие в силу неустойчивости турбулентного процесса волны будут расти, от них начнут отделяться все более крупные капли, и в конце концов струя распадется. Сопротивление воздуха, наличие в нем потоков и завихрений ускоряют процесс этого распада.

На рис. 7 показаны снятые с малыми выдержками фотографии водяных струй, поданных лафетными стволами. На снимках видно, что уже в непосредственной близости от spryska на поверхности струи образуются волны, которые растут по мере удаления струи от spryska.

Выше указывалось, что увеличение длины компактной части струи имеет место при повышении напора примерно до 100 м вод. ст., после чего наблюдается сокращение ее с возрастанием скорости (это справедливо для струй, имеющих скорость до 100—200 м/сек). Интересно отметить, что при значительном повышении давления и соответствующем увеличении скорости выбрасываемой из spryska струи, эта струя не распыляется, а наоборот, устойчиво сохраняет свою форму (опыты проводились при давлениях 200—1400 кг/см² и скоростях струи воды до 500 м/сек). Эти опыты, проводившиеся в лаборатории сверхвысоких давлений Академии наук СССР [4], показали, что чем выше давление, тем более отчетливо сформирована струя, т. е. качественно имеет место зависимость, обратная зависимости при давлениях до 200 кг/см².

Такое явление может быть объяснено тем, что силы, вызывающие возмущения в струях малых скоростей, играют второстепенную роль, когда скорость струи сильно возрастает.

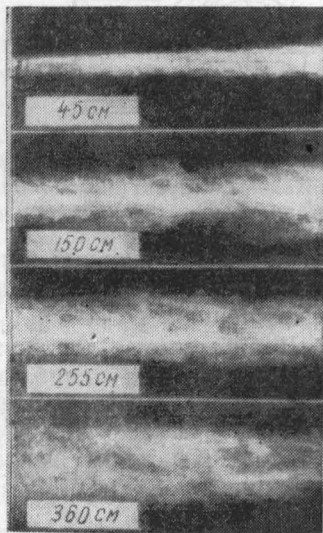


Рис. 7. Кадры скоростной фотосъемки компактных струй, снятые на различных расстояниях от spryska.

При конструировании лафетных стволов необходимо считаться как с описанными выше вихревыми явлениями, ускоряющими распад струи, так и с влиянием вращения воды в струе. Это вращение возникает в струе при каждом повороте; результатом его является разрушение струи вследствие возникновения вторичных потоков. При движении жидкости в изогнутой (горизонтальной) трубе ядро основного потока, имеющее наибольшую скорость, стремится продолжать прямолинейное движение.



Рис. 8. Образование вторичных потоков при повороте трубы.

Вследствие этого прилегающие к верхней и нижней стенкам трубы более медленно движущиеся слои отклоняются в сторону внутренней боковой стенки. В результате этого возникают два вторичных потока, направленные внутрь около верхней и нижней стенок и наружу — в центральной части трубы (рис. 8). Эти вторичные потоки на-

лагаются на основной поток, движущийся параллельно оси трубы, и после выхода струи из спрыска приводят к быстрому ее разрушению.

Вращательное движение воды в стволе может быть в значительной степени ослаблено путем установки в нем успокоителей, называемых также выпрямителями или стабилизаторами.

Действие успокоителя основано на том, что при движении потока воды через ячейки успокоителя, имеющие значительно меньшую площадь по сравнению с поперечным сечением ствола,

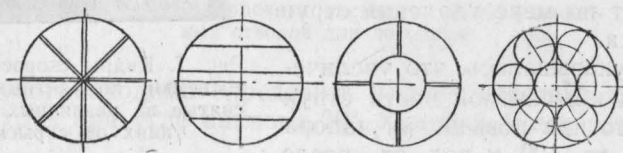


Рис. 9. Типы успокоителей.

происходит гашение поперечных токов, а также вращательного движения потока воды.

В качестве успокоителей применяются трубы небольшого диаметра в виде пучка либо идущие по радиусу, либо по хорде лопасти, а также успокоители из нескольких лопастей с центральной трубкой. Успокоитель обычно устанавливается в прямом участке ствола перед спрыском. Несколько типов успокоителей показаны на рис. 9.

При конструировании успокоителей необходимо выполнять следующие требования [5].

1. Для обеспечения максимальной эффективности действия успокоитель следует устанавливать в области относительно равномерного движения на достаточном расстоянии от участков

ствола, в которых имеет место резко выраженное вихревое движение. Эти участки примыкают к фасонным частям, разветвлениям и слияниям потока, а также к местам поворотов. Затухание неравномерности и образование практически равномерного турбулентного потока имеют место тем дальше от источника образования вихрей, чем круче поворот.

По опытным данным входное отверстие успокоителя целесообразно располагать за источником образования вихрей на расстоянии не менее трех диаметров трубы.

2. Для сглаживания завихрений, образующихся в потоке вследствие того, что сечение трубы после успокоителя увеличивается на величину площади сечения ребер успокоителя, конец успокоителя должен помещаться не ближе, чем на расстоянии одного диаметра трубы до входного сечения spryska. Снижение скорости движения потока воды в успокоителе, так же как и его длина, имеет большое значение для повышения эффективности действия успокоителя. При большой скорости потока воды поперечные токи недостаточно часто будут встречаться со стенками ячеек успокоителя и подавление их будет мало эффективным. Поэтому затухание вихревых явлений после успокоителя будет иметь место в более сильной степени при уменьшении скорости воды.

Для создания соотношения скоростей воды в успокоителе и в spryske, при котором может быть достигнуто достаточное подавление вихревого движения, следует стремиться к тому, чтобы диаметр ствола в месте установки успокоителя был по меньшей мере в два раза больше диаметра выходного отверстия spryska.

3. Степень подавления вихревого движения потока может быть повышена при использовании успокоителей с ячейками небольших размеров; однако большое количество ячеек ведет к значительному возрастанию гидравлического сопротивления успокоителя. Кроме того, при выходе потока из мелкочаеистого успокоителя образование вихрей имеет место в более значительной степени, чем при успокоителях с крупными ячейками.

По опытным данным, для обеспечения удовлетворительной работы успокоителя длина его ячеек должна быть в 12 раз больше ширины.

Для уменьшения «вторичного» вихреобразования струи по выходе из успокоителя лопасти его следует делать возможно более тонкими и заостренными на концах.

Успокоители, составленные из пучков трубок или с радиально расположенными лопастями, более эффективны, чем успокоители с параллельно расположенными стенками. Следует отметить, что успокоители из пучков трубок имеют более высокое гидравлическое сопротивление, забиваются и засоряются больше, чем успокоители с ребрами и центральными трубками.

3. Типы применяемых spryskov (насадков)

Спрыск (или насадок) устанавливается на конце ствола для того, чтобы с минимальными потерями энергии и наименьшими дополнительными возмущениями в струе можно было преобразовать полную энергию потока воды в стволе в кинетическую энергию свободной струи, пропорциональную квадрату ее скорости.

Теоретическая скорость струи, выходящей из spryska, может быть определена по известной из гидравлики формуле

$$V_m = V\sqrt{2gH}, \quad (9)$$

где: V_m — теоретическая скорость струи в м/сек;

H — напор, под которым подается жидкость, в м вод. ст.;

g — ускорение силы тяжести, равное 9,81 м/сек².

Действительная скорость несколько меньше этой теоретической величины из-за действия вязкости и поверхностного натяжения воды

$$V = \varphi V_m = \varphi V\sqrt{2gH}, \quad (10)$$

где φ — коэффициент скорости, показывающий, насколько действительная скорость меньше V_m .

Для отверстий в стенках с острыми краями этот коэффициент скорости изменяется в пределах 0,96—0,994 в зависимости от величины напора H .

При истечении жидкости из отверстий наблюдается сжатие струи, за счет которого сечение струи по выходе из spryska начинает уменьшаться. Сечение, в котором прекращается дальнейшее уменьшение его площади, находится на расстоянии до 0,5 диаметра для круглых отверстий небольшого диаметра (до 100 мм). При этом диаметр сжатого сечения струи может уменьшиться до 0,8 диаметра отверстия, а площадь струи, соответственно, до 64% площади отверстия.

Сжатие струи объясняется тем, что давление внутри струи до сжатого сечения несколько больше атмосферного, и, соответственно, скорость струи из-за этого несколько меньше. В наиболее сжатом сечении давление делается равным атмосферному, и скорость увеличивается до максимального значения за счет перехода энергии давления в кинетическую.

Коэффициент сжатия струи определяется как отношение

$$\frac{f_c}{f} = \epsilon,$$

где: f_c — площадь сжатого сечения струи;

f — площадь отверстия;

ϵ — коэффициент сжатия струи.

Секундный расход, или просто расход — количество воды, вытекающей из отверстия за 1 сек., — может быть определен по

формуле $Q = f_c V$, или после подстановки вместо V его значения по формуле (10) и вместо $f_c - \varepsilon f$

$$Q = f \varepsilon \varphi \sqrt{2gH}.$$

Если обозначить $\varepsilon \varphi$ через μ (коэффициент расхода), то окончательно получим следующую формулу для определения расхода

$$Q = \mu f \sqrt{2gH}. \quad (11)$$

Коэффициент расхода μ , определяющий, насколько меньше воды проходит при напоре H через отверстие по сравнению с расходом, подсчитанным по формуле $Q = f \sqrt{2gH}$, является одной из основных величин, характеризующих качество sprays. Для пожарных sprays величина коэффициента расхода μ составляет около 0,98.

По данным проф. Сурина, коэффициент μ уменьшается с увеличением диаметра опрыска в следующей зависимости (табл. 4).

Таблица 4

Диаметр sprays, мм	25	28,5	32	35
Коэффициент расхода, μ	0,976	0,972	0,971	0,955

По данным Фримана, для пожарных sprays диаметром от 44 до 63 мм $\mu = 0,995$.

Для совместного решения задач по рукавным линиям и пожарным стволам формула (11) может быть преобразована. Из формулы следует

$$H = \frac{Q^2}{(\mu f)^2 2g}.$$

Если заменить $\frac{1}{(\mu f)^2 2g}$ через S (сопротивление), то указанная формула примет вид

$$H = S Q^2. \quad (12)$$

Для определения расхода воды через sprays формула (11) может быть представлена в виде

$$Q = p \sqrt{H}, \quad (13)$$

где $p = \mu f \sqrt{2g}$ — «проводимость» применяемого насадка.

Для sprays, применяемых на лафетных стволах, величины S и p приведены в табл. 5.

В табл. 5 приведены значения расходов через sprays, при-

меняемые на лафетных стволах при коэффициенте расхода $\mu = 1$.

Таблица 5

Диаметр спрыска, мм	25	28	30	32	36	38	44	50	65	75	90	100
S	0,212	0,134	0,102	0,079	0,049	0,04	0,022	0,0132	0,0046	0,00268	0,0013	0,00085
p	2,17	2,73	3,13	3,56	4,51	5,02	6,74	8,7	14,4	19,3	27,8	34,4

Таблица 6

Расходы из sprысков в л/сек

Напор у sprыс- ка, м вод. ст.	Диаметры sprысков, мм									
	25	28	32	38	44	50	65	75	90	100
35	12,6	15,8	20,8	29,2	39,0	50	86	114	164	202
40	13,5	17,0	22,2	31,2	41,7	54	92	122	175	216
45	14,3	18,0	23,6	33,2	44,4	57	98	129	186	230
50	15,0	19,0	24,9	35,0	46,7	60	103	136	196	243
55	15,8	20,0	26,0	36,8	49,0	63	108	143	206	255
60	16,5	21,0	27,3	38,4	51,2	66	113	150	215	267
65	17,2	21,7	28,4	40,0	53,0	69	117	156	224	278
70	17,8	22,5	29,4	41,5	55,2	71	122	161	232	288
75	18,5	23,3	30,5	43,0	57,2	74	126	167	241	298
80	19,0	24,0	31,5	44,4	59,0	77	130	172	249	307
90	20,2	25,6	33,4	47,0	62,7	81	138	183	264	326
100	21,4	27,0	35,2	49,6	66,0	86	145	193	278	344
110	22,5	28,4	37,0	52,0	69,5	90	153	203	292	362
120	23,5	29,6	38,5	54,4	72,0	94	159	212	305	377

Большое влияние оказывают на качество струй форма sprысков и чистота их обработки. Испытания, которые проводились различными авторами, показали, например, что sprыски коноидальной формы дают несколько лучшие результаты, чем конические.

Однако для лафетных стволов чаще всего применяются конические sprыски, легче всего поддающиеся обработке.

Авторами одной из крупных исследовательских работ по конструированию лафетных стволов [6] было испытано значительное количество sprысков различных типов. На основании результатов испытаний были сделаны выводы о том, что для уменьшения образования вихрей sprыск должен быть возможно более коротким. С другой стороны, излишнее укорочение образующей и увеличение конусности могут привести к отрыву струи в месте ее входа из ствола в sprыск и при выходе в цилиндрическую часть, если она имеется.

Рекомендованная в этой работе новая конструкция sprыска для лафетных стволов показана на рис. 10. Выгодно отличаясь небольшими размерами (что облегчает и обработку внутренней поверхности сложной формы), этот sprыск, вследствие значительного сжатия струи, имеет пониженный коэффициент расхода по сравнению со sprысками коноидальной и конической формы, что снижает количество подаваемой стволом воды.

Профили sprысков могут выбираться как на основании определенных теоретических предпосылок, так и чисто опытным путем.

Отношение d_1/D	Отношение d/D	Коэффициент расхода μ
0,250	0,279	0,805
0,300	0,335	0,806
0,350	0,391	0,807
0,400	0,446	0,811
0,450	0,501	0,817
0,500	0,557	0,825

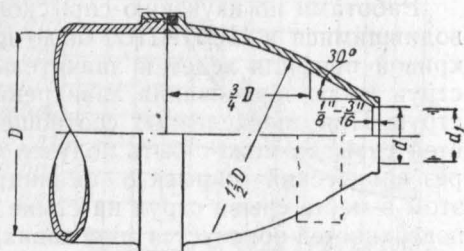


Рис. 10. Новая конструкция sprыска для лафетных стволов.

Примерами теоретического обоснования определения профиля sprыска расчетным путем может быть выбор того или иного профиля, удовлетворяющего одному из следующих условий:

условию равномерного прироста скорости струи воды, проходящей через sprыск. При этом получается коноидальный профиль, для построения которого применяется формула

$$d_x = d_0 \sqrt{\frac{1}{\left(\frac{d_0}{D}\right)^2 + \frac{x}{l} \left[1 - \left(\frac{d_0}{D}\right)^2\right]}}, \quad (14)$$

где: d_x —величина диаметра на расстоянии x от входного сечения sprыска;

D —диаметр входного сечения sprыска;

d_0 —диаметр выходного сечения sprыска;

x —расстояние сечения с диаметром d_x от входного сечения sprыска;

l —длина sprыска;

условию равномерного прироста кинетической энергии струи воды, проходящей через sprыск. В этом случае также получается коноидальный профиль, построение которого ведется по формуле

$$d_x = \sqrt[4]{\frac{1}{\left(\frac{d_0}{D}\right)^4 + \frac{x}{l} \left[1 - \left(\frac{d_0}{D}\right)^4\right]}} \quad (15)$$

(обозначения см. выше);

условию безударного входа потока в sprыск и выхода его из sprыска.

В этом случае может быть использовано соотношение

$$\frac{H_x}{H} = \frac{1 + \cos \frac{\pi x}{l}}{2}, \quad (16)$$

где: H_x — потенциальная энергия в сечении x ;

H — потенциальная энергия при входе в sprыск (остальные обозначения см. выше).

Работами по изучению sprысков для пожарных стволов, проводившимися в ЦНИИПО, было доказано, что всякий перелом кривой профиля ведет к значительному уменьшению дальности струи из-за образования завихрений на стыке конусов и срыва струи. При определенных соотношениях размеров отдельных частей sprыска может быть получен срыв струи при подаче ее через конический sprыск с цилиндрическим наконечником. При этом в месте срыва струи на стыке конической и цилиндрической поверхностей образуется зона завихрения с вакуумом — пониженным давлением по сравнению с атмосферным.

Опыты ЦНИИПО показали, что наибольшую дальность струи воды можно получить при использовании sprысков коноидальной формы, в частности, sprыска, профиль которого построен по принципу равномерного нарастания в нем скорости. Следует отметить, что в этом случае величина дальности незначительно отличается от дальности, получаемой в сравнимых условиях при использовании конических sprысков.

Компактные части струй, получаемых при использовании коноидальных sprысков, не отличаются существенно от тех, которые могут быть получены при работе конических sprысков. Поэтому основным типом sprыска, наиболее простым и дешевым в изготовлении, является конический sprыск с цилиндрической выходной частью.

Оптимальная величина угла при вершине конуса близка к 13° , длину цилиндрической выходной части следует выбирать при этом в пределах 0,5—1,0 диаметра выходного отверстия sprыска.

4. Потери напора в лафетных стволах

Потери напора в лафетных стволах могут быть определены по той же методике, что и потери напора в фасонных частях и арматуре.

Общая формула потерь напора имеет вид

$$H = \zeta \cdot \frac{V^2}{2g}, \quad (17)$$

где коэффициент ζ определяется опытным путем или на основании данных, полученных для других аналогичных конструкций. В

зависимости от величины напора этот коэффициент может незначительно изменяться, однако для расчета без большой погрешности могут быть взяты средние значения.

Следует отметить, что попытка определения потерь напора в стволе как суммы потерь напора отдельных его элементов — тройника, колена, соединения, успокоителя и spryska, — не дает положительных результатов: расчетные значения в этом случае не соответствуют действительным величинам. Для прикидочных расчетов потерь напора в стволе может быть использован график, приведенный на рис. 11, где дана величина ξ сопротивления узла перед стволом, самого ствола и spryska, а также — отдельно spryska.



Рис. 11. Сопротивление лафетного ствола (ствол, sprysk и фасонные части).

При использовании этого графика следует применять расчетную формулу

$$h = SQ^2, \quad (18)$$

где: h — потеря напора в м вод. ст.;
 S — табличный коэффициент;
 Q — расход воды в л/сек.

5. Основные требования к качеству обработки деталей стволов

Для улучшения гидравлической характеристики ствола, определяемой величиной потерь напора в стволе, и для улучшения качества струи следует стремиться к повышению качества обработки внутренних поверхностей всех каналов, так как ухудшение обработки стенок каналов, вдоль которых движется поток воды, приводит к повышению гидравлических потерь и к увеличению вихреобразования в потоке.

Однако в практике степень точности и чистоты обработки отдельных деталей определяется из-за технологических и экономических соображений такой, чтобы обеспечить достаточно удовлетворительное качество струи при минимальных затратах на изготовление ствола. Чистота обработки внутренних поверхностей литых деталей, имеющих ряд других поворотов, имеет меньшее по сравнению со стволом и sprysком значение, так как поток воды,

проходя по каналам литых деталей, несколько раз меняет направление, расходится по двум симметричным каналам и вновь сливается. Это приводит к сильному вихреобразованию за счет вторичных поперечных потоков, возникающих при движении воды по изогнутым каналам. В этих условиях влияние шероховатости стенок на вихреобразование в потоке является незначительным по сравнению с другими возмущающими факторами, и это позволяет ограничиться грубой обработкой для удаления литейных дефектов в виде бугров, выступов и крупной сыпи. Качество литья может быть повышено путем применения современных методов изготовления отливок — в кокиль, под давлением и в корковые формы.

Наибольшее значение для улучшения качества струи имеет чистота обработки spryska, в особенности выходной цилиндрической его части, которая обязательно должна быть обработана чистовым резцом. Наличие рисок и следов резца на этой поверхности и, особенно, забоин или раковин на выходной кромке spryska приводит к тому, что струя начинает разрушаться сразу по выходе из ствола.

При большой длине образующей spryska вихри появляются при трении воды о стенки в тем большей степени, чем хуже обработана поверхность, поэтому качество обработки внутренней поверхности spryskov, особенно при большой длине образующей, также является важным.

В случае применения коротких spryskov небольшие неровности на их внутренней поверхности не имеют такого большого значения: у струи будет несколько шероховатый вид из-за вихревых явлений на ее поверхности, но ощутимого влияния на дальность полета и качество струи это оказывать не будет.

Существенное значение имеют также прямолинейность каналов, образуемых ячейками успокоителя, отсутствие волнистости, особенно винтового закручивания его лопастей, которое будет приводить к образованию спиралеобразных вихрей, быстро разрушающих струю.

6. Защита деталей стволов от коррозии

Для защиты деталей лафетных стволов от действия коррозии чаще всего применяются металлические гальванические и лакокрасочные покрытия. Для деталей из алюминиевых сплавов применяются также химические покрытия — оксидирование и анодирование.

По характеру работы пожарные лафетные стволы можно разделить на две основные группы: стволы, предназначенные для работы на морской воде, и стволы, предназначенные для работы на пресной воде.

В первом случае, несмотря на высокую стоимость и значительный вес, целесообразно применять сплавы меди с оловом

или алюминием — бронзы или латуни («морская» латунь) для основных деталей (тройник, двухрожковое разветвление, ствол и спрыски), достаточно устойчивые к действию морской воды.

Это вызывается сравнительно высокой коррозионной активностью морской воды, сложностью нанесения покрытий на внутренние поверхности литых деталей, особенно неразъемного двухрожкового разветвления, а также тем, что в условиях эксплуатации возможна подача воды, несущей с собой песок, который при движении по каналам ствола оказывает сильное истирающее действие, особенно в местах поворотов.

Для стволов, работающих на пресной воде, можно применять алюминиевые сплавы, в которых используется первичный алюминий.

Детали из сплавов на основе первичного алюминия удовлетворительно сопротивляются действию атмосферной коррозии и пресной воды при условии соблюдения правил ухода за стволами.

Применения сплавов на основе вторичного алюминия следует избегать, так как они содержат повышенное количество примесей, понижающих их коррозионную стойкость. Действие агрессивной среды во многих случаях может привести к значительному снижению прочности материала деталей, что вызовет их поломку во время работы.

Такие детали, как крепежные изделия, хомуты, рукоятки, стопорные устройства и др., можно изготовлять как из черных, так и из цветных металлов. При использовании черных металлов (сталь, чугун) можно применять цинковые покрытия, а также покрытия слоем никеля или хрома. Детали стволов, которые предназначены для установки на морских катерах, следует подвергать кадмированию, отличающемуся высокой стойкостью к морской воде.

Наружные поверхности стволов следует окрашивать. Для обеспечения прочности лакокрасочных покрытий на алюминиевых деталях целесообразно эти поверхности предварительно оксидировать.

Успокоители изготовляются из тонкостенных пластин и трубок, на внутренние поверхности которых защитные покрытия наносятся плохо. При работе ствола поверхность успокоителя подвергается сильному износу из-за истирающего действия песка и других посторонних включений, которые несет вода. Практика показывает, что часто применяемое гальваническое цинкование не обеспечивает эффективной защиты успокоителей, изготовленных из стальных пластин; поэтому успокоители следует промывать после работы чистой водой, просушивать и наносить на рабочие поверхности тонкий слой смазки для защиты от атмосферной коррозии. Целесообразно изготовлять успокоители из листовой латуни.

7. Поворотные соединения стволов, конструкции и материалы сальниковых и манжетных уплотнений

В современных конструкциях лафетных стволов поворотные соединения применяются для обеспечения возможности маневрирования струей при тушении. Наличие двух таких соединений для поворота ствола в горизонтальной и вертикальной плоскостях позволяет направить ствол в любую точку полусферы, в центре которой находится ствол.

Широкое применение при конструировании поворотных соединений пожарных лафетных стволов находят уплотнения в виде сальниковых набивок, а также прокладки и манжеты из различных материалов. По условиям работы этих уплотнительных узлов (небольшая скорость относительного перемещения деталей, образующих уплотняемый узел, невысокая температура уплотняемой среды, средние давления) в качестве уплотнительных материалов могут быть использованы: кожаные, резиновые или пластмассовые манжеты, прокладки или разжимные кольца, а также хлопчатобумажные или пеньковые сальниковые набивки.

Недостатками этих типов уплотнений являются значительное трение и повышенный износ рабочих поверхностей. Тем не менее дешевизна, а также простота изготовления, эксплуатации и ремонта наряду с приемлемыми в практических условиях величинами усилия поворота ствола вполне оправдывают применение таких соединений.

В конструкциях поворотных соединений стволов наиболее нагруженным является узел поворота ствола около вертикальной оси. Этот узел непосредственно присоединяется к стояку пожарного трубопровода у стационарных стволов, и к сборному корпусу с рукавными головками, у переносных стволов.

При работе ствола, кроме усилия предварительной затяжки, которая имеет второстепенное значение, на узел уплотнения действуют следующие силы:

- реакция струи;
- скоростной напор потока воды;
- давление воды в стволе.

Чаще всего этот узел имеет сальниковое уплотнение, но при использовании неразгруженного сальника для стволов со spryskami диаметром 40—50 мм и более узел оказывается затянутым настолько, что достаточно маневренное управление стволом без применения механической передачи оказывается практически невозможным. Поэтому в таких случаях более целесообразно применять сальниковое уплотнение с разгрузочным устройством, когда усилие от поворотного тройника передается не на сальниковую набивку, а на разгрузочное устройство, благодаря чему усилие затяжки сальника практически не будет меняться. Однако при этом возникает сила трения между элементами разгрузочного устройства, пропорциональная

величине давления подачи воды и расходу. Эта сила трения, уступая по величине силе трения при зажиме неразгруженного сальника, создает тем не менее значительные затруднения при повороте работающего ствола со spryskom 65 мм и более при напорах у spryska 80—100 м вод. ст. и более.

Это обстоятельство необходимо учитывать при конструировании мощных судовых лафетных стволов, рассчитываемых на максимальный расход 100 л/сек и более. Для таких стволов вместо опор скольжения разгрузочного узла могут быть применены шариковые подпятники, что позволяет заменить трение скольжения трением качения, как это делается при конструировании некоторых типов гидромониторов.

При конструировании шариковых опор необходимо предусматривать применение некорродирующих материалов для изготовления колец и шариков. Чаще всего подпятник защищается от воды дополнительными уплотнениями, хотя это сильно усложняет конструкцию соединения (см., например, поворотный узел гидромонитора с шариковыми опорами) [7].

В некоторых конструкциях переносных стволов находят применение узлы поворота без сальников. В таких узлах осевые усилия, создаваемые давлением воды, воспринимаются центральным болтом.

Недостатком этих соединений является необходимость частой смены быстроизнашивающихся прокладок.

Для узла горизонтального поворота переносных стволов легкого типа со spryskami диаметром не более 32 мм могут быть использованы манжетные уплотнения, скрепляемые хомутами, по типу ствола ПЛСЛ-2. Такие конструкции отличаются небольшими размерами по высоте и сравнительно малым моментом трения, однако при использовании spryskov диаметром 38 мм и более усилие поворота делается слишком большим. Это связано с малой величиной опорного плеча и, как следствие, с большой защемляющей силой от действия реакции струи.

Подвижные соединения для поворота ствола в вертикальной плоскости конструктивно выполняются либо в виде самоуплотняющихся соединений с резиновыми или кожаными манжетами, либо на прокладках, затягиваемых осевой шпилькой.

В этом случае одна из соединяемых деталей должна иметь отъемные отводы для возможности сборки узла, что усложняет его изготовление и обработку деталей. При наличии отъемных отводов прокладочные или сальниковые уплотнения могут также затягиваться при помощи натяжных гаек или буксы.

Приведенные примеры далеко не исчерпывают возможных конструктивных решений поворотного узла уплотнения, при выборе которых необходимо учитывать назначение и условия работы стволов. Так, например, для переносных стволов, которые должны иметь минимально возможные габаритные размеры и вес, более выгодно применять не сальники, а прокладки и ман-

жеты. С другой стороны, сальниковые уплотнения более долговечны и надежны в работе и в них легче регулировать усилие затягивания.

8. Трение в уплотнениях

При определении усилия, которое необходимо приложить для преодоления момента трения в поворотных соединениях, необходимо применять следующие расчетные формулы:

а) сопротивление трения в сальнике с мягкой набивкой (хлопчатая бумага, пенька, асбест и др., пропитываемые тальком, минеральным маслом или смазкой из графита и технического жира) [8] определяется зависимостью

$$W \approx 0,5fdhp_i \text{ кг}, \quad (19)$$

где: $f \approx 0,2$ — коэффициент трения для мягкой набивки;

d — диаметр сальника в см;

h — высота сальника в см;

p_i — давление уплотняемой среды в кг/см².

По другим данным [9], усилия трения, приблизительно пропорциональные величине рабочей поверхности, могут быть ориентировочно определены по формуле

$$W \approx q\pi Dh, \quad (20)$$

где q — удельная сила трения, отнесенная к единице рабочей поверхности набивки, в кг/см².

При работе на воде и небольшой скорости относительного движения уплотняемых поверхностей для пеньковой набивки, пропитанной жиром, величина q равна 0,7—1,5 кг/см² (остальные обозначения — прежние);

б) сопротивление трения в манжетных уплотнениях. Усилие трения определяется по формуле

$$W = f\pi d l P, \quad (21)$$

где: f — коэффициент трения;

d — диаметр уплотняющей поверхности манжеты;

P — давление рабочей среды;

l — длина сальника.

Значение f для кожи при работе на воде без смазки близко к 0,2.

По экспериментальным данным удельные потери на трение в уплотнениях, выраженные в долях рабочего давления, уменьшаются с увеличением давления рабочей среды. Следует отметить, что при малых давлениях потери в манжетных уплотнениях ниже по сравнению с сальниковыми набивками.

Возникающая в результате предварительной затяжки дополнительная сила трения, связанная с упругостью уплотнения, играет чаще всего второстепенное значение.

Трение в соединениях уплотняемых деталей

Наряду с силой трения на поверхности уплотнения при повороте работающего ствола возникают также силы трения на поверхностях контакта уплотняемых деталей. Эти силы могут быть определены по известной из курса физики формуле

$$T = fN, \quad (22)$$

где: T — сила трения;

N — нормальная сила в месте контакта деталей;

f — коэффициент трения, зависящий от физических свойств трущихся тел, наличия смазки и состояния трущихся поверхностей.

Величину нормальных сил следует определять в каждом отдельном случае в зависимости от конструкции ствола, диаметра sprыска и напора, с которым подается вода.

Для примера ниже рассматривается схема расчета усилия поворота ствола в горизонтальной плоскости при использовании узла уплотнения с разгруженным сальником. Схема конструкции узла с необходимыми размерами и указанием действующих сил приведена на рис. 12. Усилие трения возникает благодаря действию реактивной силы R и давлению подаваемой воды.

При расчете приняты следующие обозначения:

R — реактивная сила струи в $\kappa\Gamma$;

N и S — составляющие реактивной силы на вертикальную и горизонтальную оси координат в $\kappa\Gamma$;

α — угол наклона ствола к горизонту в град.;

S_1 и S_2 — реакции в опорных точках от действия силы S (в действительности эти силы приложены не в точках, а на поверхностях контакта между корпусом или его переходными деталями и тройником) в $\kappa\Gamma$;

N_1 — сила, создаваемая скоростным напором потока воды, входящей в тройник, в $\kappa\Gamma$;

ρ — плотность воды, в $\kappa\Gamma \cdot \text{сек}^2/\text{м}^4$;

Q — секундный расход воды в $\kappa\Gamma/\text{сек}$;

V_1 — скорость воды в тройнике в $\text{м}/\text{сек}$;

N_2 — сила, создаваемая статическим напором воды в стволе в $\kappa\Gamma$;

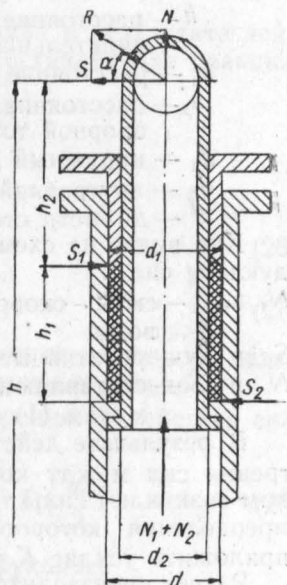


Рис. 12. Схема действия сил, нагружающих узел сальникового уплотнения.

- P — давление перед стволом в кг/см^2 ;
 T_1 — сила трения в сальнике в кг ;
 T_2 — сила трения между разпружочными кольцами в кг ;
 f_2 — коэффициент трения;
 T_3, T_4 — силы трения от действия опорных реакций S_1 и S_2 в кг ;
 f_3, f_4 — коэффициенты трения;
 M — суммарный момент трения от действия сил T_1, T_2, T_3 и T_4 в $\text{кг} \cdot \text{см}$;
 L — плечо рукоятки в см ;
 K — расчетное усилие поворота ствола в кг ;
 h — расстояние от точки приложения силы R до присоединительного фланца стояка;
 h_1 — расстояние между точками приложения сил S_1 и S_2 ;
 h_2 — расстояние от точки приложения силы R до верхней опорной точки тройника в корпусе;
 d_1 — наружный диаметр сальникового уплотнения в см ;
 d_2 — внутренний диаметр сальникового уплотнения в см ;
 d — диаметр стояка в см .

Как видно из схемы, на поворотный тройник действуют следующие силы:

- N_1 и N_2 — силы скоростного напора и статического напора воды;
 S_1 и S_2 — реактивные силы в крайних опорных точках;
 N и S — составляющие реакции струи R , определяемой по формулам (1) и (2).

В результате действия перпендикулярных к поверхностям трения сил между корпусом, сальниковой набивкой и тройником возникают силы трения T_1, T_2, T_3, T_4 и момент трения M , для преодоления которого к поворотной рукоятке необходимо приложить усилие K .

Расчет производится следующим образом:

1. Определение силы трения в сальнике

$$T_1 = 0,5fd_1h_1P \text{ кг}$$

[обозначения см. в формуле (19) на стр. 30].

2. Определение сил трения, возникающих в результате действия скоростного напора потока и статического напора воды.

Вертикальная составляющая реакция струи $N = R \sin \alpha$.

Направление силы N может быть определено следующим образом:

при наклоне ствола выше горизонтали сила N направлена вниз;

при наклоне ствола ниже горизонтали сила N направлена вверх.

Поток воды, входящий в ствол, разветвляется в тройнике, причем каждая его ветвь поворачивает на 90° . В соответствии с изменением количества движения на заданное направление про-

дольную составляющую реакции струи можно определить по формуле

$$N_1 = \rho Q V. \quad (23)$$

Величина статического напора определяется в зависимости от давления в линии перед стволом и площади стояка

$$N_2 = \frac{\pi d^2}{4} P. \quad (24)$$

Определение сил трения от действия сил N_1 и N_2

$$T_2 = f_2 (N_1 + N_2). \quad (25)$$

3. Определение сил трения, возникающих в результате действия реакции струи R : горизонтальная составляющая реакции струи

$$S = R \cos \alpha,$$

$$S_1 = S \frac{h_1 + h_2}{h_1};$$

$$S_2 = S \frac{h_2}{h_1}; \quad (26)$$

$$T_3 = S_1 f_3; \quad T_4 = S_2 f_4, \quad (27)$$

где f_3 и f_4 — коэффициенты трения для контактирующих деталей — тройник и букса, тройник и разгрузочное кольцо.

4. Определение суммарного момента трения от действия сил трения T_1 , T_2 , T_3 и T_4 :

$$M = T_1 \frac{d_1}{2} + T_2 \frac{d_2}{2} + (T_3 + T_4) \frac{d_2}{2}. \quad (28)$$

5. Определение расчетного усилия на рукоятке

$$K = \frac{M}{L}. \quad (29)$$

Примечание. В приведенной схеме расчета значения коэффициентов трения следует выбирать для случая трогания с места; в этом случае в расчетные формулы вводится коэффициент трения «покоя», который больше трения скольжения.

Следует иметь в виду, что приводимые в технической литературе данные, вследствие разнообразия условий работы соединений, отличаются значительной пестротой, поэтому расчеты по определению сил трения в уплотнениях следует считать приближительными, дающими искомые величины с существенными отклонениями.

Расчеты на прочность деталей и узлов лафетных стволов не приводятся подробно, так как они достаточно известны и приводятся в соответствующей литературе.

По этому вопросу следует ограничиться следующими замечаниями.

Обычно конструктивно принимаются такие величины толщины труб, которые заведомо обеспечивают необходимую прочность, однако при необходимости расчеты на прочность следует проводить по формулам для тонкостенных или толстостенных труб в зависимости от соотношения толщины стенки и диаметра трубы.

При расчете фланцевого соединения нагрузку на болты и размеры присоединительного фланца необходимо определять с учетом следующих особенностей работы этого соединения.

Затяжка болтов должна обеспечивать:

1. Уравновешивание действия силы, создаваемой давлением воды (с учетом как статического, так и скоростного ее напора), равномерно нагружающей все болты соединения.

2. Уравновешивание растягивающих сил от действия опрокидывающего момента, создаваемого реакцией струи и неравномерно нагружающего болты фланцевого соединения.

3. Кроме того, усилие затяжки болтов должно обеспечивать достаточную деформацию прокладки (эта деформация может быть как упругой, так и пластической) для создания надежной плотности соединения.

Размеры присоединительного фланца определяются по методике, принятой при расчете фланцевых соединений (см., например [10, 11]) и основанной на принятых в сопротивлении материалов расчетных схемах, в которых фланец обычно рассматривается как круглая пластинка с отверстием, с различными схемами опирания (заделка или свободное опирание по внутреннему и внешнему контурам). Следует отметить, что методика расчета размеров фланцев является достаточно сложной; поэтому в тех случаях, когда это возможно, следует пользоваться нормами и упрощенными расчетными схемами.

9. Устойчивость переносных лафетных стволов

Устойчивость переносного лафетного ствола в отличие от стационарных стволов, у которых устойчивость определяется прочностью и жесткостью деталей ствола, стояка и элементов болтовых соединений, обеспечивается размерами ствола и опорного лафета, а также прочностью деталей.

Размеры опорного лафета определяются расчетным путем в зависимости от величины реактивной силы струи воды, угла наклона ствола к горизонту и веса ствола (см. схему на рис. 13).

Обозначения:

R — реактивная сила струи в кГ ;

X — составляющая R на ось x в кГ ;

Y — составляющая R на ось y в кГ ;

g — вес ствола в кГ ;

α — угол наклона ствола к горизонтали в град.;

h — расстояние от оси вращения ствола до опорной плоскости в см;

a — плечо опрокидывания лафета в см.

Как видно из схемы, устойчивость работающего ствола определяется величиной результирующего момента всех действующих на ствол сил относительно задней опорной точки, являющейся точкой опрокидывания ствола.

Уравнение моментов действующих сил имеет следующий вид:

$$\Sigma M_0 = aY - hX + ag,$$

или

$$\Sigma M_0 = aR \sin \alpha - hR \cos \alpha + ag \quad (30)$$

(положительным принято направление действия момента по часовой стрелке). Условием устойчивости ствола является соблюдение неравенства: $\Sigma M_0 > 0$.

Величина плеча a может быть определена, исходя из условия устойчивости, по следующей формуле:

$$a = \frac{hR \cdot \cos \alpha}{g + R \sin \alpha}. \quad (31)$$

При расчете необходимо задаться максимальной величиной реакции струи, возможной в рабочих условиях (величина реакции струи определяется по формулам (1) и (2) или по табл. 1).

Расчетный угол наклона следует задавать минимальный по абсолютной величине, исходя из условий работы ствола. При отрицательных значениях угла формула для определения плеча имеет вид

$$a = \frac{hR \cdot \cos \alpha}{g - R \sin \alpha}. \quad (32)$$

При проведении расчетов величину a необходимо определять как половину минимального из габаритных размеров лафета в плане по опорным шипам. Для обеспечения расчетного запаса устойчивости расчетную величину плеча опрокидывания следует несколько увеличить, умножив на коэффициент запаса, который можно принять в пределах 1,2—1,5. Введение такого коэффициента необходимо, в частности, чтобы предупредить возможность опрокидывания ствола при таком его положении относительно рукавов, когда они не оказывают положительного влияния на устойчивость ствола, а наоборот, в силу, например, стремления рукава выпрямиться под действием проходящей по нему воды, могут способствовать опрокидыванию ствола.

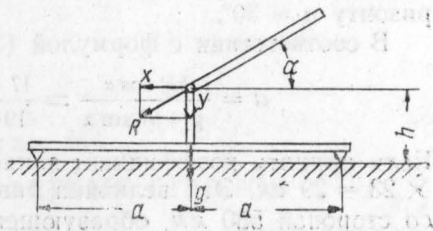


Рис. 13. Схема расчета переносного ствола на устойчивость.

Пример поверочного расчета переносного ствола на устойчивость (расчет ствола ПЛСЛ-2 конструкции ЦНИИПО).

Исходные данные: расчетный напор у срыва $P=70$ м вод. ст.; максимальный диаметр срыва — 32 мм; величина реакции струи $R=130$ кг; вес ствола $g=19$ кг (опытный образец); расстояние от оси вращения ствола до опорной плоскости $h=170$ мм; минимальный расчетный угол наклона ствола к горизонту $\alpha=30^\circ$.

В соответствии с формулой (31) величина

$$a = \frac{hR \cos \alpha}{g + R \sin \alpha} = \frac{17 \cdot 130 \cdot 0,866}{19 + 130 \cdot 0,5} = 23 \text{ см.}$$

Если принять коэффициент запаса равным 1,25, то $a = 1,25 \times 23 = 29$ см. Эта величина равна половине стороны квадрата со стороной 580 мм, образующего опорную базу лафета.

Глава II

УСТРОЙСТВО ЛАФЕТНЫХ СТВОЛОВ

10. Стационарные лафетные стволы и основные требования к ним

Стационарными стволами называются пожарные лафетные стволы, устанавливаемые постоянно на стояках пожарного водопровода и используемые для тушения без затраты времени на прокладывание рукавных линий, забор воды в насосе и пр. Подача мощных водяных струй при помощи таких стволов позволяет быстро подавлять очаги огня в случае своевременного их обнаружения.

Следует отметить, что из-за необходимости значительных материальных затрат на сооружение пожарного водопровода, который должен окольцовывать защищаемую зону, стационарные стволы применяются для защиты крупных объектов с повышенной пожарной опасностью, например, лесобирж и лесоскладов, деревообделочных предприятий, театров и т. п.

Наиболее мощные лафетные стволы устанавливаются на морских и речных пожарных катерах. Наличие практически неограниченного запаса воды, а также необходимость подачи струй с большим расходом при тушении складов, пакгаузов и пристаней, пароходов и барж делают целесообразной установку на пожарных катерах и судах стационарных лафетных стволов со spryskami, обеспечивающими подачу струй с большими расходами (до 300 л/сек).

В зарубежной, особенно американской, практике принято также устанавливать лафетные стволы на пожарных автоцистернах. Такие стволы по конструктивным признакам следует относить к стационарным, хотя по характеру применения они ближе к переносным стволам.

Стационарные лафетные стволы должны удовлетворять следующим требованиям.

1. Возможность подачи струи воды, обладающей достаточной дальностью, компактностью и расходом.

2. Легкость и маневренность управления стволом при подаче струи как в вертикальной, так и в горизонтальной плоскостях.

3. Минимальные габаритные размеры и вес ствола при обеспечении хороших рабочих характеристик (это условие особенно важно для стволов, устанавливаемых на пожарных катерах и автомобилях).

4. Простота и надежность конструкции деталей и узлов ствола.

Стационарный лафетный ствол ЛС-1

Для нашей пожарной охраны в настоящее время изготавливаются стационарные лафетные стволы ЛС-1 конструкции СПКБ. Общий вид этого ствола показан на рис. 14. Устройство ствола изображено на чертеже рис. 15, а и б. Основание 1 ствола крепится к подводящему воду стояку при помощи фланца. Воз-

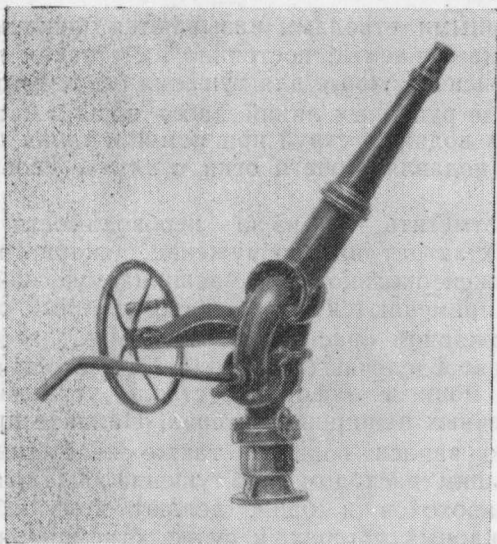


Рис. 14. Общий вид ствола ЛС-1.

можность поворота ствола около вертикальной оси обеспечивается наличием подвижного соединения основания с тройником 2. Поворотный узел уплотняется при помощи сальниковой набивки 3 с буксой 4, подтягиваемой шпильками 5. Стопорение ствола осуществляется затягиванием разрезного хомута 6.

Для разгрузки сальникового уплотнения от сжимающей силы, создаваемой давлением воды, нижнее кольцо 7, соединенное на резьбе с тройником и застопоренное винтами, опирается на четыре штифта 8, которые ввернуты в тело основания.

Тройник подвижно соединен с правым и левым отводами 9 через текстолитовые уплотнительные кольца 10. Для уменьше-

ния трения к этим кольцам из канала подается смазка 11 (смесь солидола с графитом). Для подачи смазки завертывается болт 12.

Уплотнение поворотного соединения для поворота ствола в

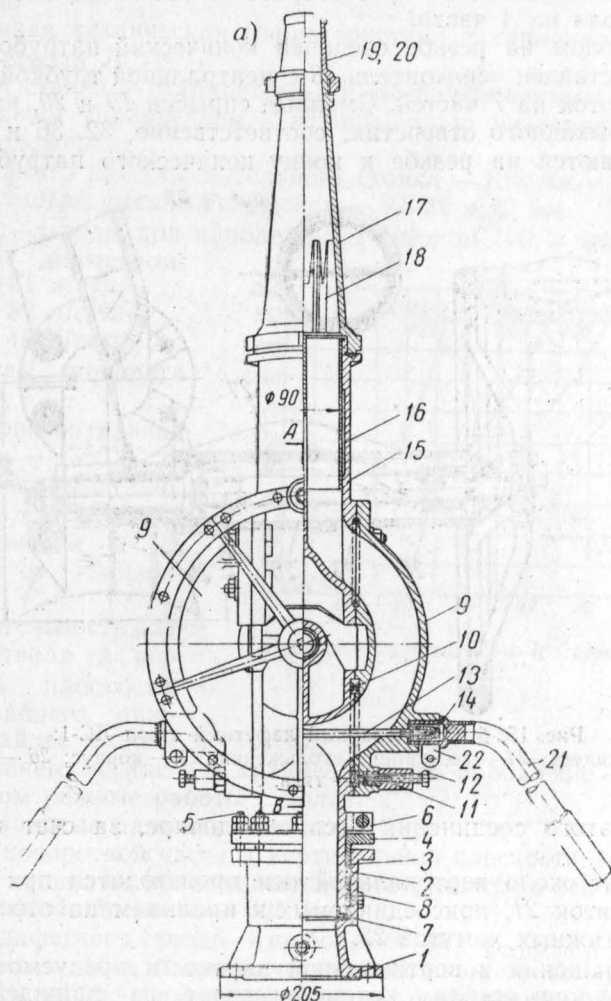


Рис. 15, а. Стационарный лафетный ствол ЛС-1:

1 — основание ствола; 2 — тройник; 3 — сальниковая набивка; 4 — букса; 5 — шпилька; 6 — хомут; 7 — кольцо (разгрузочное); 8 — штифт; 9 — отвод; 10 — кольцо уплотнительное; 11 — смазка; 12 — болт; 13 — шпилька стяжная; 14 — гайка; 15 — ствол; 16 — успокоитель; 17 — патрубок; 18 — успокоитель; 19—20 — сменные spryski; 21 — рукоятка; 22 — хомут;

вертикальной плоскости достигается при помощи стяжной осевой шпильки 13, стягиваемой гайками 14.

Правый и левый отводы жестко соединены через резиновую прокладку со стволом 15 цилиндрической формы, в который вставлен успокоитель 16 крестообразного сечения, разделяющий канал ствола на 4 части.

Со стволом на резьбе соединен конический патрубок 17, в который вставлен успокоитель 18 с центральной трубкой, разделяющий поток на 7 частей. Сменные spryski 19 и 20, имеющие диаметр выходного отверстия, соответственно, 32, 36 и 40 мм, присоединяются на резьбе к концу конического патрубка. Уп-

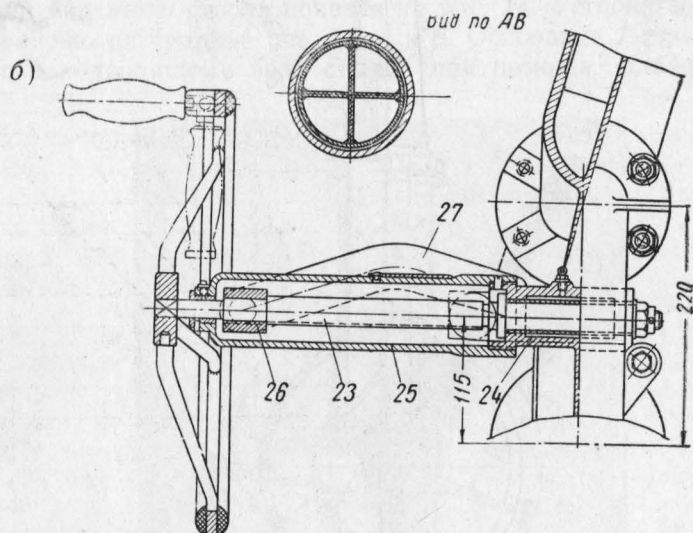


Рис. 15, 6. Стационарный лафетный ствол ЛС-1:
23 — шпindelь; 24 — подшипник скольжения; 25 — корпус; 26 — гайка;
27 — тяга.

лотнение этого соединения беспрокладочное, за счет натяжки конуса.

Поворот около вертикальной оси производится при помощи двух рукояток 21, присоединяемых к приливам на отводах при помощи стяжных хомутов 22.

Для вращения в вертикальной плоскости предусмотрен механизм наклона ствола, который состоит из шпинделя 23 со штурвалом, опирающегося на подшипник скольжения 24 в приливе тройника, корпуса 25 и гайки 26, пальцы которой соединены с концами тяг 27. Другие концы тяг присоединены к отводам ствола. Для смазки шпинделя установлена пресс-масленка.

При повороте штурвала со шпинделем гайка перемещается по резьбе шпинделя в осевом направлении; осевое усилие передается от гайки тягам и далее — стволу, поворачивая его в вертикальной плоскости.

Ствол ЛС-1 может быть использован для работы как на пресной, так и на морской воде, так как его основные детали изготовлены из коррозионностойкой латуни (или бронзы), а для защиты остальных деталей предусмотрено применение антикоррозионных покрытий.

Основная техническая характеристика стационарного лафетного ствола ЛС-1:

1. Тип ствола — стационарный с комбинированным ручным и штурвальным управлением и возможностью фиксации ствола в любом положении.

2. Диаметр присоединительного стояка — 100 мм.

3. Диаметры сменных sprысков — 32, 36 и 40 мм.

4. Расход воды при напоре перед стволом 100 м вод. ст. при sprыске диаметром:

32 мм — 31 л/сек,

36 мм — 39 л/сек,

40 мм — 48 л/сек.

5. Углы поворота ствола:

в горизонтальной плоскости — 360° ,

в вертикальной плоскости — на 75° вверх от горизонтали и на 22° вниз от горизонтали.

6. Длительность разворота ствола в вертикальной плоскости:

из крайнего нижнего в крайнее верхнее положение — 30 сек.

из крайнего верхнего в крайнее нижнее положение — 35 сек. (при любом режиме работы ствола).

7. Габаритные размеры ствола:

длина поворотной части в вертикальной плоскости — 940 мм;

высота стояка от присоединительного фланца до оси поворота в вертикальной плоскости — 325 мм.

8. Вес лафетного ствола — не более 95 кг.

9. Испытательное гидравлическое давление: а) на прочность деталей — 25 кг/см^2 , на герметичность соединений — 18 кг/см^2 (допускается появление воды в местах уплотнения в виде отдельных капель); в) при проверке работы поворотных устройств ствола — 18 кг/см^2 (управление стволом должно производиться усилием одного человека).

Материал основных деталей ствола — латунь ЛК 80-3Л (допускается замена бронзой марки ОЦН-3-7-5-1).

Ниже приводятся (рис. 16) графики $Q-H$ (расход — напор) для ствола ЛС-1 со sprысками диаметром 25, 32, 36 и 40 мм. При

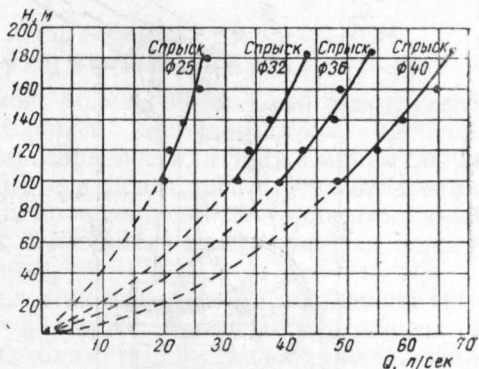


Рис. 16. График $Q-H$ для ствола ЛС-1.

помощи этих кривых могут быть определены расход воды через sprыск при заданном напоре перед стволом и, наоборот, напор, необходимый для обеспечения заданного расхода, через sprыск.

Следует отметить, что конструкция ствола ЛС-1 имеет некоторые недостатки, затрудняющие быстрое управление стволом и ухудшающие качество подаваемой струи. Так, наличие самотор-

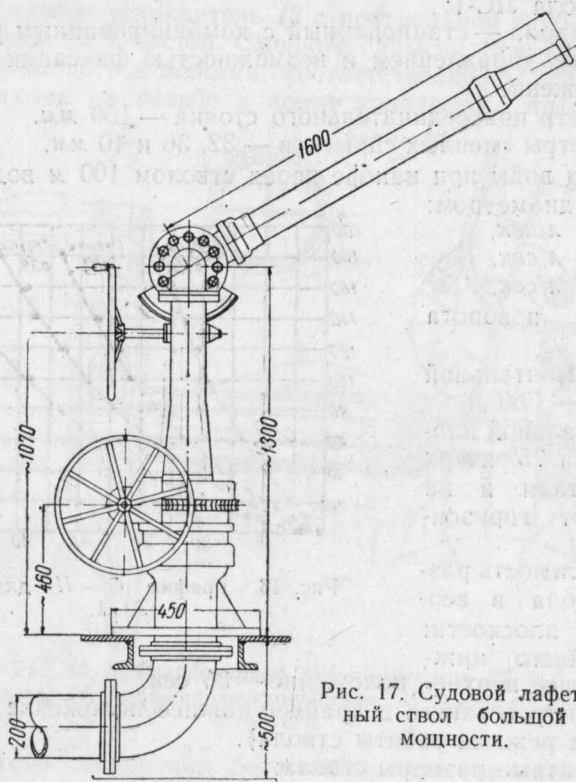


Рис. 17. Судовой лафет-
ный ствол большой
мощности.

мозающей винтовой передачи для разворота ствола в вертикальной плоскости обеспечивает надежную фиксацию ствола при любом угле наклона, но ухудшает маневренность при управлении струей.

Недостаточная длина ствола и установленных в нем успокоителей приводят к тому, что вихревые токи в струе не гасаются в достаточной мере, из-за чего струя не имеет хорошей компактной части.

Наконец принятые диаметры sprысков позволяют подавать струю с расходами не более 48 л/сек (при напоре 100 м вод. ст.), а это не обеспечивает необходимой мощности струи и не позволяет полностью использовать производительность насосов, устанавливаемых на современных пожарных судах. Так, например,

на речном пожарном катере новой конструкции предусмотрена установка трех лафетных стволов при производительности насосов около 300 л/сек и напоре перед стволом до 100—120 м вод. ст. Еще более мощные насосы будут установлены на быстроходных пожарных кораблях с подводными крыльями типа «Ракета».

На пожарных судах применяются также лафетные стволы других типов: в 1940 г. Морсудпроект НКМФ спроектировал мощный лафетный ствол для установки на кораблях. Общий вид этого ствола показан на рис. 17. Этот ствол так же как и многие стволы иностранной конструкции, имеет две червячные передачи для поворота ствола в вертикальной и горизонтальной плоскостях. Ствол присоединяется к стояку диаметром 200 мм и рассчитан на работу с большими расходами.

Стационарный лафетный ствол СЛС-1 конструкции ЦНИИПО

В целях разработки новой, более совершенной конструкции ствола, обеспечивающей хорошее качество струи, удобство управления и достаточную маневренность, а также минимальное использование дефицитных материалов и простоту изготовления, в ЦНИИПО в 1952—1953 гг. проводились испытания различных образцов лафетных стволов, имеющихся на вооружении пожарной охраны.

На основании результатов этих испытаний и обобщения опыта эксплуатации стволов, а также иностранных данных в ЦНИИПО была разработана конструкция стационарного лафетного ствола, рассчитанного на подачу мощных струй с расходом до 100—120 л/сек.

Лафетный ствол СЛС-1 (рис. 18) состоит из опорного стакана 1 со шпильками 2 для крепления стакана к фланцу стояка трубопровода, по которому подается вода. Поворотный тройник 3 подвижно соединен со стаканом через сальниковое уплотнение 4, затягиваемое грунdbufсой 5 при помощи шпилек 6 и опирающееся на стакан 8.

Для разгрузки сальника от действия сжимающей силы, возникающей при подаче воды, на штифтах 7 установлен разгрузочный стакан 8. На этот стакан опирается резьбовое кольцо 9, соединенное с тройником при помощи резьбы и 4 стопорных винтов. Благодаря установке разгрузочного стакана 8 была получена возможность ограничить размеры сальниковой набивки для уменьшения трения в соединении и в то же время увеличить высоту плеча для уменьшения защемляющих тройник сил при действии реакции струи. Это способствует уменьшению сил трения, которые необходимо преодолеть при повороте ствола около вертикальной оси.

Для фиксации положения ствола стяжной хомут 10 соединен с буксой при помощи пальца. Для затягивания хомута необходимо завернуть резьбовой шпindel 11.

Тройник соединяется с двухрожковым разветвлением 12 при помощи двух симметрично расположенных уплотнительных узлов, что обеспечивает возможность разворота ствола в вертикальной плоскости. Каждый такой узел состоит из резиновой манжеты, помещаемой в паз на стыке соединяемых деталей, и обжимающих манжету двух полуколец с приливами для крепежных деталей. Форма манжеты обеспечивает самоуплотнение соединения при повышении давления.

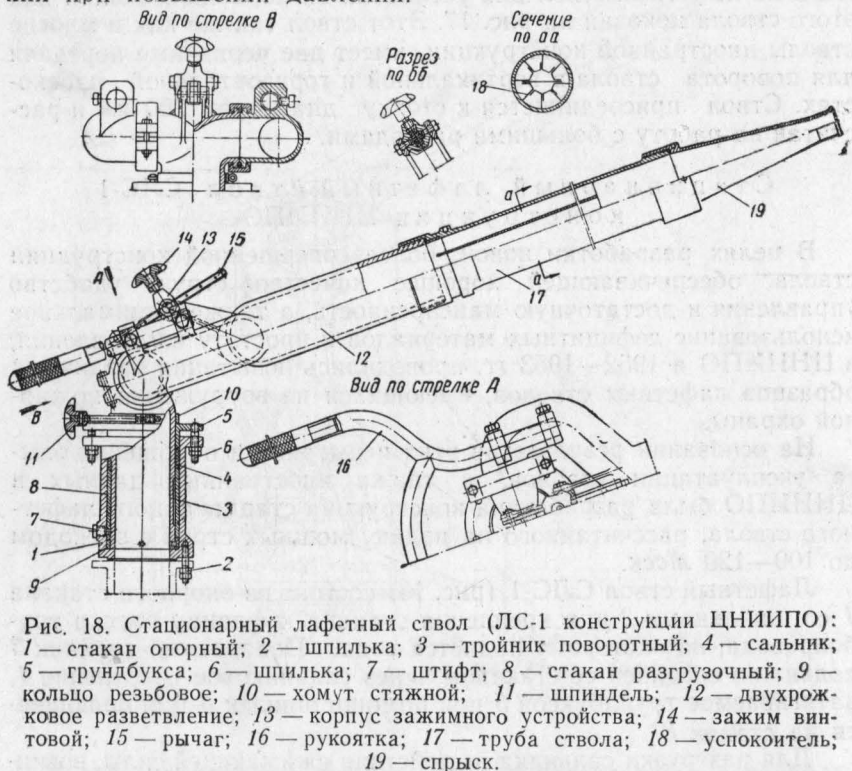


Рис. 18. Стационарный лафетный ствол (ЛС-1 конструкции ЦНИИПО): 1 — стакан опорный; 2 — шпилька; 3 — тройник поворотный; 4 — сальник; 5 — грундбукса; 6 — шпилька; 7 — штифт; 8 — стакан разгрузочный; 9 — кольцо резьбовое; 10 — хомут стяжной; 11 — шпindel; 12 — двухрожковое разветвление; 13 — корпус зажимного устройства; 14 — зажим винтовой; 15 — рычаг; 16 — рукоятка; 17 — труба ствола; 18 — успокоитель; 19 — sprыск.

Для фиксации положения ствола в вертикальной плоскости использовано фрикционное зажимное устройство, которое состоит из корпуса 13 с ручным винтовым зажимом 14 и двумя текстолитовыми колодками, который шарнирно соединен с приливами двухрожкового разветвления. Через сквозное отверстие в корпусе, между колодками, проходит рычаг 15, имеющий текстолитовую планку. Рычаг этот шарнирно соединен с приливами поворотного тройника.

Управление стволом осуществляется вручную, при помощи рукояток 16, без применения винтовых или червячных передач, снижающих оперативность работы.

Выходной патрубок двухрожкового разветвления соединен на

резьбе с трубой 17 ствола, в которую вставлен десятичайковый успокоитель 18. Успокоитель делит площадь сечения трубы на 10 равных по величине участков.

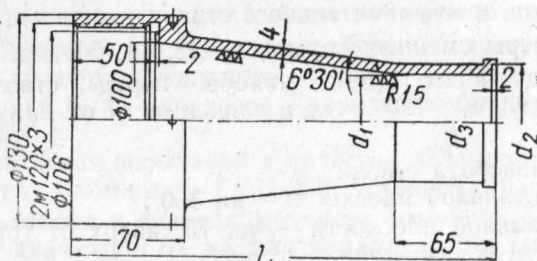


Рис. 19. Основные размеры sprысков ствола СЛС-1.

Для обеспечения прочности и жесткости успокоитель изготовляется из восьми одинаковых, профилированных по длине пластин и поперечной планки, соединенных при помощи точечной сварки. Для установки в трубе к успокоителю приварено кольцо,

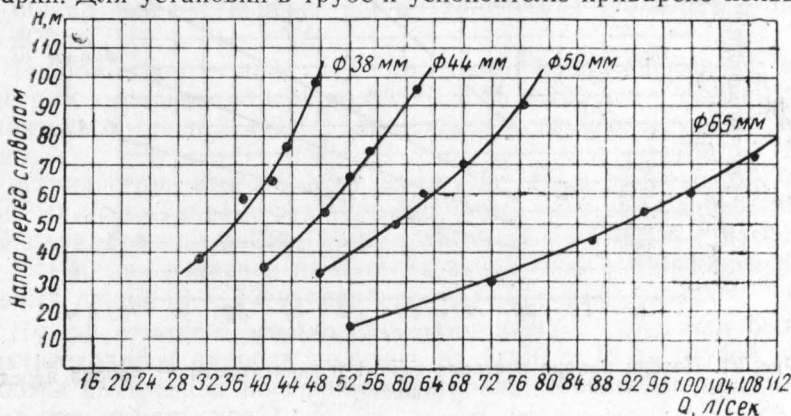


Рис. 20. График $Q-H$ (расход — напор) стационарного лафетного ствола СЛС-1.

которое входит в кольцевой паз трубы. На конец трубы наворачивается на резьбе один из сменных sprысков 19 конической формы с направляющим цилиндрическим выходным отверстием. Основные размеры sprысков приведены на рис. 19.

Для уменьшения потери напора в стволе прокладки, уплотняющие резьбовые соединения трубы с двухрожковым разветвлением и sprыском, утоплены в канавки, причем толщина прокладки выбрана так, чтобы при затягивании соединения торцовые плоскости деталей доходили до стыка при обеспечении необходимой плотности соединения.

На рис. 20 и 21 приведены графики $Q-H$ и потерь напора ствола СЛС-1.

Основная техническая характеристика ствола СЛС-1.

1. Тип ствола — стационарный, с ручным управлением и возможностью фиксации ствола в любом положении.
2. Диаметр присоединительного стояка — 100 мм.
3. Диаметры сменных sprысков—38, 44, 50 и 65 мм.
4. Расход воды (при напоре перед стволом около 100 м вод. ст.) 40—120 л/сек в зависимости от диаметра sprыска.
5. Углы поворота ствола:
в горизонтальной плоскости — на 360°;
в вертикальной плоскости — на 75° вверх от горизонтали и на 30° вниз от горизонтали.

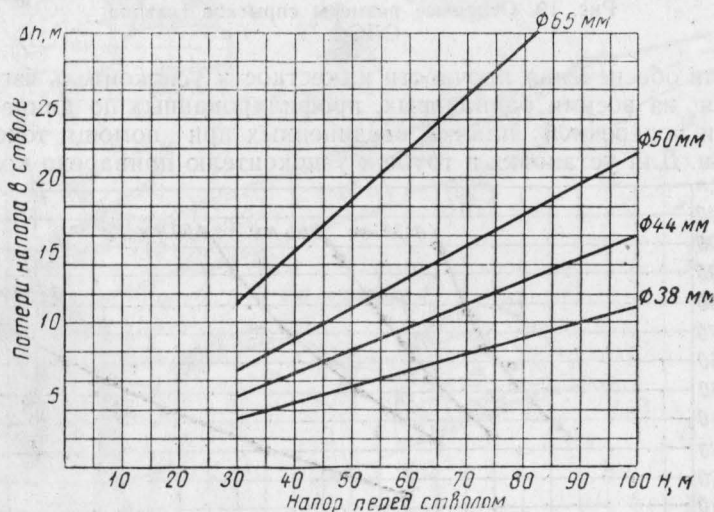


Рис. 21. Потери напора в стволе СЛС-1 в зависимости от напора перед стволом.

6. Габаритные размеры:
длина поворотной части ствола — около 1500 мм;
длина рукояток — 665 мм.
Высота стояка (от присоединительного фланца до оси поворота в вертикальной плоскости) — 328 мм.
Внутренний диаметр стакана, трубы и ствола—100 мм.
7. Вес ствола (при изготовлении основных деталей из алюминиевых сплавов) — около 50 кг.
8. Испытательное гидравлическое давление на герметичность соединений — 12 кг/см².

Дальность струи (по крайним каплям) — до 100—110 м.

В зависимости от назначения ствола предусмотрено изготовление его основных деталей либо из алюминиевого сплава — в

тех случаях, когда для тушения используется пресная вода (речные пожарные катера, лесобиржи и лесосклады на берегах рек и пр.), либо из коррозионностойкой бронзы — в тех случаях, когда стволы предназначены для работы на морской воде.

Большой интерес представляет работа по конструированию и испытанию экспериментального образца мощного лафетного ствола, которая была проведена Управлением пожарной охраны Москвы в 1956 г.

Для проведения испытаний в качестве лафетного ствола был использован гидромонитор ГМН-250; установка была смонтирована в виде ствола и подводящей части, имеющей 8 штуцеров с внутренним диаметром 81 мм для параллельного присоединения рукавных линий.

Основные данные гидромонитора ГМН-250:

длина ствола конической формы — 2 м;

входной диаметр ствола — 250 мм;

выходной диаметр ствола — 130 мм;

общая длина гидромонитора — около 4,5 м;

общий вес установки на металлических салазках — около 400 кг.

Гидромонитор — лафетный ствол имел набор sprысков с диаметром выходного отверстия 51; 76,5; 90 и 100 мм, а также распылитель и пенный ствол для подачи воздушно-механической пены.

Длина струи этого ствола достигала 115 м при расходе более 250 л/сек. Такие показатели были получены при одновременной параллельной работе восьми автонасосов ПМЗМ с насосами ПН-40 при давлении на насосах около 10 кг/см² и длине рукавных линий 40 м (2 рукава).

Нужно отметить, что хороших компактных струй при больших расходах и напорах получить не удалось из-за грубой обработки внутренних поверхностей ствола, особенно по продольному шву, и sprысков.

Распыленная струя при работе этого ствола орошает около 400 м², однако распределение по этой площади выпадающей воды страдает значительной неравномерностью.

На основании результатов этих испытаний было принято решение сконструировать и изготовить два мощных лафетных ствола с гидравлическими характеристиками, близкими к указанным выше, и не имеющих недостатков гидромонитора ГМН-250, ухудшающих качество струй. Установка стволов на речном пожарном катере новой конструкции и на специальном шасси грузоподъемностью 7,5 т позволит успешно использовать эти мощные стволы при тушении большого количества горящей древесины, громоздких сгораемых конструкций и других разросшихся пожаров, масштабы которых делают недостаточно эффективными лафетные стволы обычной мощности.

При конструировании таких стволов необходимо решить сложную задачу достаточно быстрого и маневренного управления стволом при величине реакции струи, достигающей 1500 кг, и соответствующих значениях скоростного напора.

11. Переносные лафетные стволы и основные требования к ним

Переносными называются пожарные лафетные стволы, габариты и вес которых позволяют переносить их по мере надобности во время тушения пожаров и использовать в различных позициях, определяемых обстановкой.

Вода к переносным лафетным стволам подается по рукавным линиям, что позволяет использовать эти стволы при тушении крупных пожаров, независимо от наличия и расположения водисточников.

Наряду с необходимостью обеспечения достаточного расхода воды (20—30 л/сек) и хорошего качества струи переносные стволы должны иметь небольшие габаритные размеры и вес для удобства их переноски, а также размещения на пожарных автомобилях. Кроме того, должны быть обеспечены надежная устойчивость ствола во время работы и удобство управления им.

Дебит водоисточников во многих случаях бывает ограничен, и возникает необходимость регулирования количества воды, подаваемой стволом во время работы. Это может быть достигнуто путем установки одного из сменных sprays соответствующего диаметра.

В нашей пожарной охране применяется несколько типов переносных стволов. Одним из наиболее распространенных является ствол ПЛС-2.

Ствол ПЛС-2 конструкции ЦНИИПО

Этот ствол был сконструирован канд. техн. наук Н. А. Тарасовым-Агалаковым в 1943 г. Он отличается простотой конструкции, позволяющей легко изготовлять стволы такого типа на местах, хорошей устойчивостью и достаточным удобством управления, а также малым весом. Все эти качества, а также возможность подачи мощных водяных струй через sprays диаметром до 38 мм обеспечили возможность эффективного применения таких стволов.

Ствол (рис. 22) имеет лафет 1 с четырьмя лапами и трубчатой опорной стойкой 2, в которую входит стойка ствола. Наличие зажимного устройства 3 в виде стопора, соединенного на резьбе с опорной стойкой, позволяет фиксировать положение стойки ствола по углу поворота около вертикальной оси. Ствол 4 соединен со стойкой ствола при помощи шарнира с зажимной рукояткой 5, предназначенной для фиксации положения ствола в вертикальной плоскости. Внутри ствола установ-

лен успокоитель в виде центральной трубки с тремя симметрично расположенными ребрами. Входные и выходные кромки ребер заострены для уменьшения сопротивления потоку воды. Сменные sprыски 6, соединяемые со стволом при помощи резьбы, имеют диаметр выходного отверстия 28, 32 и 38 мм. Для управления стволом имеется рукоятка 7. К стволу при помощи рукавных головок диаметром 76 мм присоединен рукав 8 длиной 3 м с разветвлением 9 для параллельной подачи воды по двум 63-мм рукавам.

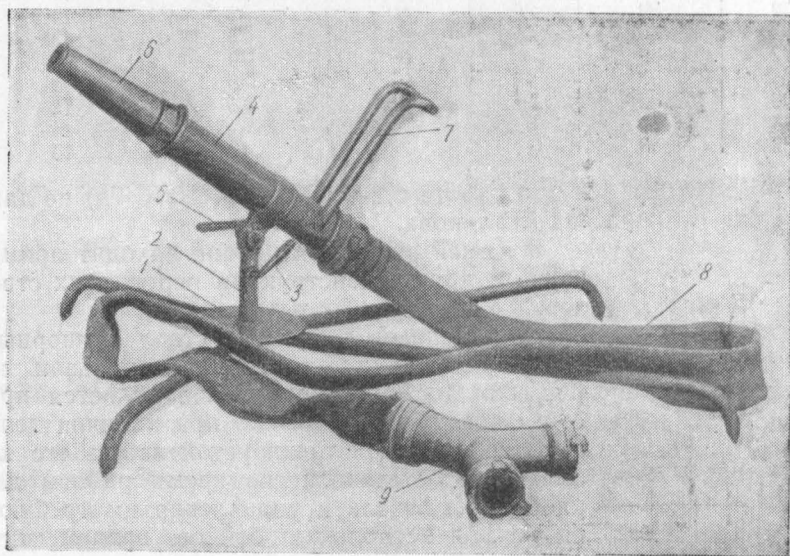


Рис. 22. Переносный лафетный ствол ПЛС-2:

1 — лафет; 2 — стойка опорная; 3 — стопор; 4 — ствол; 5 — шарнир с рукояткой; 6 — sprыск; 7 — рукоятка; 8 — рукав; 9 — разветвление.

Отсутствие резких изменений направления и разделения потока позволяет получать струи хорошего качества, несмотря на сравнительно небольшой диаметр ствола по сравнению с максимальным диаметром sprыска.

Этот ствол в течение ряда лет выпускался промышленностью противопожарного оборудования под названием ПЛС-75.

Следует отметить, что отсутствие шарнирных поворотных соединений трубопроводов делает невозможным горизонтальный и вертикальный разворот ствола на большие углы поворота. Это уменьшает маневренность ствола, что является его недостатком. Кроме того, при некоторых положениях ствола относительно рукавной линии устойчивость его может оказаться недостаточной.

В табл. 7 приводятся примерные значения расхода, дальности

Диаметр спрыска, мм	Напор у спрыска, м вод. ст.	Расход воды, л/сек	Дальность раздроб- ленной струи, м	Радиус дей- ствия ком- пактной струи, м	Примерная высота раз- дробленной струи, м
28	50	19	50	25	32
28	60	21	55	29	36
28	70	22	59	32	39
28	80	27	62	35	42
32	50	23	54	28	35
32	60	26	60	32	40
32	70	28	64	36	42
32	80	30	68	39	45
38	50	32	57	30	38
38	60	36	63	35	42
38	70	39	70	—	46
38	80	42	74	42	49

сти и высоты струи при работе ствола ПЛС-2 (ПЛС-75) по дан-
ным Н. А. Тарасова-Агалакова.

В нашей пожарной охране находят приме-
нение и другие конструкции переносных ство-
лов.

Облегченный лафетный ствол с опорным
щтырем и двумя рукоятками показан на
рис. 23. Достоинством ствола является про-
стота конструкции, однако при наличии толь-
ко одной опорной точки устойчивость его яв-
ляется недостаточной: во время работы для
удержания ствола и управления им требуются
усилия нескольких бойцов, причем несог-
ласованность их действий или ослабление
внимания во время работы может при-
вести к потере устойчивости ствола и к не-
счастному случаю. Ствол имеет два штуцера
для присоединения рукавных линий и рас-
считан на работу со sprысками диаметром 28,
32 и 38 мм.

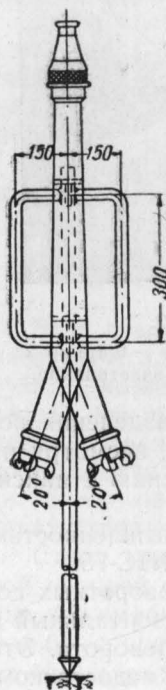


Рис. 23. Облег-
ченный лафетный
ствол с опорным
щтырем.

Образец переносного лафетного ствола
на опорном столе показан на рис. 24. Такие
стволы обеспечивают маневренность при уп-
равлении струей и обладают достаточной
устойчивостью (при использовании дополни-
тельной нагрузки на стол подручными сред-
ствами), однако большой вес и громоздкость
стволов этого типа делают их неудобными в
обращении.

Эти стволы имеют sprыски диаметром 32,
38, и 50 мм.

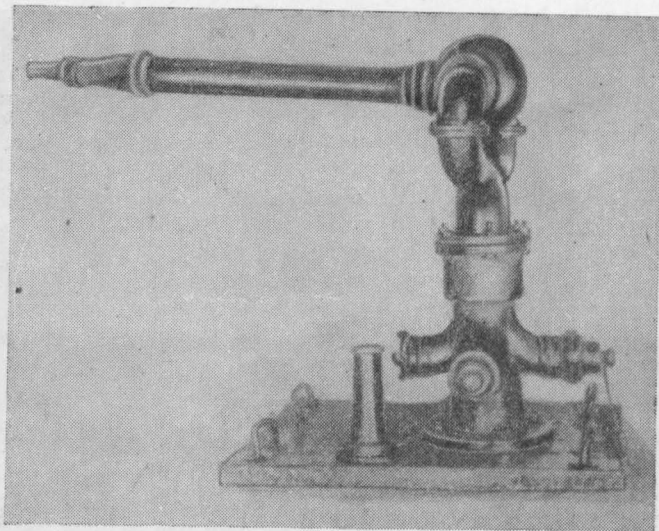


Рис. 24. Переносный лафетный ствол на опорном столе.

Ствол ПЛСЛ-2 конструкции ЦНИИПО

Этот ствол, показанный на рис. 25, был создан ЦНИИПО в 1954 г *. Новый ствол несколько сложнее по конструкции и технологии изготовления, чем ствол ПЛС-2, но вместе с тем он обеспечивает более высокую маневренность и надежную устойчивость при быстром переводе из одного положения в другое.

Ствол состоит (рис. 26) из корпуса 1 с двумя приемными патрубками, имеющими обратные клапаны для возможности присоединения и замены рукавных линий, не прекращая работы ствола. Тройник 2 подвижно соединен со стволом при помощи узла уплотнения, который состоит из резиновой кольцевой манжеты 3 П-образного сечения с несколько разведенными в стороны боковыми стенками. Эта манжета помещена в паз на стыке уплотняемых поверхностей и зажата по наружной кольцевой поверхности хомутом, состоящим из двух одинаковых полуколец 4 с приливами для крепежных деталей 5 и 6.

Конструкция манжет обеспечивает самоуплотнение соединения под давлением.

Отводы двухрожкового разветвления 7 соединены с патрубками тройника при помощи двух уплотнительных узлов такой же конструкции.

Ствол 8 соединен с патрубками двухрожкового разветвления при помощи резьбового соединения, а успокоитель 9, вставляе-

* Конструкция была разработана автором под руководством канд. техн. наук Н. А. Тарасова-Агалакова.

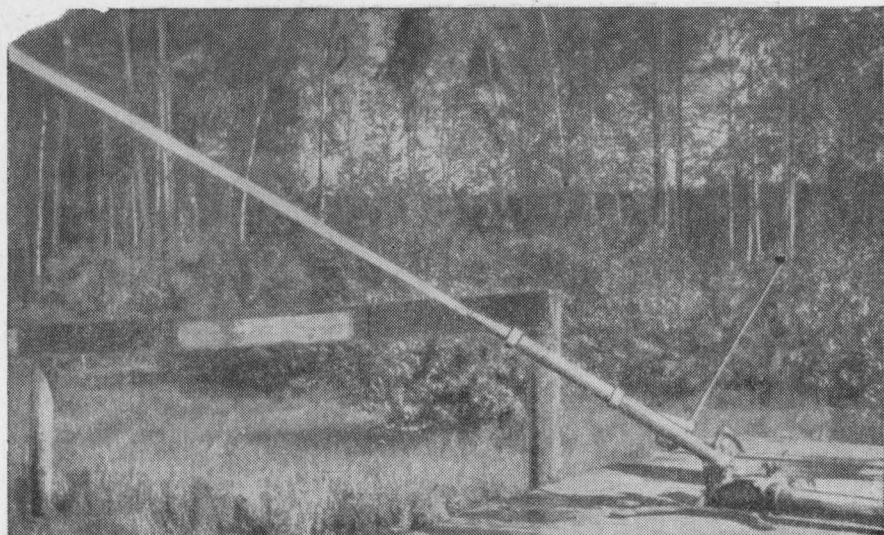


Рис. 25. Общий вид ствола ПЛСЛ-2.

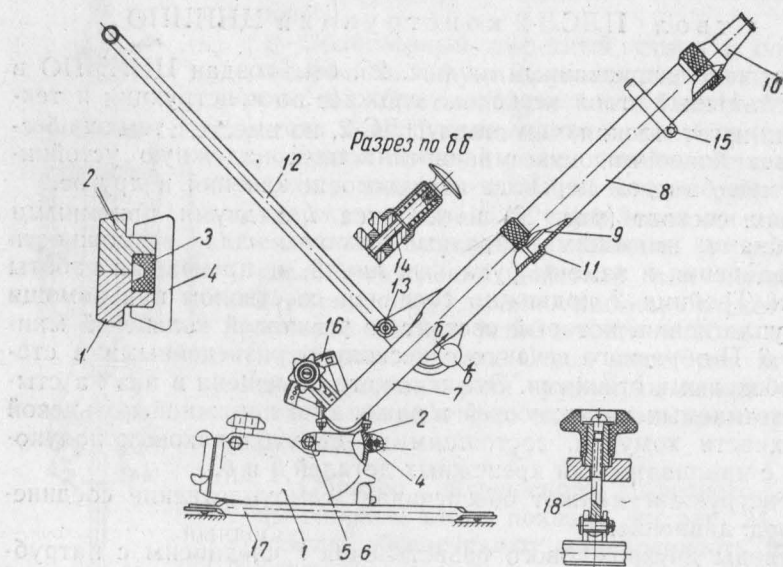


Рис. 26. Переносный лафетный ствол ПЛСЛ-2 конструкции ЦНИИПО:

1 — корпус; 2 — тройник; 3 — манжета; 4 — полукольца хомута; 5, 6 — крепежные детали; 7 — двухрожковое разветвление; 8 — ствол; 9 — успокоитель; 10 — спрыск; 11 — прокладка; 12 — рукоятка; 13, 14 — шарниры крепления рукоятки; 15 — защелка; 16 — кронштейн; 17 — лафет; 18 — болт.

мый в ствол, выполнен в виде сварного соединения четырех симметрично профилированных лопастей, образующих центральный канал и четыре отходящих от него радиальных ребра. Сменные spryski 10 диаметром 25, 28 и 32 мм соединены с выходным концом ствола на резьбе. Резьбовые соединения уплотняются резиновыми прокладками 11, помещаемыми в паз на стыке соединяемых деталей. Толщина прокладки по отношению к глубине паза выбрана так, чтобы обеспечить уплотнение соединения за счет деформации прокладки и в то же время довести соединяемые детали до стыка торцами. Это делается для того, чтобы избежать образования щели в месте стыка или (что еще более отрицательно влияет на качество струи, особенно перед входом

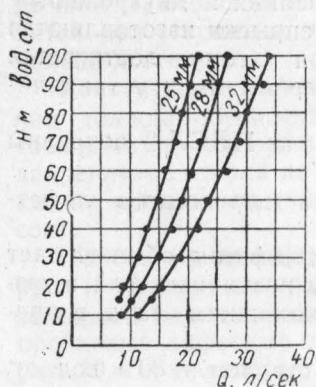


Рис. 27. График $Q-H$ переносного лафетного ствола ПЛСЛ-2.

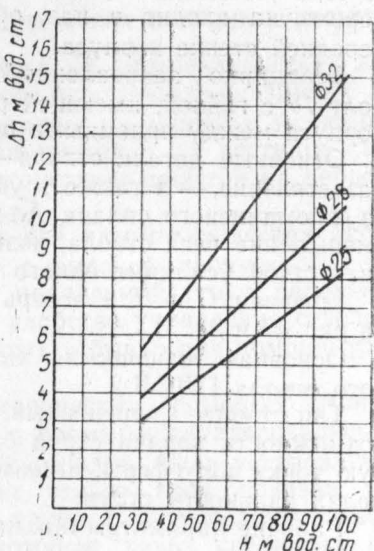


Рис. 28. Потери напора в стволе ПЛСЛ-2 в зависимости от напора перед стволом.

ее в sprysk) выдавливания прокладки внутрь ствола, что уменьшает сечение потока.

Для управления стволом служит рукоятка 12, шарнирно соединенная с двухрожковым разветвлением в двух точках. Верхний шарнир 13, около которого вращается рукоятка, сделан неразъемным, а нижний шарнир 14 имеет свободный ход в осевом направлении, что позволяет при необходимости разомкнуть соединение. Благодаря такой конструкции рукоятка может быть повернута из рабочего положения в проходное параллельно стволу, где она фиксируется при помощи защелки 15. Пружина препятствует самопроизвольному освобождению размыкаемого шарнирного соединения.

Для фиксирования положения ствола в вертикальной плоскости на двухрожковом разветвлении сделан прилив с отверстием,

в котором нарезана резьба. По этой резьбе ходит стопорный винт с рукояткой. Конец винта при его закручивании входит в одно из отверстий на стальном кронштейне 16, жестко соединенном с поворотным тройником.

Устойчивость при действии реактивной силы, возникающей при подаче струи и стремящейся опрокинуть ствол, обеспечивается при помощи съемного лафета 17, который состоит из двух симметрично изогнутых лаг с шипами на концах и двух перемычек.

При установке корпуса ствола на лафет изогнутая передняя перемычка входит в паз, образованный двумя приливами на передней стенке корпуса.

Шарнирно закрепленный на задней перемычке лафета болт 18 с гайкой, имеющей рукоятку, входит в паз на приливе корпуса между приемными патрубками.

Основные детали ствола — корпус, тройник и двухрожковое разветвление, — а также труба ствола и spryski изготавливаются из алюминиевого сплава Ал-9. Благодаря этому достигается уменьшение веса ствола, позволяющее переносить и устанавливать ствол усилиями одного человека.

Графики $Q-H$ и потеря напора ствола ПЛСЛ-2 показаны на рис. 27 и 28.

Основная техническая характеристика переносного лафетного ствола ПЛСЛ-2.

Тип ствола — переносный, со съемным лафетом, обеспечивает возможность подачи струи без перемены позиции ствола в любую точку полусферы, в центре которой находится ствол, в пределах дальности струи.

Рабочие параметры при напоре перед стволом — 80 м вод. ст.

Диаметры spryskov, мм	25	28	32
Расходы воды, л/сек	19	23	30
Дальность раздробленной струи при слабом ветре, м	О к о л о 70 м		

Устойчивость обеспечивается без приложения дополнительного усилия, при любом положении ствола в горизонтальной плоскости и при углах наклона ствола в вертикальной плоскости в пределах 30—90° (фиксация ствола возможна при углах наклона его в пределах 30—75°). При угле наклона ствола ниже 30° ствольщик должен для уравнивания опрокидывающего момента приложить усилие (придерживая лафет), однако это не создает затруднений при изменении направления подачи струи: управлять стволом при давлении у ствола до 10—12 кг/см² может один ствольщик.

Вес ствола и его габаритные размеры:

вес ствола	16 кг
вес лафета	5 кг

Размеры ствола в походном положении — $1,4 \times 0,33 \times 0,3$ м.

Размеры лафета в плане (по опорным шипам) — $0,58 \times 0,58$ м.

В настоящее время ствол ПЛСЛ-2 освоен промышленностью и выпускается взамен ствола ПЛС-75.

12. Лафетные стволы для автомеханических пожарных лестниц

Лафетные стволы устанавливаются на автомеханических лестницах для подачи воды в верхние этажи высоких зданий. В большинстве случаев ствол закрепляется на вершине лестницы, но иногда, особенно в американской практике, на лестнице ставятся два ствола, один из которых устанавливается на первом колене лестницы.

Конструкция лафетного ствола для автомеханических лестниц должна обеспечивать наряду с высокой пропускной способностью и хорошим качеством подаваемой струи надежное закрепление ствола на лестнице и удобство управления стволом как на вершине лестницы, так и снизу (обычно при помощи тросов).

На старых импортных автомеханических лестницах «Магнус» и «Метц», которые длительное время эксплуатировались в пожарной охране некоторых наших городов, были установлены пробковые лафетные стволы. Ствол такого типа показан на рис. 29. Он состоит из подводящей трубы 1 с присоединительной головкой на конце корпуса 2, с которым труба соединена на резьбе, пробки 3, находящейся в корпусе, и ствола 4 со спрыском 5. Благодаря наличию в стенке корпуса паза, через который проходит ствол, пробка со стволом может быть повернута в поперечной по отношению к корпусу плоскости на угол несколько более 90° . Поворот ствола около вертикальной оси не предусмотрен; в случае необходимости изменения направления подачи струи в горизонтальной плоскости нужно повернуть в заданном направлении всю лестницу. Пустотелая пробка имеет отверстие, через которое подается вода. Рукоятка для управления стволом жестко соединена с пробкой; при необходимости управление снизу может быть осуществлено при помощи двух тросов, присоединяемых к концам рукоятки.

Для крепления ствола на ступенях лестницы корпус ствола имеет гриз, образующий паз, в который входит ступень. На нижнюю ступень надевается кронштейн 7, жестко связанный с трубой. Ствол имеет комплект спрысков конической формы диаметром 26, 30, 34 и 38 мм. Из-за малой величины диаметра ствола (всего 45 мм) и недостаточной его длины, а также отсутствия стабилизатора струи воды, подаваемая при помощи такого

ствола, быстро разрушается, имеет недостаточную дальность и очень малую по длине компактную часть.

Основные детали этого ствола изготовлены из бронзы и меди, надежность пробкового соединения обеспечивается хорошим качеством изготовления деталей.

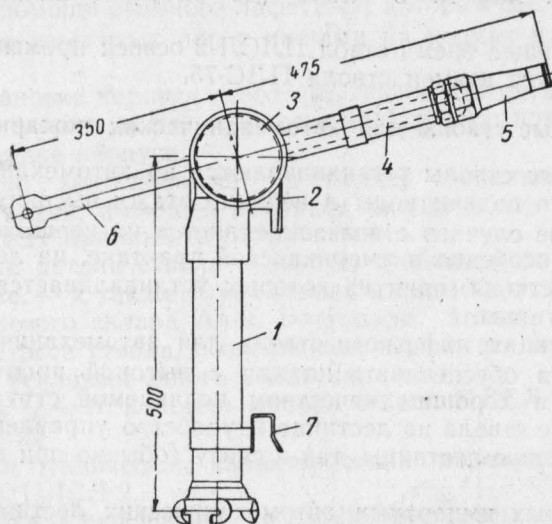


Рис. 29. Пробковый лафетный ствол для автомеханических лестниц:

1 — подводящая труба; 2 — корпус; 3 — пробка; 4 — ствол; 5 — спрыск; 6 — рукоятка; 7 — кронштейн.

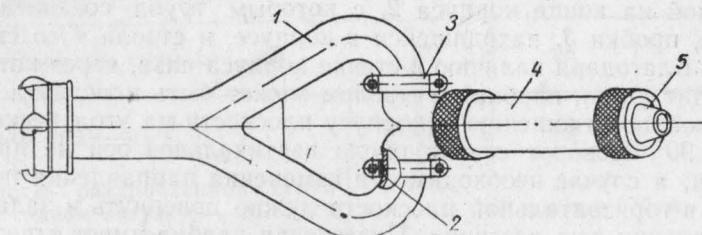


Рис. 30. Ствол для автомеханических лестниц с двухрожковым разветвлением:

1 — двухрожковое разветвление; 2 — резиновые уплотнительные манжеты; 3 — хомуты; 4 — ствол; 5 — спрыск.

Стволы подобной конструкции были изготовлены ЦНИИПО для опытных образцов первых отечественных автомеханических лестниц АМ-32 и АМ-45. Несмотря на установку успокоителя в этом стволе, качество подаваемой струи по существу не улучшилось.

С целью улучшения качества струй ЦНИИПО была разработана опытная конструкция ствола, показанная на рис. 30, с

двухрожковым разветвлением 1 в подводящей части ствола и с уплотнением поворотного соединения при помощи резиновых

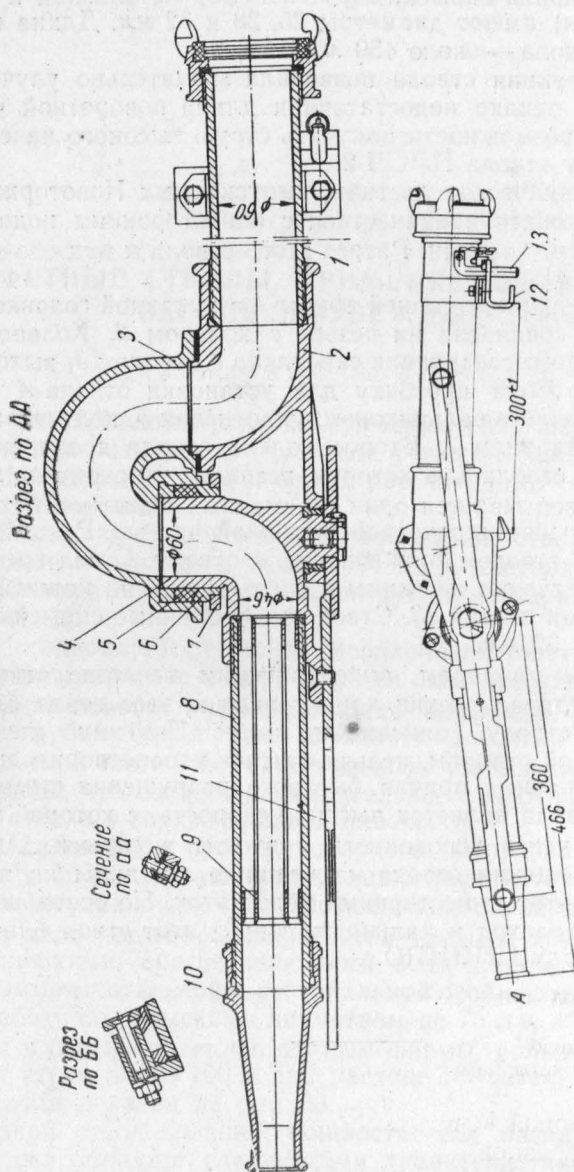


Рис. 31. Ствол для автомеханических лестниц конструкции Новоторжского завода противопожарного оборудования:
1 — подводящая труба; 2 — колено; 3, 4 — отводы; 5 — сальниковое уплотнение; 6 — букса; 7 — фланец; 8 — труба ствола; 9 — услоконтель; 10 — спрыск; 11 — рукоятка; 12 — скоба; 13 — штырь.

манжет 2 и хомутов 3. Возможность поворота ствола 4 такой конструкции ограничена лишь конструктивными элементами колена лестницы, на котором ствол установлен. В трубе ствола

диаметром 60 мм устанавливался успокоитель с четырьмя лопастями и центральной трубкой. Сменные spryski 5 коноидальной формы (профиль spryska очерчен по форме, близкой к форме сжатой струи) имеют диаметры 25, 28 и 32 мм. Длина поворотной части ствола — около 450 мм.

Такая конструкция ствола позволила значительно улучшить качество струи, однако недостаточная длина поворотной части ствола не дала возможности получить струю высокого качества, как, например, у ствола ПЛСЛ-2.

Для автомеханических лестниц, выпускаемых Новоторжским заводом, был сконструирован ствол с односторонним подводом воды по изогнутому колену. Разрез этого ствола и вид сбоку показаны на рис. 31.

Ствол состоит из подводящей трубы 1 с рукавной головкой на конце, которая соединена на резьбе с коленом 2. Колено при помощи фланцевого соединения скреплено с отводом 3, выходной конец которого имеет проточку для установки отвода 4 поворотной части ствола и сальникового уплотнения 5, подтягиваемого буксой 6 с фланцем 7. Второе колено отвода соединено на резьбе с трубой ствола 8, в которую вставлен успокоитель 9. На конец трубы наворачивается один из сменных spryskov 10 конической формы с цилиндрической выходной частью. Рукоятка 11 для управления стволом прикреплена к отводу. Ствол крепится за две верхние ступени лестницы и фиксируется на нижней скобе 12 при помощи штыря 13. Ствол имеет сменные spryski диаметром 25, 28 и 32 мм.

По основным размерам, определяющим качество ствола с точки зрения гидравлических характеристик, этот ствол близок к пробковому стволу, описанному выше. Поэтому качество струи, подаваемой стволом, нельзя считать удовлетворительным.

Одной из основных причин быстрого разрушения струи при работе этого ствола является высокая скорость, с которой поток воды проходит через успокоитель и входит в sprysk. Однако сложность размещения ствола на вершине лестницы не позволила исправить этот существенный недостаток. По основным характеристикам (расход и дальность струи) этот ствол близок к пробковому стволу ЦНИИПО.

Глава III

ЛАФЕТНЫЕ СТОЛЫ, ПРИМЕНЯЕМЫЕ В ПОЖАРНОЙ ОХРАНЕ ЗАРУБЕЖНЫХ СТРАН

Стационарные лафетные стволы

В иностранной практике применяются стационарные стволы различных размеров, в том числе и очень мощные — со sprысками диаметром 100 мм и более, рассчитанные на расходы до 300 л/сек и выше.

Широко применяются для управления стволом червячные и винтовые передачи, а также ручное и дистанционное управление. Стволы с различными конструкциями управления показаны на рис. 32.

У стационарных стволов американской конструкции двухрожковое разветвление поворачивается около вертикальной оси, осуществляя поворот в горизонтальной плоскости, а тройник соединен с трубой. Такая схема позволяет несколько сократить длину поворотной части ствола, но вызывает увеличение плеча реактивной силы, что создает дополнительное сопротивление при повороте ствола в горизонтальной плоскости.

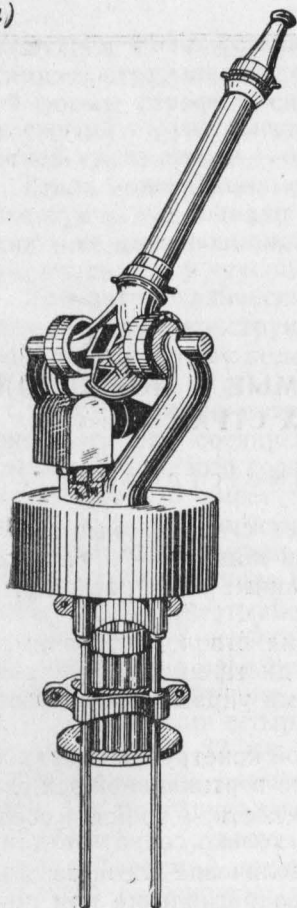
Одна из фирм противопожарного оборудования США выпустила в 1956 г. новую конструкцию лафетного ствола с дистанционным управлением при помощи гидропривода. Ствол выполнен в виде петлеобразноизогнутой трубы с двумя подвижными соединениями, обеспечивающими возможность поворота ствола около горизонтальной и вертикальной осей. Этот ствол рассчитан на работу со sprысками диаметром до 75 мм, а также распылителем и обеспечивает, по данным фирмы, дальность компактной части струи около 100 м при расходе 160 л/сек. Общий вид этого ствола показан на рис. 33.

Такой ствол большой мощности под названием «Джайэнт Дилудж» обладает следующими характеристиками:

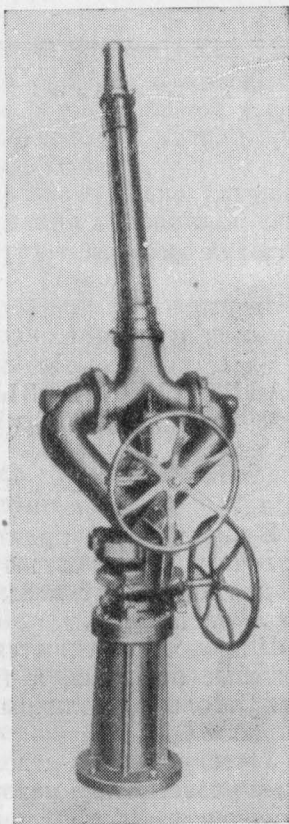
диаметр sprыска — 65 мм,

при расходе воды около 160 л/сек эффективная дальность составляет 96 м, а дальность по крайним каплям — около 130 м, наибольшая высота струи при этих данных — 50 м.

а)



б)



в)

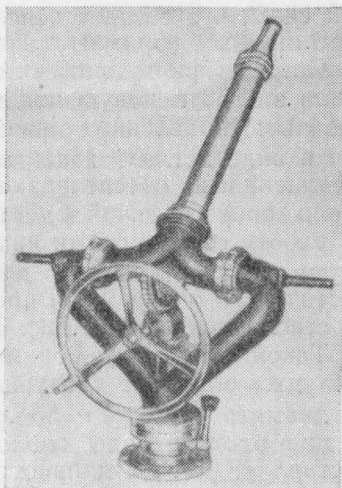


Рис. 32. Стационарные лафетные стволы с различными конструкциями управления:

а — ствол с дистанционным управлением; б — ствол с червячным приводом для поворота в вертикальной и горизонтальной плоскостях; в — ствол с рычагами и червячной передачей.

На катерах береговой охраны США применяются шестидюймовые и трехдюймовые стационарные стволы, показанные на рис. 34.

Шестидюймовый ствол имеет поворотную часть с трубой диаметром 108 мм и длиной 750 мм. Для управления стволом используются две червячные передачи со штурвальным приводом. Угол поворота ствола около вертикальной оси — 360° и в вертикальной плоскости — 120° . Ствол имеет сменные spryski диаметром от 38 до 75 мм.

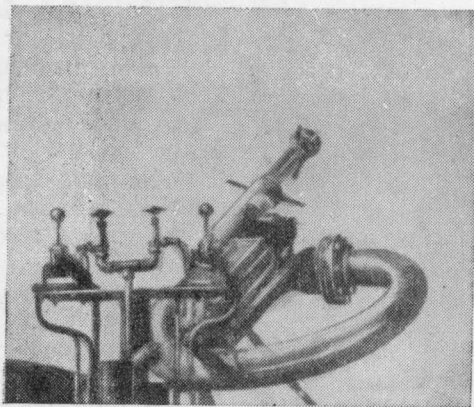


Рис. 33. Новая конструкция стационарного лафетного ствола с дистанционным гидроприводом.

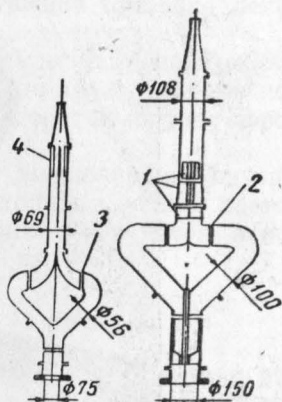


Рис. 34. Стационарные стволы для катеров береговой охраны США:

1 — успокоитель; 2, 3 — поворотные соединения; 4 — успокоитель.

Коэффициент расхода этого ствола μ в формуле (11) по опытным данным равен 0,917 (при spryske диаметром 38 мм), а коэффициент потери напора ζ в формуле (17) равен 0,104.

Трехдюймовый ствол имеет трубу диаметром 75 мм и длиной 600 мм. Управление стволом производится вручную при помощи рукояток. Узлы поворота ствола: на 360° — около вертикальной оси и на 70° — в вертикальной плоскости. Диаметры spryskov — от 38 до 63 мм.

Коэффициент расхода μ этого ствола равен 0,917, а коэффициент потери напора ζ при spryske диаметром 38 мм равен 0,211.

Spryski этих стволов имеют коническую форму с углом, при вершине равным 14° , и длинную цилиндрическую часть, что ухудшает качество струи из-за дополнительного вихреобразования.

На вооружении пожарных команд некоторых зарубежных стран находятся пожарные автомобили с установленными на

них стволами. Такие стволы, конструктивно выполненные в виде стационарных, являются по существу переносными с ограниченными возможностями применения в силу того, что продвижение и установка автомобиля со стволом затрудняются во многих случаях размерами и проходимостью автомобиля.

В последние годы в американской практике пожаротушения все более широкое применение находят распыленные струи большой мощности. Для подачи таких струй используются распылители, устанавливаемые на стволах вместо sprays. Наиболее

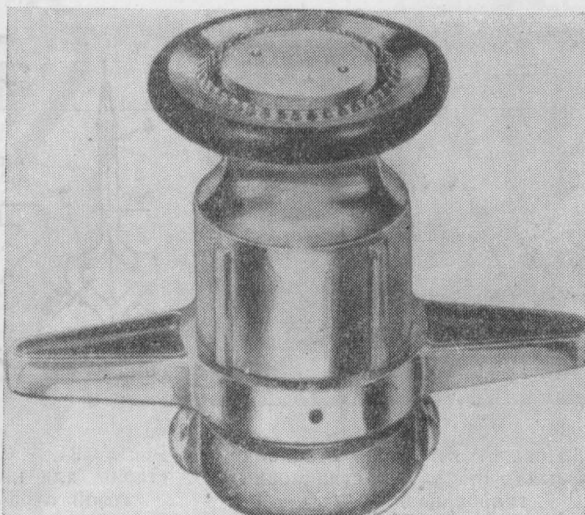


Рис. 35. Распылитель типа «РС» большой производительности с зубчатым венцом для заполнения центральной части струи.

распространены распылители, напоминающие по конструкции распылитель «РС» (рис. 35). Для избежания недостатка, присущего распылителям этого типа и заключающегося в наличии незаполненного водой пространства в центральной части струи, на выходе из распылителя делается зубчатый венец. Размеры и угол наклона зубьев венца подбираются таким образом, чтобы часть воды, выходящей из ствола, при встрече с зубьями отклонялась внутрь и заполняла среднюю зону струи.

В настоящее время выпускаются распылители такого типа, рассчитанные на расходы до 160 л/сек и более.

По американским данным, величина реакции струи при подаче распыленных струй составляет около половины величины реакции компактной струи, подаваемой с таким же расходом и напором.

На основании результатов исследований, которые проводились в одном из зарубежных научно-исследовательских институтов, были сделаны следующие рекомендации по конструированию лафетных стволов [6].

1. Размеры проходных сечений стволов следует по возможности увеличивать для снижения скорости потока воды, так как действие турбулентности с уменьшением скорости сглаживается.

2. Резкие изменения сечений нежелательны, так как это является одной из причин усиления турбулентности потока, которая является основной причиной разрушения свободно летящей струи.

3. Плавные радиусы поворота потока вызывают сильные поперечные токи, поэтому более целесообразно делать крутые повороты с установкой в них направляющих лопаток по типу аэродинамических труб.

4. Весьма нежелательным является выдавливание внутрь трубы прокладок, диафрагмирующих проходное сечение, поэтому следует выбирать конструкции уплотнительных узлов, в которых прокладки уложены в специальные пазы.

Переносные лафетные стволы

Довольно широко применяются в зарубежной практике переносные лафетные стволы, в частности в американской пожарной охране.

Первые иностранные образцы переносных стволов были похожи на стволы ПЛС-1 и ПЛС-2. В дальнейшем для улучшения маневренности на одной позиции и для повышения безопасности работы конструкции стволов перерабатывались с использованием шарнирных поворотных соединений и разветвлением потока воды в тройнике и двухрожковом разветвлении.

Переносный лафетный ствол, применяемый в пожарной охране военно-морского флота США, показан на рис. 36. Кор-

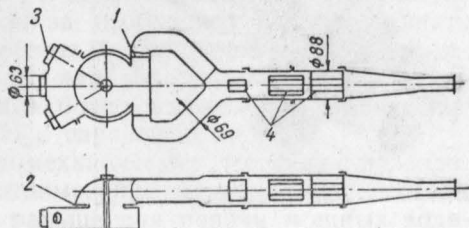


Рис. 36. Переносный лафетный ствол пожарной охраны военно-морского флота США:

1, 2 — поворотные соединения; 3 — присоединительные штуцеры; 4 — успокоители.

пус этого ствола имеет три штуцера для присоединения рукавов, что типично для многих конструкций американских переносных стволов. Поворот ствола может осуществляться на 360° около вертикальной оси и на 90° — в вертикальной плоскости. Длина

выходной части ствола — 380 мм, диаметр ее — 88 мм, диаметры сменных sprысков—от 38 до 50 мм.

Характеристики этого ствола, по сравнению со стационарными стволами, несколько занижены:

коэффициент расхода $\mu=0,9$,

коэффициент потери напора $\xi=0,288$ (оба показателя при диаметре sprыска 38 мм).

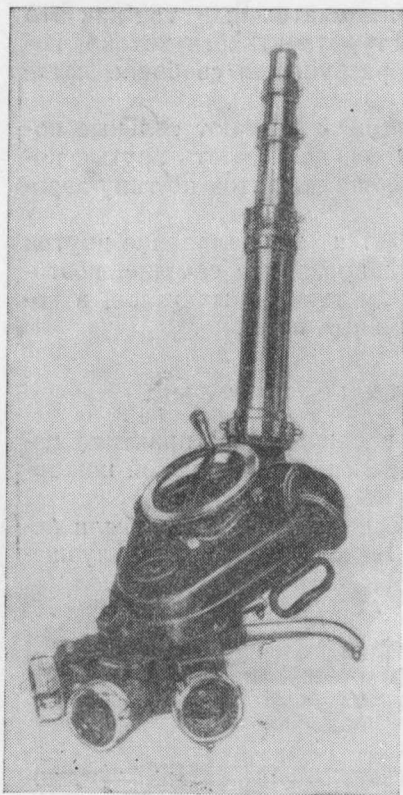


Рис. 37. Переносный лафетный ствол с двухрожковым разветвлением на приемном корпусе.

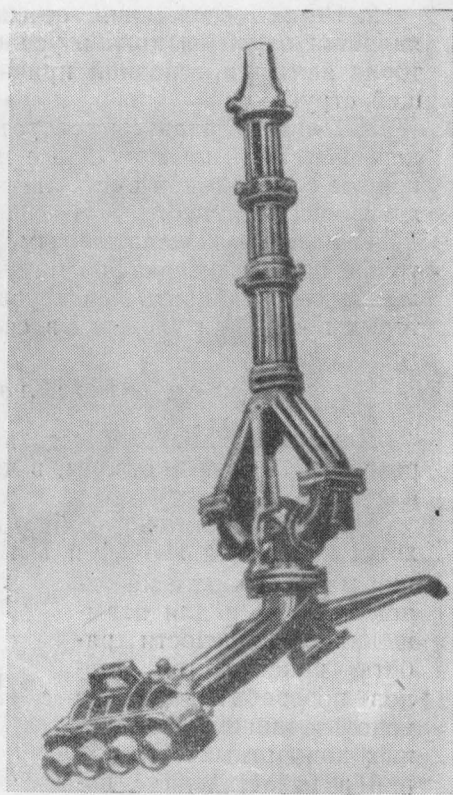


Рис. 38. Переносный лафетный ствол английской конструкции.

При конструировании переносных стволов двухрожковое разветвление устанавливается как непосредственно на корпусе ствола (рис. 37), так и совместно с вращающейся в вертикальной плоскости частью ствола, как это показано на рис. 36. В первом случае отводы двухрожкового разветвления расположены в горизонтальной плоскости для уменьшения опрокидыва-

ющего момента и для вынесения вперед линии действия реактивной силы, что позволяет увеличить плечо, на котором действует составляющая реакции струи, препятствующая опрокидыванию ствола.

В американской практике применяются и составные sprays: каждый последующий меньший размер sprays можно получить путем навинчивания патрубка на sprays предыдущего размера.

Американские переносные лафетные стволы обеспечивают расходы воды в пределах 25—63 л/сек.

На рис. 38 показан переносный ствол английской конструкции. Он несколько менее портативен, имеет коллектор с четырьмя штуцерами для присоединения рукавов. Максимальный диаметр sprays — 63 мм. Струя, подаваемая этим стволом, имеет высоту 30 м при дальности 75 м. В Англии выпускаются также стволы подобной конструкции, рассчитанные на меньшие расходы.

Лафетные стволы для автомеханических лестниц

На иностранных автомеханических лестницах устанавливаются лафетные стволы различных конструкций. В европейских странах (Германии, Англии и др.) лафетные стволы обычно устанавливаются постоянно на вершине последнего колена лестницы и используются при необходимости. В США более распространены стволы с быстросмыкающимся креплением — ствол устанавливается на вершине лестницы только при непосредственной необходимости подачи воды. Это позволяет уменьшать размеры ствола из-за необходимости обеспечивать возможность перехода с вершины лестницы на крышу и т. д., поэтому американские стволы для автомеханических лестниц имеют в большинстве случаев более высокие гидравлические характеристики по сравнению с европейскими.

Установка стволов на автомеханических лестницах позволила расширить возможность применения механических лестниц при тушении пожаров: если раньше для подачи мощных водяных струй в верхние этажи зданий использовались специальные водяные башни, то в настоящее время такие башни за рубежом не изготавливаются и постепенно снимаются с вооружения, так как автомеханические лестницы с лафетными стволами как более универсальное оборудование с успехом выполняют эту задачу, являясь одновременно пригодными для выполнения целого ряда других работ, вплоть до использования их в качестве подъемных кранов.

В американской практике пожаротушения использование автомеханических лестниц в качестве водяных башен приняло широкие размеры с внедрением в производство цельнометалли-

ческих колен, обеспечивающих возможность работы при нагружении верхнего пояса как растягивающими, так и сжимающими усилиями. Значительные запасы прочности и устойчивости позволяют использовать выдвинутую лестницу для подачи нескольких водяных струй с применением как лафетных, так и ручных стволов. Во многих пожарных командах США принято устанавливать на вершине нижнего колена один лафетный ствол, причем на вершине лестницы устанавливается при необходимости другой быстросъемный ствол. Такие стволы при необходимости могут устанавливаться не на вершине, а на любой высоте лестницы.

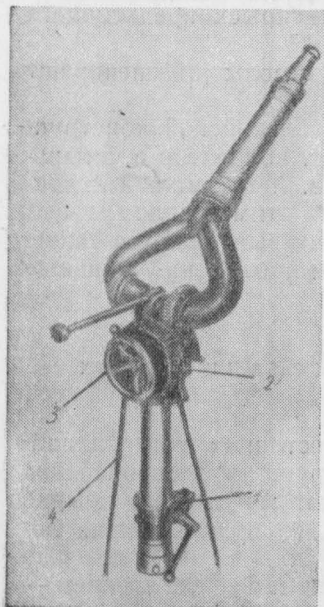


Рис. 39. Ствол для автомеханических лестниц с дистанционным управлением при помощи червячной передачи:

1 — быстросмыкаемое соединение; 2 — механизм поворота; 3 — штурвал; 4 — трос.

Некоторые американские пожарные специалисты считают целесообразным, например, применять стволы на автомеханических лестницах для подачи струи воды сверху при тушении пожаров небольших зданий. Широко применяются стволы на автомеханических лестницах при подаче больших количеств воды, что является популярным в США способом тушения. Находят применение также и распылители с расходом до 30 л/сек и более. У большинства зарубежных конструкций стволов для автомеханических лестниц предусмотрена возможность управления стволом как с земли, так и на вершине лестницы, однако в некоторых случаях предусматривается только управление на вершине. На рис. 39 изо-

бражен ствол с быстросмыкаемым соединением 1, в конструкции которого предусмотрена возможность поворота ствола около вертикальной оси при управлении стволом на вершине лестницы и поворота ствола в вертикальной плоскости при управлении стволом как на вершине лестницы, так и с земли. Для этой цели предусмотрен механизм поворота 2 с самотормозящей червячной передачей, управление которым может быть осуществлено как при помощи штурвала 3, так и при помощи троса 4. Для уменьшения трения в поворотных узлах применены шариковые подшипники. Достоинством этой конструкции является применение самотормозящей передачи, обеспечивающей фиксацию ствола в любом заданном положении.

В настоящее время пожарная охрана США проводит опыты по использованию лафетных стволов, устанавливаемых на автомеханических лестницах, совместно с переносными лафетными стволами, а также со стволами, стационарно установленными на пожарных автомобилях, с целью подачи большого количества мощных компактных и распыленных водяных струй для борьбы с пожарами, возникающими в результате применения атомного и водородного оружия.

В последние годы появились также конструкции стволов с дистанционным гидро- и электроприводом, которые получили положительную оценку некоторых специалистов.

Глава IV

ПРАКТИЧЕСКОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ЛАФЕТНЫХ СТВОЛОВ

13. Основные рекомендации по применению лафетных стволов при тушении пожаров

1. Лафетные стволы следует применять для быстрого сбивания открытого огня и понижения температуры при тушении открытых, сильно развившихся пожаров, строго соблюдаясь с обстановкой пожара и особенностями горящего объекта. При этом необходимо учитывать, что введение в действие стволов требует дополнительной техники, времени, бойцов и, кроме того, сопровождается большим расходом воды.

2. Наиболее целесообразно использовать современные переносные стволы типа ПЛС-75 или ПЛСЛ-2, обладающие хорошей маневренностью и устойчивостью при небольшом весе.

3. Работа лафетных стволов должна сочетаться с применением ручных стволов, подаваемых для преграждения огня на путях его распространения, а также в местах, которые недоступны для струй лафетных стволов.

4. Позиции лафетных стволов должны выбираться с расчетом наиболее быстрого сбивания пламени с основного очага горения при минимальном передвижении ствола. При выборе позиции ствола необходимо предусматривать возможность эвакуации в случае изменения обстановки на пожаре.

5. В зависимости от характера горящего объекта и мест наиболее интенсивного горения лафетные стволы могут устанавливаться для работы с земли, крыш и балконов зданий и т. п. При этом должны быть приняты меры для надежного обеспечения устойчивости работающих стволов.

6. В целях предупреждения повреждений и разрушений зданий и конструкций от действия большой ударной силы струи лафетного ствола не должна подаваться в одну точку. Маневрирование струей следует производить осторожно.

В случае переноски работающего ствола струю целесообразно направить вертикально вверх.

7. Воду к лафетному стволу легкого типа следует подавать от одного-двух автонасосов в зависимости от их мощности и длины рукавных линий.

Для подачи воды к мощным стволам можно использовать несколько параллельно работающих автонасосов. Для обеспечения эффективности такой работы при установке автонасосов нужно следить за тем, чтобы длина и диаметры рукавных линий были по возможности одинаковыми, а давления на насосах поддерживались равными (разница давлений не должна превышать 10—15% показаний манометров).

Если автонасосы установлены на разной геометрической высоте, то следует учитывать дополнительные потери напора, равные разности высот работающих насосов, соответственно уменьшая длину рукавной линии, прокладываемой от насоса, установленного ниже.

8. При установке автонасосов на гидранты водопровода необходимо учитывать диаметр сети, наличие кольцевания ее и давление воды (до пожара) с тем, чтобы исключить возможность перебоев в подаче воды.

Для подачи воды к лафетным стволам следует использовать рукава диаметром не менее 66 мм.

9. Обслуживание лафетного ствола легкого типа должно осуществляться не менее чем двумя бойцами — ствольщиком и подствольщиком. При передвижении ствола дополнительно выделяются бойцы из расчета двух человек на каждый рукав.

В случае параллельной работы двух или нескольких автонасосов следует назначать бойца для связи между водителями автомобилей.

Для руководства работой лафетного ствола должен быть назначен командир отделения.

14. Питание лафетных стволов водой

При подаче воды от гидрантов использование мощных лафетных стволов со sprысками диаметром 44—50 мм и более во многих случаях оказывается невозможным, так как водопроводные сети не обеспечивают требуемых расходов воды.

С другой стороны мощность и дальность струи воды при диаметрах sprысков 28 и 32 мм и давлении перед стволом около 7 кг/см² обычно являются достаточными для целей пожаротушения. Поэтому при конструировании ствола ПЛСЛ-2 была поставлена задача обеспечить возможность получения струй удовлетворительного качества при питании ствола водой от одного насоса ПН-25 или ПН-30.

Испытания показали, что при работе ствола с насосом ПН-25А, имеющим привод от двигателя ЗИЛ-120, и при длине 76-мм рукавных линий, равной 100 м, можно получить следующие характеристики:

при диаметре spryska, мм	25	28	32
расход воды, л/сек	20	22	24
давление перед стволом, кг/см ²	8	6,5	5

Для получения более мощных струй при увеличенной протяженности рукавных линий следует подавать воду от двух параллельно работающих насосов.

В работе [16] приводятся следующие данные для выбора длины и диаметра рукавных линий при работе с лафетными стволами, имеющими sprysки диаметром до 38 мм (табл. 8).

Таблица 8

Диаметр spryska, мм	Расход воды, л/сек	Рукава прорезиненные		Рукава непрорезиненные	
		диаметр, мм		диаметр мм	
		65	75	65	75
28	19,3	13,00	5,59	28,70	11,20
	19,6	3,23	1,38	7,10	2,77
32	25,0	—	9,375	—	18,75
	12,5	5,47	2,34	12,00	4,69
38	36	—	—	—	—
	18	11,10	4,75	24,40	9,51

Примечания: 1. При расчете напор у sprysков принят равным 50 м вод. ст.

2. В таблице даны потери напора в одном рукаве длиной 20 м при расчетном расходе воды во время работы лафетного ствола:

верхняя строчка — при подаче воды по одной рукавной линии;

нижняя строчка — при подаче воды к стволу по двум параллельно работающим рукавным линиям.

Характеристика насоса		Лафетный ствол со срыском диаметром 28 мм						
		расход воды через ствол, л/сек	напор у срыс- ка, м вод. ст.	длина компакт- ной струи, м	Предельное количество рука- вов в линии			
					диаметром 65 мм		диаметром 75 мм	
					проре- зине- ные	непроре- зине- нные	проре- зине- нные	непроре- зине- нные
расход, л/сек	напор, м вод. ст.							

Высота всасы								
20	115	19,3	50	33,0	20	10	46	13
22	105	22,0	65	36,5	9	4	22	11
24	85	22,8	70	37,0	3	1	7	3

Высота всасы								
24	100	22,8	70	37	6	3	10	5
26	90	—	—	—	—	—	—	—
28	80	—	—	—	—	—	—	—

Примечание. Длина компактной струи принята при угле на-

Для случая, когда вода к лафетным стволам подается от насосов ПН-25А по двум напорным патрубкам с приводом от двигателя ЗИЛ-120, предельное количество рукавов от автонасоса до места установки ствола (без учета превышения ствола над насосом по вертикали) может быть определено по табл. 9.

В табл. 10 приведены характеристики мощного переносного ствола со sprysком диаметром 38 мм, вода к которому подается от двух параллельно работающих автонасосов ПМЗ-10 с забором воды из водоема, а также предельная длина рукавных линий, которые могут быть проложены в этом случае.

Таблица 10

Характеристика насоса		Характеристика ствола со sprysком диаметром 38 мм			Предельное количество рукавов в линии			
расход, л/сек	напор, м вод. ст.	расход, л/сек	напор, м вод. ст.	длина ком-пактной струи, м	диаметром 65 мм		диаметром 75 мм	
					проре-зинен-ные	непро-рези-ненные	проре-зинен-ные	непро-рези-ненные
20	115	35,5	50	35,5	6	2	13	6
22	105	42,0	70	39,0	2	1	6	3

Высота всасывания — 3,5 м.

Примечание. Приведенные в табл. 9 и 10 данные могут быть использованы и в случае применения насосов ПН-30.

Таблица 9

Лафетный ствол со sprysком диаметром 32 мм							
Расход воды че- рез ствол, л/сек	Напор у sprysка, м вод. ст.	Длина ком- пактной струи, м	Предельное количество рукавов в линии				
			диаметром 65 мм		диаметром 75 мм		
			проре- зинен- ные	непро- рези- ненные	проре- зинен- ные	непро- рези- ненные	

вания 3,5 м

—	—	—	—	—	—	—	—
23,8	45	32,5	8	4	19	9	

вания 1,5 м

23,8	45	32,5	11	5	26	13	
26,0	55	36,0	5	2	13	6	
27,6	60	37,0	3	1	7	3	

клона ствола, равном 30°.

Более мощный насос ПН-40 (эти насосы применяются в настоящее время на пожарных автомобилях московской пожарной охраны) может обеспечивать работу лафетного ствола со sprysком диаметром до 38 мм. Для питания водой большого ствола со sprysком диаметром 50 мм следует использовать два параллельно работающих насоса ПН-40 при повышенных расходах, соответствующих напору у sprysка 70 м вод. ст., или два насоса ПН-30 при напоре у sprysка около 50 м вод. ст.

15. Применение лафетных стволов на автомеханических пожарных лестницах

При использовании автомеханических лестниц в качестве водяных башен необходимо принимать специальные меры предосторожности для обеспечения безопасности работы, а также для сохранения прочности и жесткости лестничных колен.

Для автомеханических лестниц АМ-45 и АМ-32 установлены следующие параметры при работе лафетного ствола на вершине (без опоры наверху):

1. Угол подъема лестницы (в пределах):
для АМ-32 (ЛА и ЛГ) — 50—75°;
для АМ-45 (ЛБ и ЛД) — 65—70°.
2. Высота лестницы:
для АМ-32—25 м;
для АМ-45—30 м.
3. Напор у sprysка (не более), кг/см²:
для sprysка диаметром 32 мм—АМ-32—6; для АМ-45—5;
для sprysков диаметром 28 и 25 мм — 6.

Соответствующий максимальный расход воды — около 25 л/сек.

Рекомендации немецкой фирмы «Магирус» по использованию лафетных стволов на автомеханических лестницах сводятся к следующему.

1. Лестница высотой 45 м (АМ-45) должна выдвигаться не более чем на $\frac{3}{4}$ полной высоты.
2. Во время выдвигания лестницы и при работе ствола необходимо пользоваться растяжными веревками.
3. Прокладку рукавной линии следует вести вдоль продольной оси колен, используя рукавные задержки. Во время прокладывания линии нагрузка на лестницу должна быть не более одного бойца на каждое колено.
4. Подача воды в линию и прекращение подачи должны осуществляться плавно, без резких толчков, которые могут вызвать гидравлические удары в линии.
5. Направление подаваемой струи воды необходимо выдерживать в продольной плоскости симметрии лестницы. Отклоне-

ние струи допускается не более чем на 10° в каждую сторону. При необходимости изменения направления струи на более значительный угол следует поворачивать всю лестницу вместе с башенным механизмом. Допускаемое давление воды в линии перед стволом не должно превышать величин, указанных в табл. 11.

Таблица 11

Диаметр spryska, мм	Напор в линии, м вод. ст.	Расход воды, л/сек
26	80	21
30	70	26
34	60	31
38	60	38

Приведенные данные показывают, что немецкие нормы допускают применение лафетных стволов в более широких масштабах, чем нормативы Новоторжского завода.

По американским данным, диаметры spryskov на лестничных стволах при больших углах подъема могут достигать 40 мм и более без опасности для прочности и устойчивости выдвинутых лестниц. Однако, по мнению американских специалистов, даже при одновременном использовании двух лафетных стволов, установленных на автомеханической лестнице, невозможно обеспечить подачу водяных струй с суммарным расходом более 63 л/сек.

Это объясняется тем, что количество рукавных линий, которые могут быть проложены по коленам лестницы, ограничивается ее несущей способностью и необходимостью обеспечить устойчивость лестницы.

Для американских 30-метровых автомеханических лестниц при работе лафетных стволов рекомендуется высота выдвижения не более 24 м при больших углах подъема (около 70°).

Для расчета устойчивости лестницы на действие реакции струи в американской практике применяется формула *

$$R = 1,5fP.$$

При расчетах лестниц на устойчивость необходимо учитывать, что в случае резкого прекращения подачи воды (обрыв струи) к вершине лестницы мгновенно прикладывается кратковременно действующая сила, направленная в сторону, обратную направлению действия реакции струи, и вызывающая энергичный «клевок» лестницы.

Так, например, во время испытаний автомеханической лестницы длиной 32 м на шасси ЗИЛ-151 конструкции Управления

* Н. А. Тарасов-Агалаков рекомендует формулу $R = 2fP$.

пожарной охраны Москвы в условиях работы с лафетным стволом при обрыве струи были получены следующие данные.

Таблица 12

Изменение опорной реакции при обрыве струи лафетного ствола

Угол подъема лестницы, град.	Длина выдвижения лестницы, м	Диаметр сопла, мм	Напор перед стволом, м вод. ст.	Уменьшение опорной реакции на заднем колесе при обрыве струи, кг
75	30,4	32	60	2690
75	30,4	28	70	2700
70	30,4	32	60	2400
70	30,4	28	60	2200
65	30,4	32	60	2150
65	30,4	28	70	2100

При меньших углах подъема выдвинутой лестницы ($60-40^\circ$) величина опорной реакции значительно уменьшается, что делает необходимым уменьшение длины выдвижения лестницы и ограничение напора подаваемой воды, так как уменьшение опорной реакции на заднем (не опорном) колесе ниже величины $1000-900 \text{ кг}$ считается небезопасным. Следует иметь в виду, что при длине выдвижения около 30 м и ширине задней колеи автомобиля около 2 м уменьшение опорной реакции до нуля, т. е. полный отрыв колеса, может произойти в случае приложения дополнительной нагрузки на вершину в сторону опрокидывания, определяемой по правилу рычага и близкой к $60-70 \text{ кг}$.

В отличие от автомеханических лестниц, изготавливаемых в СССР, а также в других европейских странах, для которых не предусмотрены специальные испытания лестниц при работе их с лафетными стволами, некоторые американские фирмы применяют испытательные нагрузки на вершину лестницы, имитирующие нагрузку, возникающую при работе ствола:

груз весом 120 кг прикладывается к вершине лестницы, выдвинутой на полную длину (фирма «Сигрейв»);

груз весом 350 кг прикладывается к вершине выдвинутой под углом 60° к горизонту лестницы (фирма «Петер Пирш»).

16. Применение лафетных стволов для защиты лесобирж

Ниже приводятся основные правила установки стационарных лафетных стволов для защиты лесобирж и складов лесоматериалов.

В соответствии с противопожарными нормами строительного проектирования складов лесных материалов (Н 129—55), распространяющимися на проектирование вновь сооружаемых и реконструируемых складов лесных материалов емкостью 10 тыс. м^3 и более, на лесобиржах (складах) с кучами балансов высотой

более 14 м и шириной до 90 м, имеющими емкость не более 250 тыс. плотных м³, должен быть устроен противопожарный водопровод высокого давления со стационарными лафетными стволами, каждый из которых должен обеспечивать расход воды не менее 50 л/сек. Эти стволы должны размещаться на негоряемых лафетных вышках.

Вышки с лафетными стволами следует располагать у продольных сторон кучи следующим образом: со стороны, ближайшей к кучеукладчику, в пределах кучи (на расстоянии до 5 м от края ее основания), а с другой стороны — вне кучи (на расстоянии 3 м от края ее основания). Размещение стационарных лафетных стволов должно обеспечивать возможность орошения любой точки кучи не менее чем двумя компактными струями (струи от переносных лафетных стволов в расчет не принимаются).

В случаях, когда радиус действия компактной струи лафетного ствола со spryskom диаметром 50 мм при напоре у sprysка 70 м вод. ст. недостаточен для того, чтобы любая точка кучи орошалась компактной струей, может быть допущено орошение раздробленными струями.

Питание пожарных насосов, предназначенных для пожаротушения куч балансовой древесины и дров, должно быть обеспечено из естественных водоемов. При установке пожарных насосов на станции второго подъема должна быть обеспечена подача воды от насосов первого подъема к пожарным насосам в количестве, превышающем производительность пожарных насосов не менее чем на 10%, при этом расход воды на производственные нужды допускается уменьшать на 30%.

Мощность насосной станции, питающей противопожарный водопровод склада, должна рассчитываться из условий одновременного питания водой четырех лафетных стволов.

Пожарные насосы водопровода высокого давления должны иметь пусковые устройства, действующие автоматически от тревожной сигнализации из помещения пожарной команды. В системе противопожарного водопровода склада, вне условий пожара и периодов поливки куч в летнее время, должно поддерживаться постоянное давление насосами, предназначенными для производственных целей.

Необходимость этих мероприятий вытекает из того, что в пожарном отношении хранение балансов в кучах высотой до 30 м и шириной до 90 м является очень опасным, так как пожар охватывает огромное количество древесины (оно может достигать до 12 тыс. кг в минуту).

Противопожарный водопровод, питающий лафетные стволы, должен быть кольцевой системы без тупиков. Задвижки на сети должны быть установлены так, чтобы в случае неисправности на каком-либо участке водопровода одновременно выключалось не более двух лафетных стволов.

При проектировании противопожарных устройств с лафетными стволами необходимо учитывать следующие требования, предъявляемые к установке лафетных стволов:

а) лафетный ствол должен поворачиваться в горизонтальном и вертикальном направлениях;

б) управление лафетным стволом должно производиться с лафетной вышки;

в) открытие задвижки для приведения в действие лафетного ствола должно производиться с поверхности земли;

г) на стояке у поверхности земли должен устанавливаться контрольный спускной кран диаметром 50 мм;

д) для выпуска воды из стояка должны быть предусмотрены спускные устройства в канализацию или в грунт ниже уровня промерзания.

Кроме установки стационарных лафетных стволов на пожарном водопроводе, на кучевых биржах должны иметься инвентарные пожарные посты, присоединяемые к гидрантам, размещаемым один от другого на расстоянии не более 75 м. Каждый пост состоит из одного переносного лафетного ствола с двумя приемными штуцерами и 300 м прорезиненных рукавов диаметром 76 мм.

При общем объеме биржи до 100 тыс. плотных м^3 устанавливаются два поста, при объеме от 100 тыс. до 250 тыс. плотных м^3 — четыре, при объеме более 250 тыс. м^3 — шесть постов.

17. Эксплуатация и ремонт лафетных стволов

Лафетные стволы, являющиеся одним из самых мощных средств подачи воды при тушении пожаров, требуют для содержания их в рабочем состоянии соблюдения правил эксплуатации, текущего надзора и ремонта.

При эксплуатации стволов следует, главным образом, руководствоваться заводскими инструкциями и правилами обращения со стволами.

Ствол ЛС-1.

Для правильной эксплуатации лафетного ствола ЛС-1 необходимо обеспечить:

1. Своевременную достаточную смазку прокладочного соединения узла поворота ствола в вертикальной плоскости. Для смазки следует применять смесь из солидола и графита, которая выдавливается из цилиндрического резьбового канала при помощи болта 12 (см. рис. 15).

2. Своевременную смазку шпинделя при помощи пресс-масленок. Для обеспечения плавного хода штурвала необходимо предупреждать возможность загрязнения резьбы штока песком, пылью или грязью.

3. После работы ствола на воде, несущей щепки или камешки, необходимо разобрать ствол и проверить целостность успокоите-

лей, состояние лопастей, а также отсутствие их искривления и отрыва. Следует помнить, что всякое искривление лопастей приводит к созданию винтовых завихрений, разрушающе действующих на струю.

В случае забивания успокоителя камнями или щепками следует немедленно отключить ствол от подающей воду линии и прочистить успокоитель.

Испорченный во время работы успокоитель следует удалить и продолжать работу без него, так как работа с неисправным успокоителем приводит к тому, что качество струи делается хуже, чем при работе без него.

4. При появлении течи в поворотных соединениях необходимо подтянуть стяжную шпильку, не допуская при этом излишней затяжки ее, ведущей к быстрому износу прокладки и затруднению поворота.

Подтягивание втулки буксы сальника следует производить равномерно, не допуская перетяжки или перекаса сальника. При замене сальниковой набивки следует применять стандартные сальниковые кольца либо проваренный в олифе или промасленный хлопчатобумажный шнур. Хорошие результаты дает пропитка из смеси порошкообразного графита с минеральным маслом.

5. Выходное отверстие spryska необходимо предохранять от забоин и рисков, так как качество струи при наличии таких дефектов значительно ухудшается. Следует также защищать от повреждений резьбу на деталях, особенно изготовляемых из таких металлов, как бронза, латунь и алюминиевые сплавы.

6. При установке основания ствола на стоек необходимо выбирать внутренний диаметр прокладки так, чтобы проходное сечение в месте соединения не сужалось за счет выступающей внутрь прокладки.

Ствол СЛС-1.

1. С целью облегчения эксплуатации конструкция поворотных узлов этого ствола разработана без применения смазки. Поэтому уход за этими соединениями сводится к периодическому подтягиванию сальника и к замене по мере надобности сальниковой набивки.

В тех случаях, когда подтягивание грундбуксы не позволяет устранить течь в сальниковом уплотнении узла поворота около вертикальной оси, следует увеличить высоту сальниковой набивки, для чего необходимо (см. рис. 18):

а) отвернуть и снять контргайки и гайки с восьми шпилек 6, подтягивающих грундбуксу 5;

б) поднять грундбуксу со стопорным кольцом до упора кольца в отводы тройника (ствол предварительно повернуть так, чтобы рукоятка стопорного кольца и палец на нем не упирались в хомуты или их приливы) и зафиксировать ее в этом положении при помощи деревянных подкладок, вставляемых между флан-

щами стакана и грундбуксы (нижний срез направляющей части грундбуксы должен при этом близко подойти к верхней плоскости опорного стакана);

в) вывернуть четыре стопорных штифта 7 так, чтобы концы штифтов с цилиндрической проточкой вышли из пазов разгрузочного стакана 8 (величина зазора между нижним торцом головки штифта и плоскостью опорного стакана 1 должна быть равна 8—10 мм).

После вывертывания стопорных штифтов ствол с тройником поворачивать около вертикальной оси нельзя, так как в этом случае возможно смещение разгрузочного стакана и несовпадения пазов в нем со стопорными болтами при сборке;

г) поднять поворотный тройник 3 вместе с разгрузочным стаканом, сальниковой набивкой и грундбуксой так, чтобы нижний срез направляющей грундбуксы вышел из опорного стакана на 20—30 мм, и зафиксировать тройник в поднятом положении при помощи подставок под отводы двухрожкового разветвления 12;

д) уложить сальниковую набивку в паз (количество набивки следует выбирать с учетом уплотнения новой набивки при подтягивании сальника с тем, чтобы после затяжки зазор между фланцами грундбуксы и опорного стакана был равен 15—18 мм);

е) вынуть подставки из-под отводов двухрожкового разветвления и опустить тройник с разгрузочным стаканом, сальниковой набивкой и грундбуксой, не поворачивая его около вертикальной оси;

ж) затянуть до отказа стопорные болты. Затягивать болты следует осторожно, контролируя попадание концов штифтов с цилиндрической проточкой в пазы разгрузочного стакана. Если пазы стакана в результате неосторожности сместились (при этом концы штифтов будут упираться в тело стакана и штифты не будут завертываться), следует вновь ослабить штифты и совместить пазы стакана с ними, осторожно поворачивая ствол с тройником около вертикальной оси, предварительно туго затянув сальник, если разгрузочный стакан не поворачивается вместе с тройником (перетяжка сальника ослабляется до нормальной величины затяжки после полной сборки ствола).

При полной разборке и сборке ствола совпадение пазов разгрузочного стакана со стопорными штифтами обеспечивается путем совмещения по одной вертикали рисок на фланце опорного стакана и на наружной поверхности разгрузочного стакана;

з) вынуть подкладки из-под фланца грундбуксы и опустить грундбуксу со стопорным кольцом (концы шпилек при этом должны выйти из отверстий фланца стакана не менее, чем на половину высоты гайки), после чего затянуть сальник так, чтобы обеспечивалась плотность соединения при максимальном рабочем напоре в линии перед стволом (но не менее 12 кг/см^2).

Излишней затяжки сальника следует избегать, так как при

этом увеличивается усилие, необходимое для поворота ствола около вертикальной оси.

Уплотнительные манжеты узлов поворота ствола в вертикальной плоскости изготавливаются из резины, поэтому следует избегать резких рывков при поворотах, особенно без подачи воды, так как это может привести к образованию трещин и разрывов на манжетах.

Затягивать хомуты следует до тех пор, пока не будет обеспечена достаточная плотность соединения. Доведение полуколеч хомута до стыка не является обязательным.

2. Резьбовые шпиндели стопорных устройств необходимо предохранять от засорения и забивания, что может привести к затруднению быстрого и достаточно легкого затягивания и отпущения стопорных устройств во время работы. Текстолитовые колодки стопорного узла вертикального поворота следует заменять по мере износа.

3. В нерабочем положении ствол следует оставлять опущенным до отказа вниз (в вертикальной плоскости). В противном случае при неосторожном ослаблении стопорного винта вертикального поворота ствол, оборудованный несамотормозящим стопорным устройством, может резко опуститься вниз с ударом по основанию.

4. Для защиты от действия коррозии алюминиевые детали ствола необходимо тщательно промывать после работы на соленой или загрязненной воде.

5. В части правил обращения со спрысками и успокоителем, а также установки ствола на стояке следует придерживаться рекомендаций, приведенных выше для ствола ЛС-1.

При эксплуатации стационарных стволов, устанавливаемых на лафетных вышках, необходимо, наряду с обеспечением их исправного состояния, тщательно следить за работоспособностью водопроводной сети, а также насосного и силового оборудования.

Важным вопросом является удаление в зимнее время воды из стояков к лафетным башням, отделяемым задвижками от основной магистрали, для чего на стояках должны быть предусмотрены сливные краны.

Кроме того, необходимо обращать внимание на защиту заборного устройства от попадания в него камней, кусков коры и других предметов, которые могут, попадая в стволы, забивать спрыски и портить успокоители, выводя этим самым стволы из строя во время тушения пожара. По опытным данным, камнями, попадающими в линию, могут быть забиты по очереди все работающие стволы, причем размеры камней, забивающих спрыски диаметром 50 мм, достигают 10—12 мм по наибольшему измерению.

Переносные стволы

При эксплуатации переносных стволов следует в основном выполнять изложенные выше правила эксплуатации стационарных стволов.

Необходимо обратить особое внимание на то, что при использовании переносных стволов опасность повреждений отдельных деталей и узлов значительно больше, чем при эксплуатации стационарных стволов вследствие возможности падения ствола или удара его о различные твердые предметы во время переноски и установки.

При установке ствола ПЛС-2 на позицию следует иметь в виду ограниченную возможность разворота этого ствола без перемены позиции как в горизонтальной, так и в вертикальной плоскостях.

При необходимости оставить работающий ствол без надзора, когда, например, позиция ствола является опасной для ствольщика, необходимо надежно закрепить ствол в заданном положении при помощи стопорного устройства. Рекомендуется устанавливать ствол так, чтобы рукава подводились к нему сзади, что обеспечит дополнительный запас устойчивости.

При работе ствола без управления нельзя допускать резких перепадов давления, так как это может привести к опрокидыванию ствола.

При недостаточной мощности насосов или большой длине рукавов, ограничивающих расход воды и напор перед стволом, следует применять spryski малого диаметра.

Ремонт лафетных стволов

При ремонте стволов, а также их сборке и разборке необходимо соблюдать следующие правила слесарно-монтажных работ:

1. При разборке соединений на болтах и на шпильках следует фиксировать путем нанесения меток взаимное положение соединяемых деталей, чтобы обеспечить совпадение отверстий на деталях при сборке.

2. При извлечении из ствола успокоителя и установке его на место необходимо пользоваться деревянными выколотками для предупреждения забивания острых кромок и искривления ребер успокоителя.

3. При сборке сальниковых соединений следует производить равномерную затяжку болтов буксы, периодически поворачивая тройник и добиваясь одинакового усилия поворота при различных положениях тройника.

4. При сборке узла поворота в горизонтальной плоскости стволов ЛС-1 и СЛС-1 необходимо обеспечивать отсутствие перекоса опорных колец, скрепляемых с поворотным тройником

и с основанием. Затяжка резьбы опорных пальцев для колец должна производиться до упора; при этом необходимо следить, чтобы не было одностороннего неравномерного нажатия пальцев на кольцо, что может привести к заклиниванию кольца и защемлению тройника.

5. При смене уплотнительных кольцевых резиновых прокладок резьбовых соединений стволов СЛС-1 и ПЛСЛ-2 толщину прокладок необходимо подбирать так, чтобы она была примерно на 0,3—0,5 мм больше глубины паза для прокладок. При соединении деталей следует доводить до соприкосновения торцовые поверхности стыка, обеспечивая при этом герметичность соединения.

6. В случае образования рисок на выходной цилиндрической поверхности ствола их следует зачищать при помощи шабера с последующей шлифовкой мелкой наждачной бумагой.

7. В случае искривления лопастей успокоителя, при их отрыве или образовании винтовой линии, лопасти следует править и рихтовать, применяя для соединения сварку или пайку. Сварку следует производить в виде точек или коротких участков шва для уменьшения влияния коробления при сварке (следует иметь в виду, что применение пайки мягкими припоями не дает хороших результатов, так как долговечность такого соединения сильно уменьшается из-за истирающего действия песка, который несет вода).

8. В случае течи через трещины и поры в стенках литых деталей может быть применена заварка этих дефектов или их пайка, а также пропитывание пористых стенок жидким стеклом или бакелитовым лаком под давлением.

9. Слой краски на поверхностях деталей является надежным средством для защиты от коррозии, поэтому его следует поддерживать в хорошем состоянии.

18. Консервация лафетных стволов для длительного хранения

При необходимости длительного хранения лафетных стволов в состоянии консервации на складе или на месте установки необходимо провести соответствующую подготовку стволов.

Основной частью этой работы являются очистка и нанесение стойкой нейтральной антикоррозионной смазки на все обработанные поверхности ствола, в том числе и на внутренние поверхности трубы ствола и sprысков, которые необходимо снять с двухрожкового разветвления.

Отверстия — входное основание ствола и выходное двухрожковое разветвления — нужно плотно закрыть деревянными заглушками; успокоитель со смазанными поверхностями оставляется в трубе ствола.

Антикоррозионными составами смазываются также запасные

части и инструменты, входящие в комплект оборудования ствола.

Слой краски на окрашенных поверхностях подновляется.

При длительном сроке консервации стволы с запасными частями и инструментами должны храниться в специальной гаре, лучше всего, принятой на заводе-изготовителе конструкции, исключающей возможность различных повреждений ствола и защищающей его от действия светопогоды. Для сохранения стволов в хорошем состоянии упакованные в тару стволы следует держать в сухом помещении и периодически, но не реже одного раза в полгода, проверять состояние консервации и возобновлять ее по мере надобности.

ЛИТЕРАТУРА

1. Указания по применению лафетных стволов на пожарах. Изд. Наркомхоза РСФСР, 1943.
2. Тарасов-Агалаков Н. А. Практическая гидравлика в пожарном деле. Изд. МКХ РСФСР, 1950.
3. Лобачев В. Г. Противопожарное водоснабжение. Изд. МКХ РСФСР, 1950.
4. Верещагин Л. Ф. Высокие давления в технике будущего. АН СССР, 1956.
5. Дождевание. Сб. под ред. А. Н. Костякова, т. 1, 1934.
6. Rouse, J., Howl, J. W., Metzler, D. E. Experimental investigation of fire monitors and nozzles. Proceedings of the American Society of Civil Engineers, 1951, X, vol., 77, № 92.
7. Шкундин Б. М. Гидромеханизация в строительстве, 1949.
8. Справочник машиностроителя, том 3. Машгиз, 1951.
9. Энциклопедический справочник «Машиностроение», том 2, Машгиз, 1948.
10. Тимошенко С. П. Сопротивление материалов, том 2. Гостехиздат, 1946.
11. Канторович З. Б. Основы расчета химических машин и аппаратов. М., Машгиз, 1946.
12. Журналы «Пожарное дело», «Fire Engineering», «Fire» и «Fire Protection Review» за 1950—1957 гг.
13. Боевой устав пожарной охраны.
14. Максимов. Техника безопасности на предприятиях лесной и бумажной промышленности, 1956.
15. Противопожарные нормы строительного проектирования складов лесных материалов (Н 129—55).
16. Девлишев П. П. Использование машин на пожарах. Изд. МКХ РСФСР, 1957.

ОГЛАВЛЕНИЕ

Предисловие	3
Введение	5
Глава I. Основные положения гидравлики и конструирования лафетных стволов	
1. Водяные струи, подаваемые лафетными стволами	9
2. Основные понятия о причинах, вызывающих распад струи, и типы успокоителей	16
3. Типы применяемых sprays (насадков)	20
4. Потери напора в лафетных стволах	24
5. Основные требования к качеству обработки деталей стволов	25
6. Защита деталей стволов от коррозии	26
7. Поворотные соединения стволов, конструкции и материалы сальниковых и манжетных уплотнений	28
8. Трение в уплотнениях	30
9. Устойчивость переносных лафетных стволов	34
Глава II. Устройство лафетных стволов	
10. Стационарные лафетные стволы и основные требования к ним	37
11. Переносные лафетные стволы и основные требования к ним	48
12. Лафетные стволы для автомеханических пожарных лестниц	55
Глава III. Лафетные стволы, применяемые в пожарной охране зарубежных стран	
Глава IV. Практическое использование лафетных стволов	
13. Основные рекомендации по применению лафетных стволов при тушении пожаров	68
14. Питание лафетных стволов водой	69
15. Применение лафетных стволов на автомеханических пожарных лестницах	72
16. Применение лафетных стволов для защиты лесобирж	74
17. Эксплуатация и ремонт лафетных стволов	76
18. Консервация лафетных стволов для длительного хранения	81
Литература	83

О П Е Ч А Т К И

Страница	Строка	Напечатано	Следует читать
31	Подпись к рис. 12, 2 строка снизу	сальпинового	сальникового
44	Подпись к рис. 18, 1 строка сверху	(ЛС-1	(СЛС-1
53	6 снизу	в проходное	в походное
61	11 снизу	Узлы поворота	Углы поворота

Зак: 4143