

НАРОДНЫЙ КОМИССАРИАТ
АВТОМОБИЛЬНОГО ТРАНСПОРТА РСФСР

Управление „Трансэнергокадры“

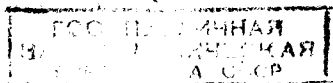
ГАЗОБАЛЛОННЫЕ АВТОМОБИЛИ

КОНСПЕКТ ДЛЯ ПРЕПОДАВАТЕЛЕЙ

ИЗДАТЕЛЬСТВО НАРКОМХОЗА РСФСР
Москва 1942 Ленинград

Книга «Газобаллонные автомобили» предназначена как конспект для преподавателей автодела.

В книге освещается вопрос о применении на автомобильных двигателях внутреннего сгорания вместо жидкого топлива газов разнообразных видов. В книге дано описание устройства газовых установок и способов переоборудования для использования газобаллонного топлива существующим автотранспортом.



934810
60

2
769

Редактор В. А. Колосов

Подписано к печати 20/VIII 1942 г.

Тираж 2000

Л 91006

Печ. л. 5,75

Знаков в 1 п. л. 44944

Учетно-издат. л. 6,46

Типография Управления делами СНК СССР

Зак. 1426

ВВЕДЕНИЕ

Широкий перевод автомобильного парка с жидких нефтяных горючих на местные недефицитные виды моторных топлив является одной из важнейших задач современной автомобильной техники.

Из числа многочисленных разновидностей топлив, заменяющих бензин, за последние два-три года выдающееся место заняли так называемые «баллонные» моторные горючие. Под «баллонными» принято подразумевать все газообразные горючие, хранимые и транспортируемые в баллонах на автомобиле в сжатом или сжиженном виде.

Крупный успех газобаллонных автомобилей, внедряющихся во всех странах значительно более быстрыми темпами, чем прочие виды машин на топливах-заменителях, объясняется в первую очередь прекрасными качествами горючих газов, как моторного топлива, не уступающих бензину, а по некоторым показателям даже превосходящих его. Другим преимуществом, создающим особо благоприятные условия для массового применения газообразных горючих на автотранспорте, является общее развитие и технический прогресс газового дела. Это развитие нашло свое отражение в огромном росте добычи естественных и нефтяных газов, росте производства различных видов промышленных газов, улучшении методов очистки газа, строительстве разветвленных магистралей дальнего газоснабжения, питающих газом многочисленные промышленные центры и населенные пункты. Совершенно новыми источниками получения газообразных моторных топлив являются современные предприятия химической промышленности, дающие в виде побочного продукта горючие газы. К таким предприятиям относятся: гидрогенизационные заводы по производству бензина из кокса и бурого угля, заводы синтетического каучука, аэрационные установки в городских канализационных системах и т. д.

В нашей стране, располагающей огромными ресурсами газообразных горючих, широкое применение их на автотранспорте

будет иметь большое народнохозяйственное значение. Газобаллонные автомобили сохранят для нужд обороны тысячи тонн бензина. Применение местных газообразных топлив разгрузит железнодорожный транспорт и даст многомиллионную экономию при эксплуатации автопарка благодаря тому, что газообразное горючее является более дешевым продуктом по сравнению с бензином.

В решениях XVIII партийного съезда о третьем пятилетнем плане народного хозяйства уделяется серьезнейшее внимание вопросам производства и использования газообразных топлив. Широкое внедрение газообразных горючих предусмотрено как для промышленных и бытовых установок, так и для автотранспорта.

В 1939 г. и в 1941 г. были изданы правительственные постановления о серийном выпуске на наших автозаводах газобаллонных автомобилей, а также комплектов аппаратуры для перевода на газ автомашин действующего парка.

1. ГАЗООБРАЗНЫЕ МОТОРНЫЕ ТОПЛИВА

Применяемые в качестве моторных топлив газообразные горючие подразделяются на два основных вида:

а) Сжижаемые газы, называемые также иногда компримируемыми газами. Отличительным свойством этих газов является их способность оставаться в газообразном состоянии при любых высоких давлениях. Поскольку эти газы в сжатом состоянии сохраняют свойства газообразных тел, их называют также перманентными, или постоянными.

Основными видами сжимаемых горючих газов, используемых в качестве моторного топлива, являются: метан, водород и окись углерода.

В чистом виде названные газы не применяются, а используются в виде смесей, содержащих и различные негорючие составляющие: азот, углекислый газ, кислород.

б) Сжижаемые газы. Отличительным признаком таких газов является переход их в жидкость при нормальных температурах (т. е. без специального дополнительного охлаждения) при сравнительно невысоких давлениях.

Сжижаемыми горючими газами, применяемыми в качестве моторных топлив, являются: предельные углеводороды парафинового ряда — этан, пропан и бутан и весьма близкие к ним не предельные углеводороды — этилен, пропилен и бутилен.

Основным показателем, характеризующим горючий газ как моторное топливо, является теплотворная способность.

С точки зрения теплотворной способности наиболее ценным сжижаемым газом является метан. Метан не ядовит, благодаря сравнительно узким пределам воспламеняемости менее взрывоопасен, чем, например, водород, и обладает высокими антидетонационными свойствами.

Теплотворная способность рабочей смеси газа с воздухом является важнейшим фактором, определяющим мощность двигателя при работе его на газе. Для метана она всего на 9—10% ниже, чем для бензина. Теплотворная способность рабочей смеси окиси углерода не уступает по величине теплотворной способности бензовоздушной смеси. Недостатком окиси углерода является ее крайняя ядовитость; десятые доли процента окиси углерода, содержащиеся в воздухе, вызывают явления тяжелого отравления. Водород весьма взрывоопасен, склонен к де-

тонации, а теплотворная способность его в виде смеси, примерно, на 15% ниже чем для бензина.

Сжиженные газы по теплотворной способности рабочей смеси несколько превосходят бензин. Антидетонационные свойства бутана и в особенности пропана очень высоки. К тому же эти газы не ядовиты.

Основные физико-химические свойства сжатых и сжиженных газов приведены в табл. 1 и 2.

Таблица 1

Физико-химические свойства сжимаемых горючих газов

	Водород H ₂	Окись углерода CO	Метан CH ₄	Примечание	
				бен- зин	воз- дух
Низшая теплотворная способность, кал/м ³	2443	2875	8087	—	—
То же, кал/кг	23654	2424	11895	10500	—
Теоретически необходимое для сгорания количество воздуха, м ³	2,38	2,38	9,53	—	—
То же, кг	34,23	2,46	17,22	15,0	—
Теплотворная способность рабочей смеси, кал/м ³	723	850	770	845	—
Пределы воспламеняемости в % (объемн.):					
низший	4,1	12,5	5,3	1,4	—
высший	73,0	75,0	9,5	8,0	—
Октановое число (% газа в смеси)	70	100	110	60	—
Относительный вес газа	0,069	0,967	0,554	—	1
Удельный вес газа, кг/м ³	0,09	1,25	0,717	—	1,29

Применяемые в качестве моторного топлива разновидности сжимаемых газов можно подразделить на две основные группы:

1. Газы с преобладающим содержанием метана или высококалорийные газы (7000—9000 кал/м³). В первую очередь сюда относятся естественные или природные горючие газы, выделяющиеся из трещин в земной коре или получаемые из буровых газовых скважин (табл. 3).

Выходы естественных горючих газов в СССР весьма многочисленны. Они имеются в Приазовье, Дагестане, Западной Украине, Кубани, Северном Кавказе, Приволжье, Урале, Средней Азии, Приморском крае и других районах. Ресурсы естественных горючих газов огромны и пока еще мало разведаны. Источники естественного газа практически почти не используются ни для промышленных, ни для бытовых нужд.

Другой разновидностью естественных газов являются нефтяные газы — побочные продукты при эксплуатации нефтяных скважин. Нефтегазы получают также при различных процессах переработки нефти, например, на крекинг-заводах.

Физико-химические свойства сжиженных газов
при 15° и 760 мм рт. ст.

	Этан C ₂ H ₆	Этилен C ₂ H ₄	Пропан C ₃ H ₈	Пропилен C ₃ H ₆	Бутан C ₄ H ₁₀	Бутилен C ₄ H ₈
Температура кипения, °С	-88,7	-103,8	-44,5	-47,0	+0,5	+1,4
Относительный вес газа (воздух = 1)	1,038	0,975	1,523	1,479	2,007	1,977
Вес газа, кг/м ³	1,273	1,195	1,867	1,900	2,460	2,372
Удельный вес жидкости, кг/л	0,446	0,340*	0,509	0,522	0,582	0,599
Объем паров с 1 кг жидкости, м ³	0,785	0,836	0,535	0,526	0,406	0,422
Объем паров с 1 л жидкости, м ³	0,350	9,364*	0,272	0,279	0,236	0,261
Скрытая теплота испарения 1 кг, кал/кг	123,0	120,0	103,0	108,0	94,0	98,0
Скрытая теплота испарения 1 л, кал/л	54,8	52,8	52,4	57,4	54,7	60,8
Низшая теплотворная способность 1 кг, кал/кг	11 300	11 130	11 050	10 890	10 900	10 750
Низшая теплотворная способность 1 м ³ , кал/м ³	14 490	13 370	21 020	19 390	27 300	25 560
Количество воздуха для сгорания 1 м ³ газа, м ³ /м ³	16,67	14,29	23,81	21,43	30,95	28,67
Теплотворная способность 1 м ³ рабочей смеси, кал/м ³	820	875	850	865	855	865
Температура самовоспламенения в смеси с воздухом, °С	530-650	475-550	510-580	455	475-550	445
Пределы воспламеняемости (% объема): верхний	12,5	18,3	9,5	7,5	8,4	6,0
нижний	3,2	3,3	2,4	2,6	1,9	1,9
Октановое число (% газа в смеси)	—	—	120	—	93	—

Следует упомянуть также еще об одном виде естественного метанового газа, так называемом канализационном газе, являющемся продуктом брожения сточных канализационных осадков вод на аэрационных станциях. Примерный состав подобного газа приведен в табл. 3.

Канализационные газы обладают достаточно высокой теплотворной способностью и по всем своим показателям являются отличным моторным топливом, имеющим хорошие перспективы применения в крупных городах для газобаллонных автомобилей.

2. Газы с преобладающим содержанием водорода, промышленные или среднекалорийные газы (3600—4600 кал/м³).

К этой группе относятся коксовые и светильные газы. Типичные химические составы промышленных газов даны в табл. 3.

* При 0° С.

Характеристика некоторых горючих газов, применяемых в качестве топлива для газобаллонных автомобилей
(сжатые газы)

Наименование газа	Химический состав в % (по объему)							Относительный вес (воздух = 1)	Низшая теплотворная способность, кал/м ³	Теплотворная способность рабочей смеси, кал/м ³	Количество кубометров газа, эквивалентное 1 кг бензина
	Метан CH ₄	Тяжелые углеводороды* C _n H _m	Водород H ₂	Окись углерода CO	Углекислота CO ₂	Азот N ₂	Кислород O ₂				
Естественные											
Дагестанский	87,2	—	—	0,2	9,5	3,1	—	0,655	7000	—	1,65
Мелитопольский	97,0	—	—	—	—	3,0	—	0,560	7800	—	1,40
Бакйнский нефтегаз	89,8	1,8	—	—	8,4	—	—	0,664	7400	—	1,48
Грозненский	75,2	24,8	—	—	—	—	—	0,930	9500	745 - 765	1,14
Канализационный	73,5	—	—	—	25,3	1,0	0,2	—	6200	—	1,75
Промышленные											
Коксовый	26,0	2,5	48,0	12,0	2,5	9,0	—	0,440	4000	—	2,7
Светильный (московский)	16,0	8,6	27,8	20,0	5,0	22,0	0,6	0,735	4000	—	2,7
Синтез-газ (Горловка, Донбасс)	52,1	3,4	9,0	10,9	—	24,6	—	0,650	5200	—	2,0

* Высококалорийные углеводороды типа: этилен, пропилен и т. д.

Основным ресурсом промышленных газов является коксовый газ, получаемый в виде побочного продукта при выжиге кокса на металлургических предприятиях.

Светильный газ получается при сухой перегонке газовых каменных углей без доступа воздуха. Теплотворная способность его около 3600 кал/м^3 . Для повышения теплотворной способности светильного газа его сдобривают иногда (например, в Москве) высококалорийными газообразными отходными продуктами нефтеперегонных заводов.

Низкокалорийные генераторные газы широко применяются в качестве моторных топлив в стационарных установках и в газогенераторных автомобилях. Сжимать же их до высоких давлений и применять в газобаллонных автомобилях нецелесообразно, поскольку эти газы на 60—70% состоят из негорючих компонентов или балласта. При работе на низкокалорийном газе радиус действия газобаллонного автомобиля будет крайне незначителен, а мощность двигателя вследствие низкой теплотворной способности рабочей смеси падает на 35—40%. Расчеты показывают, что в условиях нормальной эксплуатации работать на сжатых газах с теплотворной способностью ниже 3500 кал/м^3 нерентабельно.

Помимо достаточно высокой теплотворной способности, горючие газы, применяемые в качестве моторного топлива, должны также удовлетворять требованию достаточно хорошей механической и химической очистки.

Механическая очистка достигается при помощи сетчатых и масляных фильтров, устанавливаемых как до, так и после компрессора на газонаполнительной станции, а также при помощи сетчатого фильтра, монтируемого на автомобиле на газовой магистрали.

Химическая очистка совершенно необходима для некоторых видов газа. Канализационный, коксовый и некоторые нефтегазы содержат серу, вызывающую быстрое разрушение двигателя. На всех установках, где газ содержит серу, необходимы устройства для очистки. Очистка от серы производится в стационарных условиях до поступления газа в компрессор болотной рудой или активированным углем.

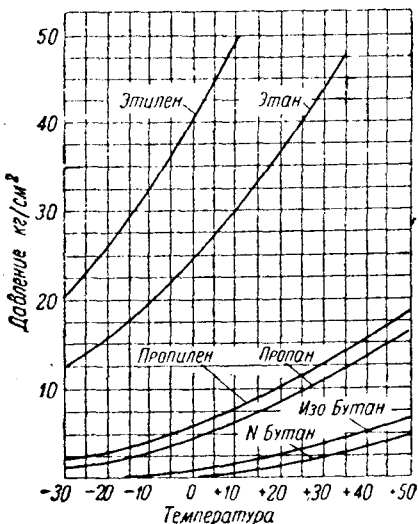
Снижение давления газа, поступающего из баллонов автомобиля в редуктор, сопровождается падением температуры и замерзанием влаги, содержащейся в газе. Образующиеся ледяные пробки часто забивают аппаратуру и трубопровод и нарушают работу всей установки.

Наиболее распространенными видами сжиженного газа являются пропан и бутан. Другие сжижающиеся газы, встречающиеся в смесях с бутаном и пропаном (бутилен, пропилен, этилен, этан), весьма близки по своим свойствам к пропану и бутану, несколько отличаясь от них теплотворной способностью, удельным весом и упругостью паров.

Основные физико-химические свойства бутана и пропана приведены в табл. 2. Из таблицы видно, что бутано-пропановые газы являются высококачественным моторным топливом.

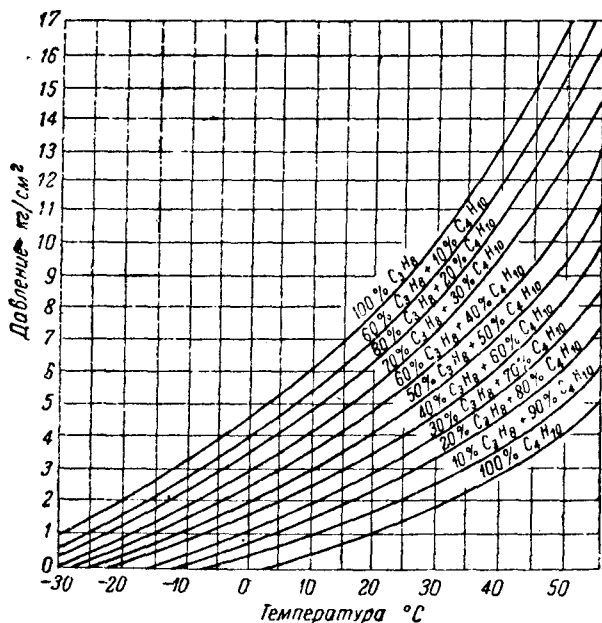
Особенностью бутано-пропановых газов является легкость перехода из жидкого состояния в газообразное и обратно.

При небольшом давлении, без предварительного охлаждения, газ переходит в жидкое состояние. Это очень удобно при его хранении и транспортировке. В сосуде с бутано-пропановым газом над жидкостью образуется газовая подушка. Давление паров, находящихся над поверхностью жидкости, зависит от температуры окружающей среды и от состава жидкого газа. Упругость паров пропана значительно выше чем бутана (см. табл. 4 и фиг. 1 и 2).



Фиг. 1. Кривые упругости паров сжиженных газов.

С понижением температуры окружающего воздуха давление паров уменьшается и, наоборот, с повышением температуры — возрастает. Давление в желаемых



Фиг. 2. Кривые упругости паров бутано-пропановых смесей.

пределах достигается установлением соответствующего процентного соотношения бутана и пропана в смеси.

Давление должно быть достаточным, чтобы обеспечить подачу топлива к двигателю и при низких температурах окружающего воздуха. С другой стороны, оно должно быть небольшим, чтобы баллоны для сжиженного газа не приходилось делать толстостенными и, следовательно, очень тяжелыми.

При расходовании топлива давление в баллоне меняется. Последнее является благоприятным фактором для работы приборов, снижающих давление газа по пути из баллона к двигателю.

На практике пользуются всегда смесями пропана и бутана, так как чистый бутан или чистый пропан значительно дороже. В летнее время и в странах с теплым климатом пользуются преимущественно бутаном с добавлением 15—25% пропана.

Таблица 4
Упругость паров сжиженных газов

Температура °С	Бутан	Пропан	50%-ная бутано-пропановая смесь
— 40	0,18	1,2	0,7
— 20	0,45	2,7	1,1
0	0,96	4,8	2,9
+ 10	1,5	6,4	3,9
+ 20	2,1	8,5	5,3
+ 30	2,9	11,0	7,0
+ 40	3,9	14,3	9,1
+ 50	5,1	18,0	11,5

Зимой, в особенности на Севере, более употребителен пропан с 25—30%-ным содержанием бутана.

Основным источником получения сжиженных газов являются нефть и нефтегазы.

Весьма распространено получение жидкого газа при производстве бензина на газOLIновых заводах, вырабатывающих бензин из нефтегаза. Бутано-пропановые газы получают также и на стабилизационных установках при производстве крекинг-бензина. Возможно получение бутано-пропановых фракций непосредственно из естественных газов компримированием и абсорбцией. Районы получения жидкого газа — грозненские, бакинские, майкопские, бориславские нефтепромыслы, где нефть и нефтегазы богаты бутановыми и пропановыми фракциями, а также многочисленные крекинговые заводы, расположенные в различных пунктах СССР.

Исключительно ценным свойством бутано-пропановых газов является их высокое октановое число, значительно превосходящее октановые числа лучших бензинов, бензо-бензольных смесей и различных газообразных горючих. Октановое число бутана — 95, пропана — 125. Высокое октановое число этих газов позволяет повышать до любых пределов, допускаемых механической прочностью двигателя, сжатие, что резко повышает мощность двигателя и снижает удельный расход горючего.

Сжиженный газ обладает еще одним ценным свойством. При испарении он отнимает большое количество тепла от окружающей среды. Благодаря этому представляется возможным построить рефрижераторный бутано-пропановый автомобиль. Пропуская газ из баллона по змеевику, проходящему внутри изо термического кузова, вследствие испарения газа на пути к двигателю, удастся получить в этом кузове весьма низкие температуры. Таким образом, пропан в рефрижераторном автомобиле служит одновременно и моторным топливом, и охлаждающим веществом, что упрощает и удешевляет конструкцию машины.

Сжиженные газы выгодно отличаются от бензина меньшей ядовитостью отходящих газов. Анализы показывают, что автомобили, работающие на бутано-пропановых смесях, дают значительно меньшее содержание СО в отработанных газах. Весьма целесообразно в больших городах рекомендовать для автобусов применение сжиженного газа и по этим санитарно-гигиеническим соображениям.

2. РАБОТА АВТОТРАКТОРНЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ НА ГАЗООБРАЗНЫХ ГОРЮЧИХ

Сравнение рабочего процесса двигателя внутреннего сгорания при работе на газообразном топливе и на бензине (не говоря уже о других более тяжелых карбюраторных топливах) показывает, что при работе на газе упрощается процесс подготовки рабочей смеси, поскольку в смеситель поступает уже газообразное топливо, легче и совершеннее смешиваемое с воздухом, чем жидкое. При работе на газе не имеет места конденсация паров на стенках всасывающего трубопровода и на стенках цилиндров непрогретого двигателя. Благодаря этому смесь, поступающая в отдельные цилиндры, имеет более однородный состав. Отпадает также необходимость в подогреве всасывающей трубы, не разжижается смазка в картере и почти отсутствует нагарообразование. Это не только удлиняет время работы двигателя без смены масла, но и уменьшает коррозию и износ цилиндров, поршней и колец.

Хорошие пусковые свойства газообразного топлива обеспечивают легкий запуск двигателя даже при низких температурах окружающего воздуха. Благодаря полному сгоранию, хорошей сохранности смазки и малому нагарообразованию двигателя

при работе на газообразном топливе более долговечны, уход за ними проще и ремонт реже.

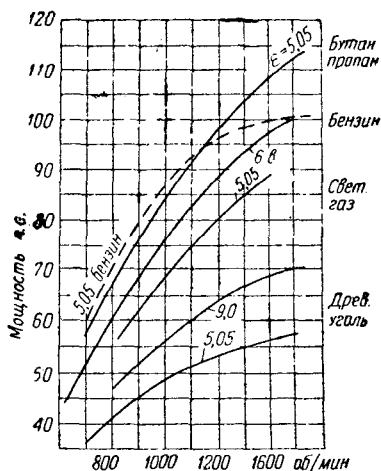
Отработанные газы вследствие полного сгорания менее ядовиты, чем отработанные газы жидких топлив. Высокие октановые числа газообразных горючих не только обеспечивают мягкую, без каких бы то ни было детонационных явлений, работу двигателя на любых режимах, но позволяют работать с значительно более высокими степенями сжатия, что является наиболее эффективным средством повышения мощности и экономичности.

При переводе карбюраторного двигателя на газообразное топливо, в особенности на низкокалорийное, наблюдается известная потеря мощности. При прочих равных условиях эта потеря вызывается в основном меньшей теплотворной способностью большинства газо-воздушных рабочих смесей по сравнению с бензино-воздушной смесью. Так, например, для низкокалорийных генераторных газов эта потеря составляет 30—35%, для среднекалорийных (коксовый, светильный) 10—12%. Для высококалорийного метанового газа эта потеря не превышает 8—9%.

Исключение составляет рабочая смесь сжиженного газа с воздухом, теплотворная способность которой не ниже, чем бензино-воздушной смеси. В результате, при правильной конструкции смесительного устройства для газа, не создающего дополнительных гидравлических сопротивлений во всасывающей системе по сравнению с работой на бензине, мощность двигателя на сжиженном газе не уступает мощности на бензине, давая колебания в пределах 3—5% в ту или иную сторону на различных режимах, в зависимости от состава газа, степени подогрева рабочей смеси и т. д.

Влияние вида применяемого газообразного топлива на мощность карбюраторного двигателя, переводимого на газ, показана на фиг. 3.

Другой причиной, обуславливающей обычно некоторую потерю мощности бензинового двигателя при переводе его на газообразное топливо, является ухудшение коэффициента наполнения из-за более высокой температуры рабочей смеси, поступающей в цилиндры. Здесь сказывается подогрев всасывающей трубы, необходимый для компенсации значительного понижения температуры от скрытой теплоты парообразования, имеющего место при работе на бензине. При ра-



Фиг. 3. Влияние применяемого вида газообразного топлива и степени сжатия на мощность двигателя.

боте же на газе подогрев рабочей смеси несколько уменьшает вес заряда рабочей смеси, поступающей в цилиндры. Устранение подогрева при работе на газе позволяет поэтому в некоторых случаях получить увеличение мощности до 5% и более.

Столь же серьезное значение имеет и тщательное изготовление смесительного устройства. Уменьшение гидравлических сопротивлений в нем дает возможность простейшим путем улучшить наполнение двигателя и поднять мощность двигателя в некоторых случаях до 10% и более.

Наиболее распространенным способом перевода на газообразное топливо карбюраторных двигателей существующего автотракторного парка является устройство специальной аппаратуры для работы на газе при сохранении без переделок конструкции самого двигателя и всей его стандартной системы подачи жидкого топлива (бензобак, бензонасос, бензопровод, карбюратор).

Преимущество этого способа — его универсальность, позволяющая, в случае необходимости, переводить работу двигателя с газа на бензин или обратно.

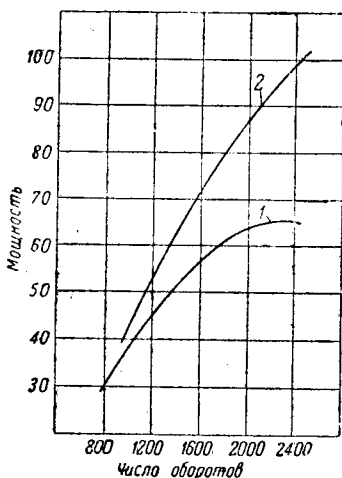
Недостатком является недоиспользование возможностей, даваемых столь высокооктановым топливом, каким является газообразное горючее.

Действительно, работа на газе позволяет путем повышения степени сжатия значительно повысить коэффициент полезного действия двигателя, т. е. увеличить его мощность и снизить удельный расход топлива. Однако это повышение степени сжатия газа лимитируется определенными пределами, обусловливаемыми механической прочностью кривошипно-шатунного механизма двигателя и рядом других причин, упоминаемых ниже. Допустимые степени сжатия для различных конструкций двигателя и для различных видов газа различны.

Эксперименты, проведенные в СССР и за границей, показали, что для существующих карбюраторных двигателей наиболее эффективно повышение степени сжатия газов до 7,5—8,0. Дальнейшее повышение сжатия обычно оказывается нецелесообразным, а иногда и вовсе невозможным. Достижимый при этом ничтожный выигрыш в мощности и экономичности ведет к значительным тепловым и механическим перегрузкам двигателя, к необходимости применения специальных свечей и электрооборудования с повышенными изоляционными качествами, аккумуляторных батарей увеличенной емкости и затрудняет запуск двигателя.

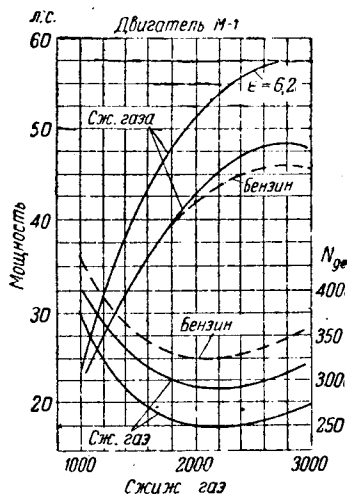
Наиболее эффективным оказывается повышение степени сжатия для двигателей старых типов, имеющих низкую степень сжатия (4,0—4,6). Повышение степени сжатия этих двигателей до 5,5, позволяющее еще сохранить возможность работы на бензине, дает улучшение мощности и экономики двигателя до 10—12%.

В отдельных случаях, как, например, для специальных форсированных машин, использование высоких октановых чисел газообразного топлива дает результаты, которые вообще невозможно достичь при работе на жидком топливе. Так, например, двигатель ЗИС-5, развивавший на бензине лишь 65 л. с., дал на сжиженном газе 100 л. с. (была установлена головка со степенью сжатия 7,3 и всасывающая труба заменена отдельными короткими патрубками, подводящими газ от двух отдельных смесителей непосредственно к всасывающим клапанам). Сравнительные величины мощности при работе на бензине и на сжиженном газе в этом случае представлены на фиг. 4.



Фиг. 4. Испытание двигателя ЗИС-5 на бензине и на сжиженном газе:

1—бензин $\epsilon = 4,6$; 2—сжиженный газ $\epsilon = 7,3$ (вместо всасывающей трубы установлены патрубки).



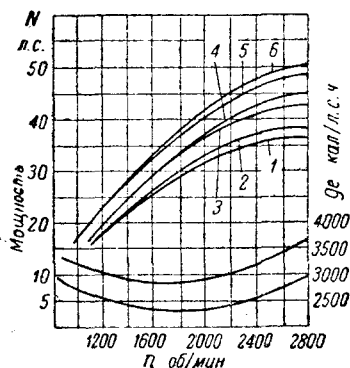
Фиг. 5. Влияние степени сжатия на мощность и экономичность двигателя.

Аналогичные результаты получились на двигателе ЗИС-101, давшем при переводе с бензина на сжиженный газ вместо 103 л. с. 143 л. с. за счет реконструкции всасывающей системы и повышения степени сжатия. На фиг. 5 представлено влияние степени сжатия на мощность и экономичность двигателя М-1 при переводе его на сжиженный газ. На фиг. 6 показано влияние различных параметров на мощность и экономичность двигателя М-1 при переводе его на светильный газ.

На основе изложенных выше соображений представляется возможным дать несколько вариантов перевода автотракторных двигателей на газообразное топливо. Каждый из этих вариантов имеет свои положительные и отрицательные стороны. Выбор оптимального варианта не представляет затруднений

при учете специфических условий эксплуатации и целевого назначения данной установки.

1. Перевод на газ без каких бы то ни было переделок двигателя. Этот путь наиболее прост и дешев и позволяет нормально работать и на бензине. Недостатком его для сжатых газов является довольно значительная потеря мощности (до 20—22%) и значительный расход газа на 1 л. с./час.



Фиг. 6. Влияние различных параметров на мощность и экономичность двигателя М-1:

1—стандартный бензиновый двигатель; 2—увеличенный диффузор до $d=26$ мм; 3—диффузор $d=26$ мм и коллектор с устранимым подогревом; 4—степень сжатия $\epsilon=6,4$ при неизменных диффузоре и коллекторе; 5—степень сжатия $\epsilon=6,4$ диффузор $d=26$ мм и коллектор с устранимым подогревом.

2. Увеличение сечения диффузора смесительного устройства, устранение подогрева и небольшое повышение степени сжатия значительно улучшают работу двигателя на газе (на бензине несколько ухудшается). Потери мощности на сжатом газе не превышают в этом случае 5—10%. На сжиженном газе мощность двигателя будет на 5—15% выше, чем на бензине.

3. Дальнейшее повышение степени сжатия до 6,5—7,0 и создание специального чисто газового смесительного устройства позволяют еще более увеличить мощность и экономичность двигателя. Для сжатых газов в этом случае мощность становится такой же, как и для бензина. Однако возможность работы двигателя на бензине отпадает. Подобное форсирование автомобильного двигателя

при переводе его на сжиженный газ может быть допущено лишь для немногих конструкций, так как получающийся значительный прирост мощности (до 40% и более) грозит прочности и долговечности машин нормальных типов с стандартными двигателями ГАЗ-АА, М-1, ЗИС-5, ЗИС-16, ЗИС-101.

3. ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА УСТАНОВОК ДЛЯ РАБОТЫ АВТОМОБИЛЕЙ НА ГАЗООБРАЗНЫХ ТОПЛИВАХ

Если между работой карбюраторного двигателя на жидком и газообразном топливах нет существенных отличий, то в системах питания имеется принципиальная разница.

При работе на бензине последний поступает к карбюратору с помощью топливного насоса или самотеком.

При работе же на газообразном топливе горючее под собственным давлением выходит из баллонов и направляется в систему приборов, снижающих давление газа, а для сжиженных газов — испаряющих его и превращающих в газообразное состояние.

Снижение давления газа происходит или в одном (одноступенчатое редуцирование), или в двух последовательных приборах (двухступенчатое редуцирование), представляющих собой отдельные приборы или один комбинированный агрегат.

Для сжиженных газов редуктор первой ступени часто объединяется с испарителем. Существуют и универсальные приборы, в которых происходят полное редуцирование и испарение сжиженного газа.

Для сжатого газа применяются баллоны, а также трубопроводы и аппаратура высокого давления, рассчитанные на давление в 200 атм.

В установках для питания двигателя сжиженным бутано-пропановым газом расчетное давление для баллонов и аппаратуры составляет 16 атм.

При работе на сжатом газе топливо находится в баллонах в газообразном состоянии. При сжиженном газе баллоны заполняются жидкостью, превращаемой в газообразное состояние лишь на пути из баллона к двигателю в специальном испарительном устройстве.

Давление в баллонах со сжатым газом зависит, главным образом, от количества находящегося в нем газа и непрерывно падает по мере его расходования. Давление же в баллонах с сжиженным газом зависит исключительно от состава газа и температуры окружающей среды и не меняется по мере уменьшения количества топлива в баллоне, пока в нем имеется жидкость.

Общим для всех схем питания является наличие приборов для очистки газа и снижения давления его до разрежения в 15—50 мм вод. столба.

Независимо от источника питания и агрегатного состояния газа, горючее по выходе из редуцирующего устройства поступает к смесительному устройству (играющему роль карбюратора в бензиновом двигателе) в виде сухого газа.

Существующие принципиальные схемы питания двигателей сжатым газом из баллонов могут быть разделены на две группы:

- а) схемы с одноступенчатым редуцированием давления газа,
- б) схемы с двухступенчатым редуцированием давления газа.

Возможные схемы установок для питания двигателей сжиженным газом различаются обычно по способу испарения газа, т. е. от выхлопных газов или от охлаждающей воды. Другим классификационным признаком является местоположение испарителя, а именно: до редуцирующей системы, после нее или между обеими ступенями редуцирования. Наконец, еще одним отличительным признаком установок для сжиженного газа будет одноступенчатое или двухступенчатое редуцирование давления сжиженного газа.

848/3 9/2

А. ПРИНЦИПИАЛЬНЫЕ СХЕМЫ АВТОМОБИЛЬНЫХ УСТАНОВОК ДЛЯ СЖАТОГО ГАЗА

1) Схема с одноступенчатым редуцированием давления

На фиг. 7 показана схема одноступенчатой установки для работы автомобиля на сжатом газе.

Из двух секций баллонов 1, снабженных вентилями 2 и соединенных параллельно через посредство коллекторов 3 и 5 с вентилями 4 и 6 в крестовине 7, газ высокого давления проходит через магистральный вентиль 9 и фильтр 11 к одноступенчатому редуктору 12. Манометр 10 показывает давление газа в системе до редуктора. В редукторе, в результате дросселирования, давление газа снижается до разрежения в 10—40 мм вод. столба. Под влиянием разрежения во всасывающей трубе двигателя, которое приводит в действие редуктор, газ из редуктора по шлангу 13 засасывается через дозирующую шайбу в клапано-держателе 17 в карбюратор-смеситель 14, где происходит смешение его в необходимой пропорции с воздухом и откуда через дроссельную заслонку рабочая смесь поступает в цилиндры двигателя.

Для работы на холостых оборотах при прикрытой дроссельной заслонке газ по трубке 18 поступает непосредственно во всасывающую трубу двигателя. Карбюратор-смеситель 14 представляет собой комбинированный прибор, позволяющий в случае необходимости работать двигателю и на бензине.

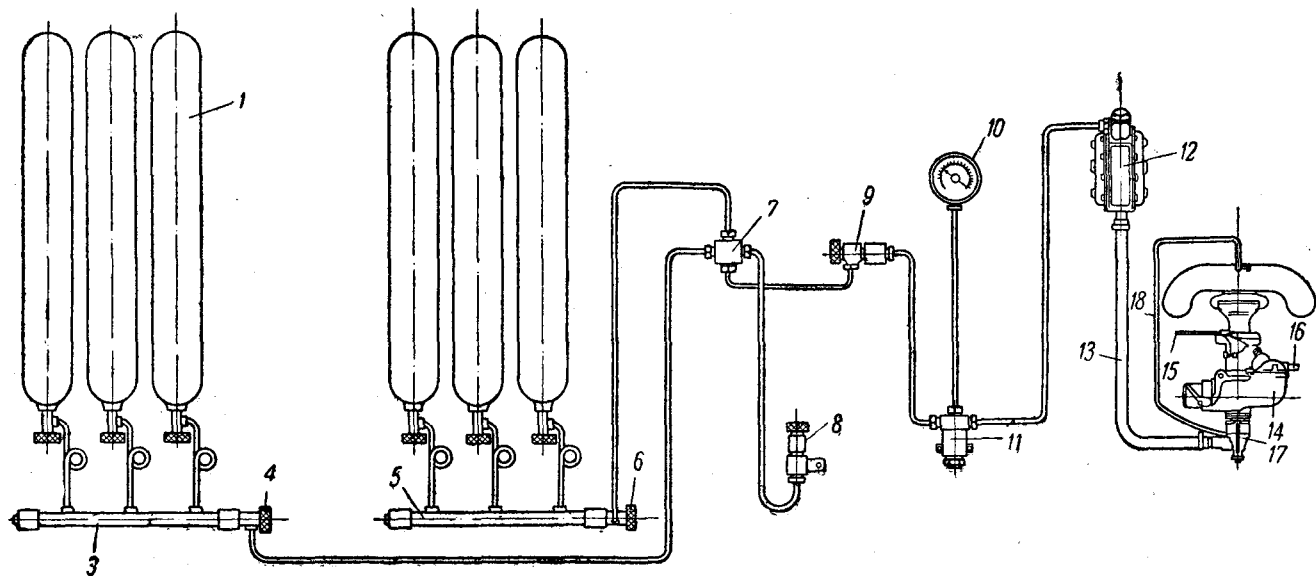
Наполнение баллонов сжатым до 200 атм. газом производится через специальный вентиль 18. В данной газовой установке имеются 10 вентиляей, которые являются весьма дефицитным элементом оборудования. Проведенные в НАТИ эксперименты по сокращению числа вентиляей, потребных для оборудования автомобилей на питание сжатым газом, привели к созданию установки, в которой вместо 10—12 вентиляей будет всего лишь 4 вентиля.

В схеме, показанной на фиг. 8, баллонные вентиля заменены тройниками. Выброшены также и оба коллектора. Секционные вентиля, дающие возможность расходовать газ из каждой секции порознь, сохранены. Эта схема является более экономичной и вполне приемлемой и должна быть рекомендована при перевозках автомобилей на сжатый газ.

2) Схема с двухступенчатым редуцированием

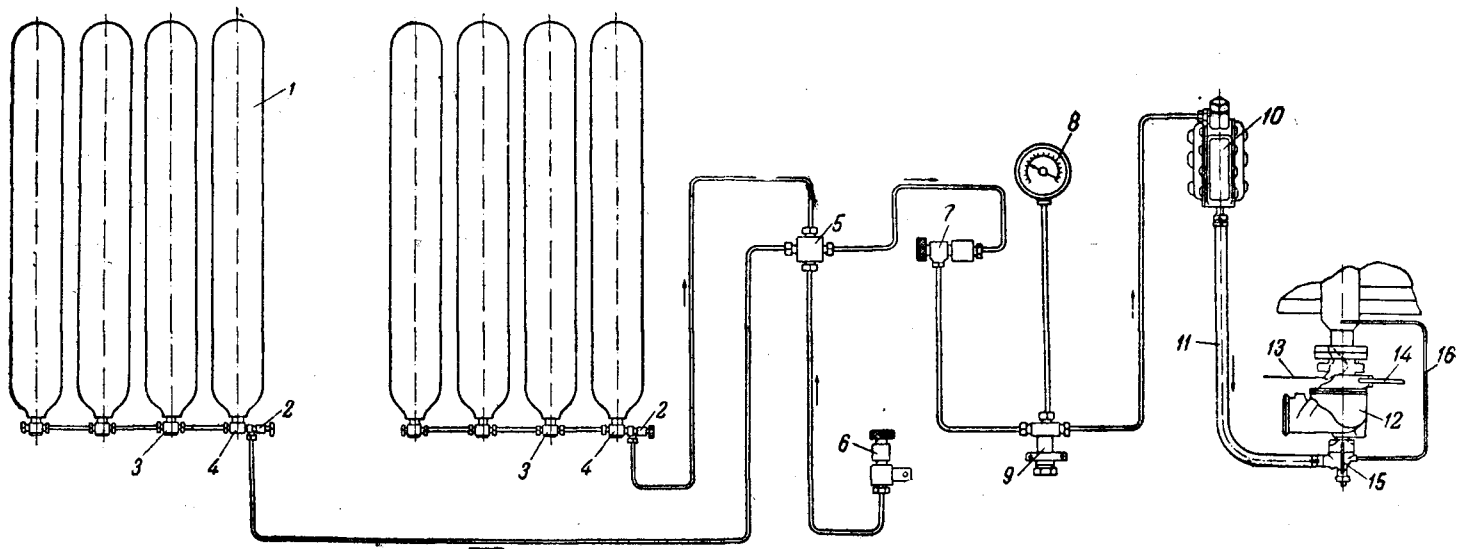
Наряду с одноступенчатым редуцированием давления заграничные фирмы изготовляют и аппаратуру для двухступенчатого редуцирования. На фиг. 9 показана схема газовой установки фирмы Паллас для двухступенчатого редуцирования давления сжатого до 200 атм. газа.

Газ из баллонов высокого давления 1 через вентиля 2, имеющиеся на каждом баллоне, и тройники 3, заменяющие газовые



Фиг. 7. Схема оборудования автомобиля ГАЗ-АА для работы на сжатом газе:

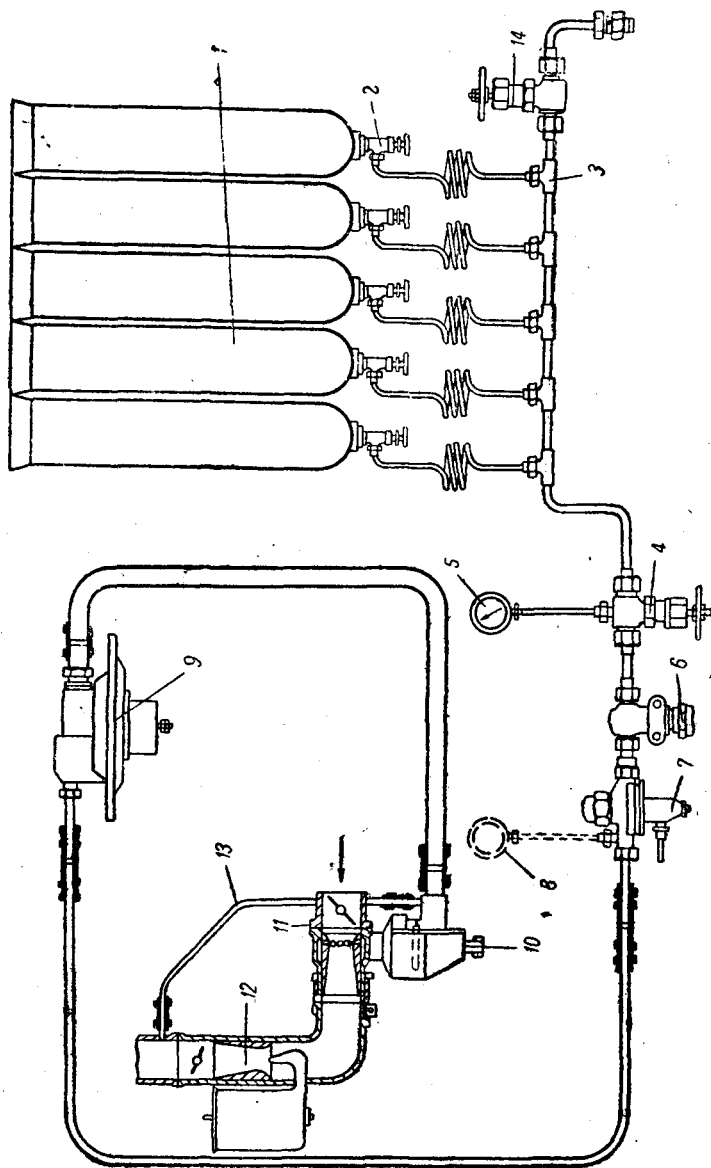
1—баллон; 2—вентиль; 3—коллектор задний; 4—запорный вентиль задней секции; 5—коллектор передний; 6—запорный вентиль передней секции; 7—крестовина; 8—наполнительный вентиль; 9—главный вентиль; 10—манометр; 11—фильтр; 12—редуктор; 13—подвод газа к смесителю; 14—карбюратор; 15—тяга акселератора; 16—ввод бензина; 17—держатель обратного клапана и газовой шайбы; 18—трубка холостого хода.



Фиг. 8. Схема газового оборудования автомобиля ЗИС-30 (вариант без коллектора):

1—баллон; 2—вентиль; 3—штуцер-тройник; 4—штуцер с вентилем; 5—крестовина; 6—наполнительный вентиль; 7—главный вентиль; 8—манометр; 9—фильтр; 10—редуктор; 11—шланг резиновый; 12—карбюратор; 13—тяга акселератора; 14—бензотрубка; 15—держатель обратного клапана и газовой шайбы; 16—трубка холодного хода.

коллекторы, поступает к главному магистральному вентилю 4, к которому также присоединен манометр высокого давления. По выходе из главного вентиля газ высокого давления посту-



Фиг. 9. Схема установки с двухступенчатым редуцированием:

1—баллон высокого давления; 2—баллонный вентиль; 3—тройник; 4—магистральный вентиль; 5—манометр высокого давления; 6—фильтр высокого давления; 7—редуктор высокого давления; 8—манометр высокого давления; 9—редуктор низкого давления; 10—клапанодержатель; 11—смеситель газовый; 12—карбюратор бензиновый; 13—грушка холодного хода; 14—запирочный вентиль.

пает в фильтр 6, в котором удерживаются механические примеси, могущие оказаться в газе. Очищенный газ поступает в редуктор высокого давления 7, в котором давление снижается до

0,4—1,2 атм. Манометр 8 показывает давление газа за редуктором высокого давления. Редуктор низкого давления 9 снижает давление газа до разрежения в 13—35 мм вод. столба; под этим разрежением газ поступает в смесительное устройство, откуда, смешанный с воздухом, засасывается в двигатель. Смесительное устройство 11 вместе с клапанодержателем 10 присоединяется последовательно к стандартному бензиновому карбюратору 12. Газ для холостого хода подводится по трубке 13 от клапанодержателя 10 к пространству над второй дроссельной заслонкой. Вентиль 14 служит для заправки баллонов газом.

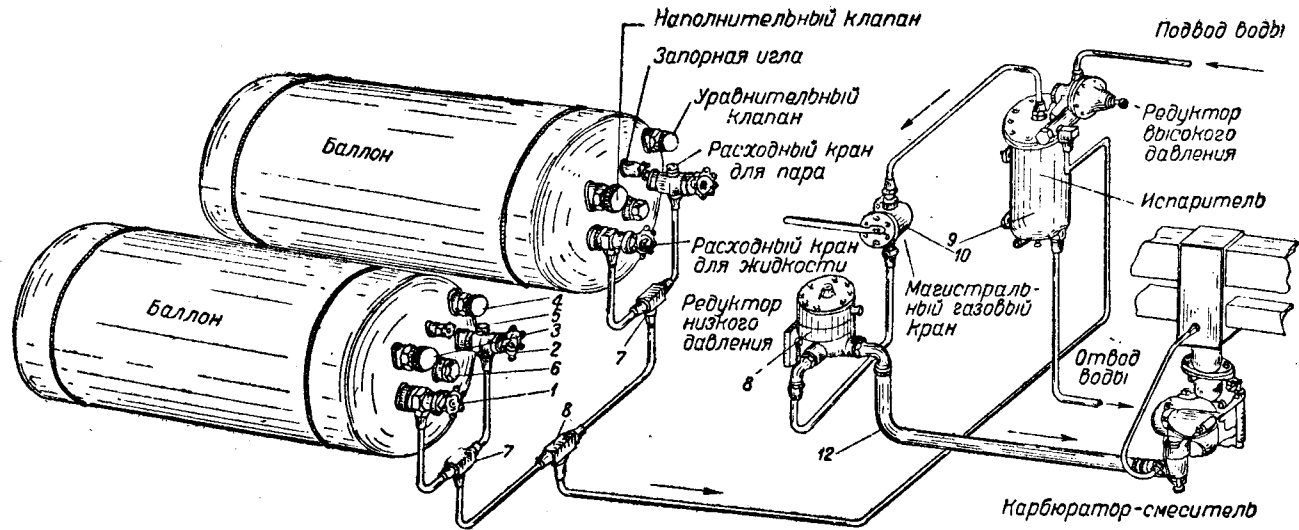
Б. ПРИНЦИПИАЛЬНЫЕ СХЕМЫ УСТАНОВОК ДЛЯ СЖИЖЕННОГО ГАЗА

1) Схема с двухступенчатым редуцированием давления

На фиг. 10 показана весьма распространенная схема с двухступенчатым редуцированием и с водяным испарителем, расположенным между редукторами. Из двух сварных баллонов, снабженных необходимой наполнительной, расходной и контрольной арматурой, сжиженный газ поступает в комбинированный прибор, служащий одновременно фильтром, редуктором первой ступени и испарителем. После очистки от механических примесей газ, проходя через дросселирующее приспособление, снижает свое давление до 0,5—1,0 атм. изб. Процесс дросселирования давления сопровождается частичным испарением. В змеевике испарителя, куда газ попадает после редуктора, происходит окончательное испарение его. Змеевик помещен в коробке, включенной, как показано на схеме, в систему циркуляции горячей воды от двигателя. Редуктор выполнен конструктивно так, что циркулирующая вода также обогревает его нижнюю часть, компенсируя сильное охлаждение ее в процессе дросселирования сжиженного газа. Из змеевика испарителя сухой газ, проходя через вторичный фильтр, в котором удерживаются смолистые вещества и конденсат, под сравнительно невысоким избыточным давлением проходит через магистральный кран, открываемый с места водителя, в редуктор низкого давления, снижающий давление газа до разрежения в 10—30 мм вод. столба.

Смешение газа с воздухом происходит в комбинированном карбюраторе-смесителе, обычно изготовляемом на базе стандартного карбюратора и пригодном для работы как на газообразном, так и на жидком топливе.

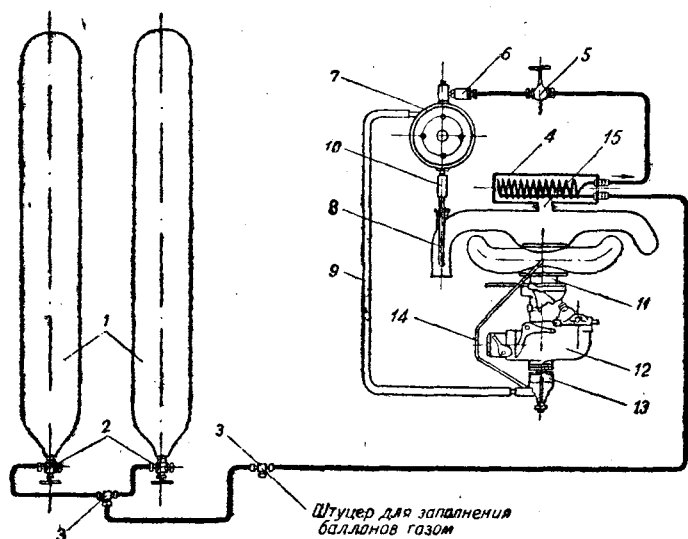
При двухступенчатой системе важно устанавливать испаритель между редукторами. В этом случае в испаритель попадает газовая эмульсия с температурой значительно ниже 0°С (температура испарения чистого пропана при атмосферном давлении — 44,5°С), и, следовательно, даже при холодном двигателе получается температурный перепад, достаточный для испарения того количества газа, которое необходимо для запуска, работы двигателя на неполной нагрузке и прогрева его.



Фиг. 10. Принципиальная схема оборудования автомобилей ГАЗ-АА и ЗИС-5 для питания сжиженным газом.

2) Схема газовой установки для сжиженного газа с кислородными баллонами и одноступенчатым редуцированием

На фиг. 11 представлена установка для сжиженного газа с одним редуктором, подогревом от выхлопных газов и стандартными кислородными баллонами. Практическое значение этой схемы заключается в том, что она открывает большие возможности в отношении упрощения и удешевления установки, унификации газовой аппаратуры для сжатых и сжиженных газов и употребления имеющихся некондиционных промышленных баллонов, непригодных для использования под высокие давления,

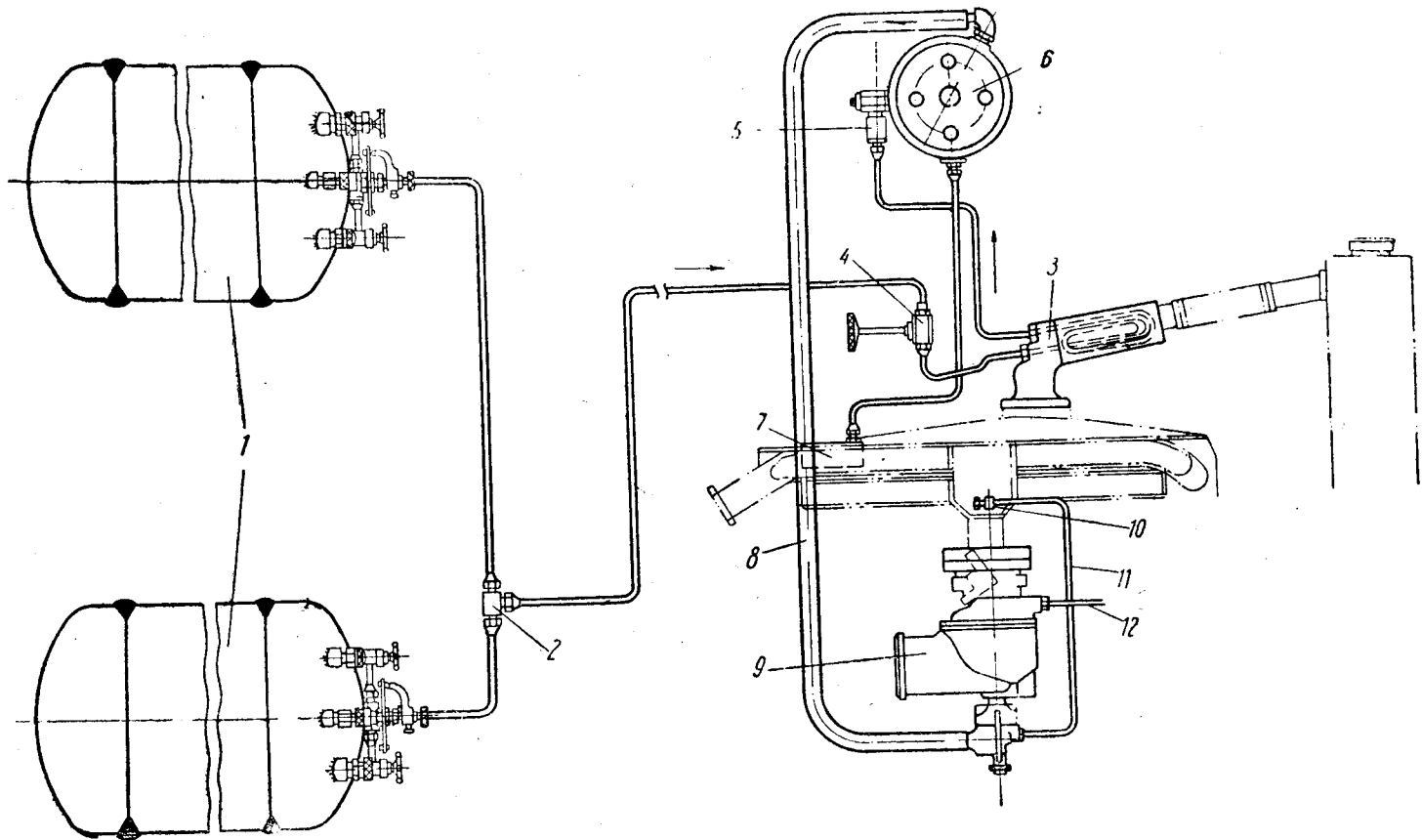


Фиг. 11. Схема соединения газовой аппаратуры и арматуры с баллонами на полутонном автомобиле, работающем на сжиженном газе (с одноступенчатым редуктором и с газовым подогревом):

1—баллоны; 2—вентиль (баллонный); 3—тройник; 4—испаритель газа (основной); 5—магистральный вентиль; 6—газовый фильтр; 7—редуктор одноступенчатый; 8—испаритель газа (вспомогательный); 9—шланг подвода газа к карбюратору-смесителю; 10—шланг для стока жидкости газа и вспомогательный испаритель; 11—переходник; 12—карбюратор-смеситель; 13—держатель обратного клапана и газового жиклера; 14—трубка для малых оборотов двигателя; 15—сменная газовая шайба.

но вполне пригодных для давлений, соответствующих упругости паров сжиженных газов.

Газ из баллонов 1 через вентили 2 и тройники 3 поступает в испаритель 4, в котором испарение сжиженного газа производится теплом выхлопных газов. Степень подогрева газа регулируется сменными фланцами 15. При работе на бензине вместо фланца с отверстием устанавливается глухой фланец, который предохраняет змеевик от пережога. Из основного испарителя 4 газ через магистральный вентиль поступает в односту-



Фиг. 12. Схема газовой установки для автомобиля ЗИС-5, работающего на сжиженном газе:

1—баллон; 2—тройник; 3—испаритель основной; 4—магистральный вентиль; 5—фильтр; 6—редуктор; 7—испаритель добавочный; 8—шланг резиновый; 9—карбюратор-смеситель; 10—вентиль газа холостого хода; 11—трубка газа холостого хода; 12—бензотрубка.

пенчатый двухмембранный редуктор, который снижает давление газа до разрежения порядка 10—25 мм вод. столба.

Неиспаренные частицы топлива (особенно при запуске холодного двигателя), поступая в редуктор, оседают в нижней части его и оттуда попадают в вспомогательный испаритель, в котором происходит окончательное доиспарение газа.

Сухой газ из редуцирующей системы направляется в смеситель через шланг 9, клапанодержатель 13, а при запуске и на малых оборотах — через трубку 14, и далее смешивается с воздухом и засасывается в двигатель.

Запуск и прогрев холодного двигателя при этой схеме значительно улучшаются установкой вспомогательного испарителя и тем обстоятельством, что сам редуктор обладает сравнительно большими габаритами и массой и имеет отъем газа из верхней части, где всегда имеется некоторое количество уже испарившегося топлива.

Очень часто вместо подогрева, работающего от выхлопных газов, ставится водяной испаритель, по конструкции совершенно аналогичный газовому. Он монтируется обычно в водяном патрубке между головкой двигателя и радиатором (см. фиг. 12).

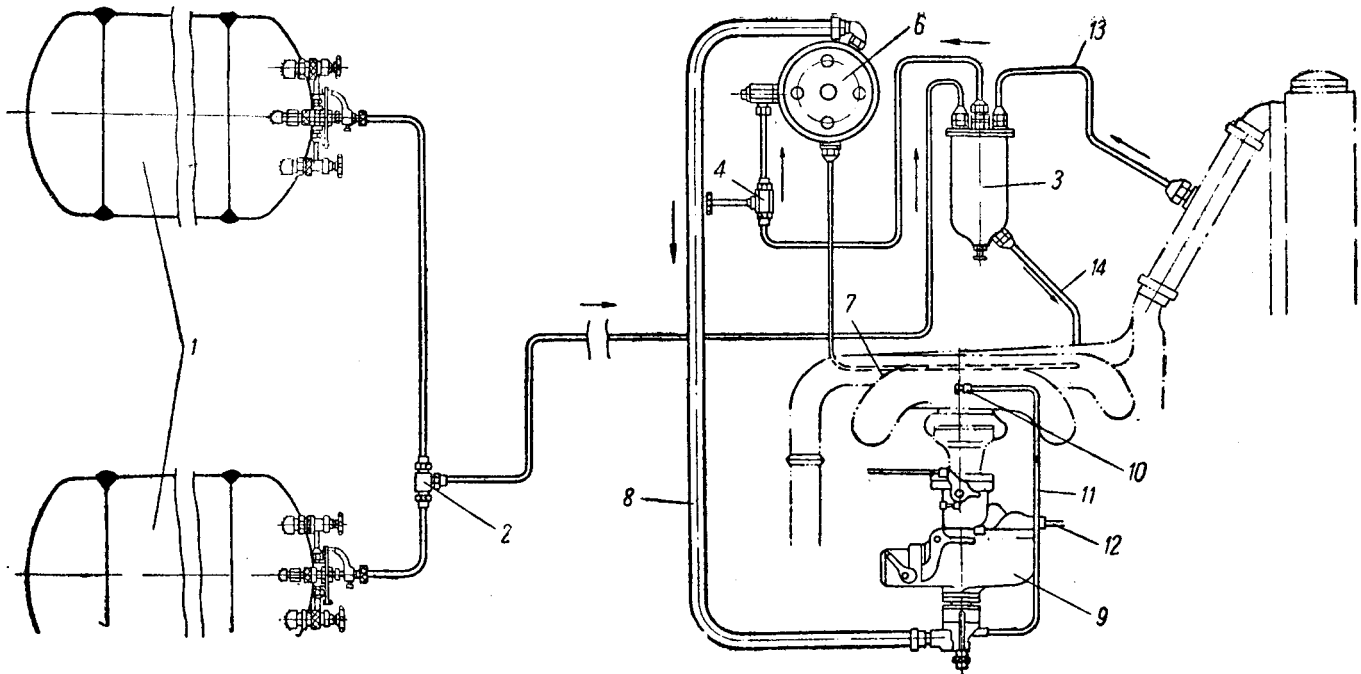
3) Схема газовых установок с унифицированной одноступенчатой аппаратурой и водяным испарителем

На фиг. 12 представлена схема переоборудования грузового автомобиля ЗИС-5 на сжиженный газ.

Газ из баллона под давлением собственных паров выходит через жидкостный вентиль и поступает через тройник в общую магистраль. Через магистральный запорный вентиль, выведенный непосредственно в кабину водителя, газ поступает в водяной испаритель. Жидкий газ переходит в испарителе в парообразное состояние и через фильтр поступает в регулятор давления (редуктор), монтированный на кронштейне на головке двигателя. В редукторе избыточное давление газа снижается до небольшого вакуума (10—25 мм вод. столба).

За редуктором начинается линия низкого давления, по которой газ под действием разрежения, создаваемого двигателем, подводится к смесительному устройству, в котором он до поступления в двигатель смешивается с воздухом.

При запуске двигателя в холодную погоду, при работе на тяжелых фракциях жидкого газа и, вообще, в тех случаях, когда испаритель почему-либо не успевает перевести все количество жидкости, поступающее из баллонов, в газообразное состояние, в редуктор может попасть некоторое количество жидкости. Доиспарение жидкости может происходить в редукторе за счет тепла окружающей среды. При значительном поступлении жидкости в одноступенчатый редуктор, что обычно имеет место при запуске холодного двигателя, часть ее будет стекать в дополнительный испаритель.



Фиг. 13. Схема газовой установки автомобиля ГАЗ-АА, работающего на сжиженном газе:

1—баллон; 2—тройник; 3—испаритель основной; 4—магистральный вентиль; 5—редуктор; 6—испаритель вспомогательный; 7—подвод газа; 8—карбюратор-смеситель; 9—вентиль газа холодного хода; 10—трубка холодного хода; 11—бензопровод; 12—подвод воды; 13—отвод воды.

Схема переоборудования автомобиля ГАЗ-АА для работы на сжиженном газе (фиг. 13) аналогична вышеописанной. Газовое оборудование по этой схеме отличается лишь конструкцией фильтра и испарительным устройством.

Как одноступенчатые, так и двухступенчатые редукторы успешно удовлетворяют требованиям автотранспорта. Практика Советского Союза показала пока преимущества одноступенчатого редуцирования. Наряду с упрощением газовой установки (отпадает необходимость во втором редукторе и манометре при работе на сжатом газе) и удешевлением ее сокращается число очагов возможных неполадок, упрощается обслуживание аппаратуры, а также общая коммуникация газопроводов на машине. К преимуществам двухступенчатого редуцирования следует отнести несколько меньший диапазон изменения давления газа перед входом его в карбюратор-смеситель и возможность уменьшения габаритов каждого прибора в отдельности, а также несколько лучшие условия для испарения сжиженного газа при расположении испарителя между редукторами.

4. ГАЗОВАЯ АППАРАТУРА

а) Баллоны для сжатого газа

Баллоны являются основным, наиболее ответственным и дорогим элементом оборудования автомобиля, работающего на сжатом газообразном топливе. Конструкция баллонов определяется требованиями создания максимального запаса газа при минимальном весе самого баллона, полной надежности и безопасности в эксплуатации, а также удобством монтажа на автомобиле. Распространение газовых автомобилей непосредственно связано с развитием производства баллонов облегченного типа, рассчитанных на рабочее давление в 200 атм., принятого в качестве стандартного для автомобилей, работающих на сжатых газах. Нормальные промышленные баллоны, изготовляемые для кислорода, водорода и других газов и рассчитанные на рабочее давление в 150 атм., не удовлетворяют требованиям автотранспорта в отношении вместимости газа и веса, особенно при работе на менее калорийных газах.

Вес специальных баллонов для сжатого газа составляет 6,0—6,5 кг на 1 м³ газа, приведенного к нормальным условиям. Вес каждого баллона емкостью в 50 л (10 м³ газа) равен 60—65 кг. Эти унифицированные баллоны применяются на всех типах отечественных автомобилей на сжатых газах.

По конструкции и размерам эти баллоны соответствуют нормальным промышленным, но изготовляются из качественной низколегированной (хромо-никель-молибденовой) стали с общим содержанием легирующих присадок до 1,5%. Они также подвергаются специальной термической обработке. Толщина стенок баллона 6 мм. Испытание подобных баллонов произво-

дится гидравлическим путем на полуторное рабочее давление, т. е. на 300 атм.

По выпуске баллонов завод-изготовитель представляет их к приемке инспектору котлонадзора, который ставит на каждом баллоне клеймо. Пользование баллоном без указанного клейма или после срока, назначенного для представления на повторное испытание, недопустимо и преследуется законом.

Для облегчения веса баллонов за последние годы стали применять баллоны из легких сплавов с стальной проволочной оплеткой. Такие баллоны в довольно больших количествах изготавливаются во Франции и Италии из тонкостенных цельнотянутых труб магниево-алюминиевого сплава со сплошной поперечной оплеткой из рояльной проволоки 0,8 мм и тремя четырехпроволочными продольными бандажами. Вес подобных баллонов около 3,5 кг на 1 м³ газа. Недостатками их являются высокая стоимость и незначительная емкость, требующая установки большого числа баллонов на машине.

б) Баллоны для сжиженного газа

Сжиженный газ хранится на автомобилях в специальных баллонах, называемых, в отличие от баллонов на давление в 200 атм. для сжатых газов, баллонами низкого давления. Они рассчитаны на рабочее давление в 16 атм., что соответствует упругости паров чистого пропана при температуре +45°. Как известно, давление в баллоне с сжиженным газом не зависит от количества содержащейся в нем жидкости, а лишь от давления ее паров, которое зависит, как показано на фиг. 1 и 2, от температуры окружающей среды и от состава газа.

При заполнении баллона сжиженным газом часть жидкости в нем немедленно испаряется и заполняет весь его объем. При этом давление паров будет соответствовать данным температурным условиям.

В баллоне сжиженный газ будет находиться в двух агрегатных состояниях: в виде жидкости и в виде паровой подушки над ее зеркалом.

Баллон следует наполнять жидкостью лишь до определенного уровня, а именно до 90% его объема. Обязательное требование заполнения баллона лишь на 90% вызывается тем, что жидкий газ обладает большим коэффициентом объемного расширения, и баллон, целиком заполненный жидкостью, при повышении температуры может разорваться.

Отбор газа для питания двигателя производится всегда из жидкостного пространства баллона. Обеспечить нормальную (с нагрузкой) работу двигателя горючим из парового пространства баллона не представляется возможным, так как скорость испарения, в особенности для тяжелых сортов газа и холодной погоды, недостаточна. Кроме того, интенсивное испарение жидкости при отборе пара сопровождается охлаждением баллона

и снижением упругости паров, что будет тормозить дальнейшую подачу топлива к двигателю. Наконец, отбор пара осуществляется за счет более легких фракций, что ухудшает состав остающейся в баллоне жидкой фазы.

Наличие устройства для отбора пара из баллона, тем не менее, желательно для облегчения запуска и ускорения прогрета двигателя в холодную погоду.

Самыми удобными в эксплуатации и наиболее легкими баллонами для автомобилей являются сварные цилиндрические стальные баллоны с выпуклыми днищами, получившие распространение в Советском Союзе, а также в США.

На фиг. 14 изображен баллон, применяемый на автомобилях ЗИС-5, ГАЗ-АА, ЯГ-6, ЗИС-101 и отличающийся для разных марок автомобилей лишь габаритными размерами.

Цилиндрическая часть баллона изготовлена из листа и сварена продольным швом. Днища баллона штампованные: одно глухое, в другом расположена вся необходимая арматура. Днища приварены по окружности к цилиндрической части баллона. Арматура ввертывается в муфты, ввариваемые в днище баллона.

Баллоны подвергаются гидравлическому испытанию на полуторное рабочее давление, т. е. на 24 атм. Срок повторного испытания, а также характеристика баллона и клеймо инспектора котлонадзора должны быть отчетливо выбиты на каждом баллоне, устанавливаемом на автомобиле.

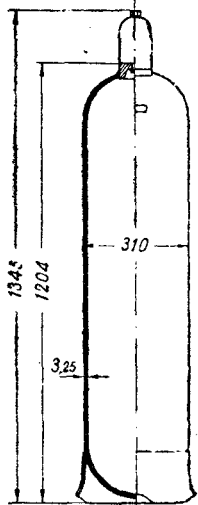
Спецификация сварных баллонов для отечественных автомобилей приведена в табл. 5.

Таблица 5

Спецификация баллонов для автомобилей отечественных марок, работающих на сжиженных газах

Марка автомобиля	М-1	ЗИС-01	ГАЗ-АА	ЗИС-5	ЗИС-8	ЯГ-6	ЗИС-16
Рабочее давление, атм.	16	16	16	16	16	16	16
Внутренний диаметр, мм	228	360	309	360	309	360	309
Наружный диаметр, мм	236	372	319	372	319	372	319
Толщина стенки, мм	4	6	5	6	5	6	5
Общая длина, мм	950	920	870	920	1270	1300	1270
Полная емкость одного баллона, л	28	72	47	72	77	111	77
Полезная емкость (90%), л	25	65	42,5	65	70	100	70
Вес газа ($\gamma=0,55$), кг	13,75	35,75	23,4	35,75	38,5	55	38,5
Вес баллона с арматурой, кг	25	50	40	50	62	70	62
Вес баллона с газом, кг	38,75	85,75	63,4	85,75	100,5	125	100,5
Количество баллонов на 1 автомобиль	2	1	2	2	2	2	2
Запас хода автомобиля, км	250	200	300	280	300	335	280

Наряду со сварными баллонами для сжиженного газа большое распространение получили и цельнотянутые баллоны из углеродистой стали.



Применение цельнотянутых баллонов дает возможность значительно их удешевить и облегчить. На фиг. 15 представлен цельнотянутый баллон для сжиженного газа. Иногда эти баллоны применяются в качестве сменных для автомобилей.

За последнее время, в связи с недостатком специально изготовленных для сжиженного газа баллонов, были сделаны попытки использовать для этой цели ацетиленовые, кислородные, водородные и другие баллоны высокого давления. Установкой дополнительно к стандартному вентилю запорной иглы или заменой его специальным удалось добиться вполне удовлетворительных эксплуатационных результатов. Несколько больший вес их особого значения не имеет для грузовиков. Практически грузоподъемность машины не уменьшается.

Фиг. 15. Цельнотянутый баллон для сжиженного газа.

Емкость баллона 79 л. Вес баллона без вентиля 41 кг. Аналогичные баллоны делаются емкостью в 52 и 108 л.

В качестве временного мероприятия эти баллоны могут быть использованы для целей автотранспорта.

Схема такого баллона показана на Фиг. 16.

Сравнивая веса тары и горючего для различных видов топлива, можем составить следующую таблицу.

Таблица 6

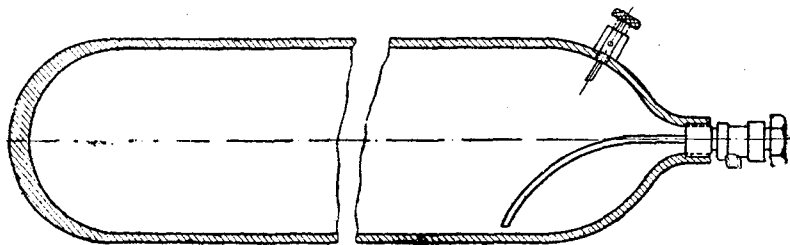
Весы газообразных топлив (и тары), эквивалентных 60 л бензина

Наименование	Бензин		Сжиженный газ в цельнотянутых баллонах		Сжиженный газ в сварных баллонах		Естественный газ		Светильный газ	
	кг	%	кг	%	кг	%	кг	%	кг	%
Вес топлива	45	100	43	95,5	43	95,5	42,2	94	55	122
Вес тары	15	100	52	348	73,3	488	370	2460	740	4940
Суммарный вес	60	100	95	158	116,3	193	412,2	685	795	1325

Из этой таблицы видно, что при работе на сжиженном газе вес топлива с тарой незначительно увеличивается по сравнению с бензином, поэтому установка даже трех кислородных баллонов для сжиженного газа незначительно снижает полезную грузоподъемность автомобиля.

в) Вентили для сжатого газа

На фиг. 17 изображен вентиль, применяемый для любых баллонов с сжатым газом. Такие же вентили устанавливаются



Фиг. 16. Стандартный кислородный баллон с приспособлением для заполнения сжиженным газом.

на коллекторах и для заправки автомобиля газом. Для главного магистрального вентиля применяется тот же самый вентиль, но с удлиненным шпинделем. Конструкция вентиля в основном соответствует нормальному типу промышленного 150-атм. водородного или кислородного вентиля с добавлением лишь дополнительного сальника для улучшения герметичности.

Резьба на входе газа в вентиль коническая, резьба на боковом (выходном) штуцере — левая. Применение левой резьбы на вентилях для горючих газов обязательно во избежание несчастных случаев, возможных при смешении кислородных баллонов с баллонами, содержащими горючие газы.

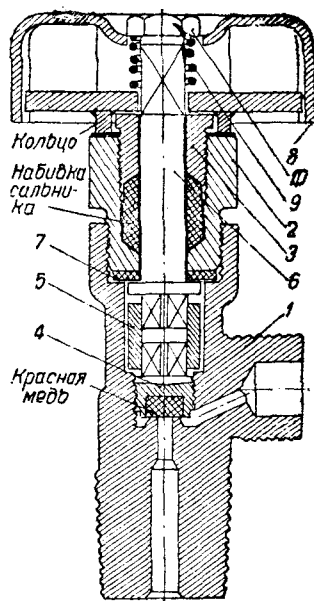
Все кислородные баллоны имеют штуцеры с правой резьбой увеличенного размера.

г) Арматура сварных баллонов для сжиженного газа

Безопасность и удобство эксплуатации требуют наличия в баллонах для сжиженного газа дополнительной, раздаточной, контрольно-мерительной и предохранительной арматуры.

Для заправки баллона жидким газом служат дополнительный клапан и указатель уровня максимального заполнения (запорная игла).

Наполнительный клапан (фиг. 18) представляет собой обратный клапан большого проходного сечения, автомати-

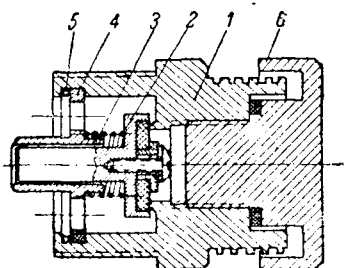


Фиг. 17. Вентиль для сжатого до 200 атм. газа:

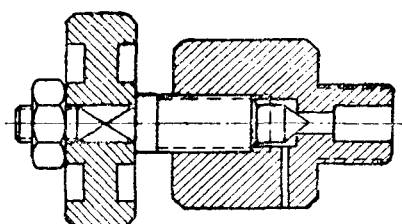
1—корпус вентиля; 2—корпус сальника; 3—гайка сальника; 4—клапан; 5—муфта; 6—шпindel; 7—прокладка; 8—маховичок; 9—пружина маховичка; 10—гайка; п; ужины маховичка.

чески запирающий баллон по окончании заправки, а также в аварийных случаях, например при повреждениях заправочного шланга. Корпус клапана снабжен ленточной нарезкой, на которую навертывается наконечник заправочного шланга. При заправке давление струи жидкого газа из резервуара отжимает клапан 2 с хвостовиком, перемещающимся в направляющей 4, от его седла и жидкость входит в баллон. Герметичность заполненного баллона обеспечивается избыточным давлением газа, прижимающим клапан к его седлу. По окончании заправки дополнительный клапан закрывается крышкой 6.

Запорная игла (фиг. 19) представляет собой простейший контрольный вентиль, соединенный с трубкой внутри баллона. Открытый конец трубки находится на уровне, соответствующем



Фиг. 18. Наполнительный клапан.



Фиг. 19. Запорная игла.

90% полного объема баллона. Открывая иглу в процессе заполнения баллона, можно установить момент окончания заправки. Когда через запорную иглу начнет выходить жидкость, а не пар, то баллон заполнен на 90% своего объема, и дальнейшая заправка должна быть прекращена.

Для определения наличного количества жидкости в баллоне пользуются указателем уровня, показанным на фиг. 20. Этот прибор устанавливается в центре днища баллона. Внутри баллона помещается изогнутая, достающая до дна трубка, поворачиваемая вместе с наружной стрелкой, перемещающейся по градуированному диску. В оси, служащей продолжением трубки и проходящей через сальниковое уплотнение, имеется канал, закрытый иглой. При отвертывании иглы из сверления в оси будет выходить пар или жидкость в зависимости от положения открытого конца трубки в баллоне по отношению к зеркалу жидкости. Начало выхода жидкости определяет высоту ее уровня в баллоне, указываемого непосредственно на шкале диска.

Для отбора из баллона жидкого газа пользуются расходным жидкостным вентилем, ввернутым в муфту с вваренной с внутренней стороны трубкой, загнутой книзу и доходящей почти до дна баллона.

Расходный вентиль показан на фиг. 21. Пружина 1 держит клапан с уплотнением из фибры или эбонита в открытом

положении. Вращением маховичка 2 давление передается через винт 3 и металлические мембранки 4 на хвостовик клапана, сжимает пружину и плотно прижимает клапан к его седлу. При отвертывании винта 3 пружина откроет клапан и выгнет мембраны в обратную сторону. Мембраны 4 и прокладки 5 обеспечивают герметичность вентиля.

Для отбора пара из баллона служит точно такой же вентиль. Отличие устройства для отбора пара состоит лишь в том, что трубка внутри баллона для отбора пара выведена в верхнюю часть баллона, т. е. в его паровое пространство.

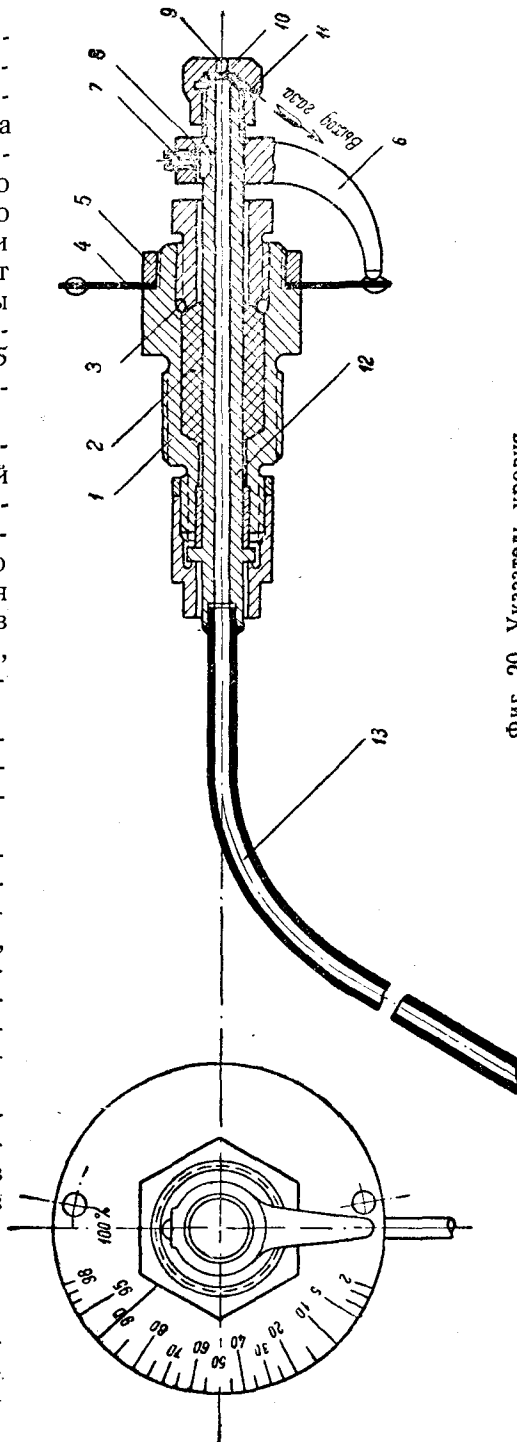
Обязательной принадлежностью баллона является предохранительный клапан (фиг. 22).

Он сообщается с паровым пространством баллона; назначение его — выпустить газ из баллона, когда давление в нем превысит расчетное, что может иметь место при сильном повышении температуры.

Конструкция применяемых для баллонов предохранительных клапанов пружинного типа ясна из фиг. 22.

д) Редукторы

Редуктор является важнейшим прибором автомобильной газовой установки. Он должен:

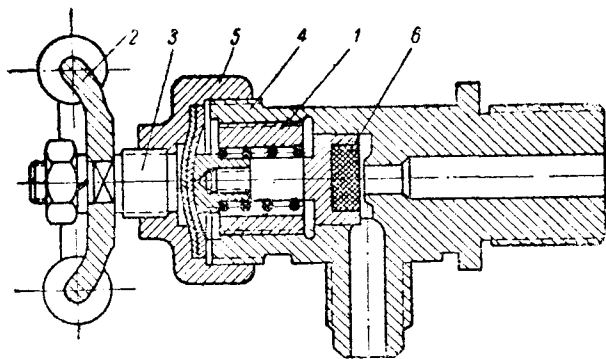


Фиг. 20. Указатель уровня.

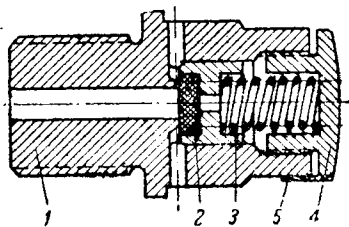
1) снижать давление газа, идущего от баллонов к двигателю, до разрежения порядка 10—25 мм вод. столба,

2) герметично закрывать выход газа к карбюратору-смесителю при неработающем двигателе.

Редукторы (регуляторы давления), применяемые на газобаллонных автомобилях, представляют собой автоматические приборы, снижающие давление газа, поступающего из баллонов к двигателю, до небольшого разрежения. Для обеспечения нормального состава рабочей смеси необходимо, чтобы его разрежение было невелико и чтобы оно незначительно менялось с изменением давления газа в баллоне и нагрузки двигателя. Большинство редуцирующих систем, как правило, конструируется



Фиг. 21. Вентиль баллона.



Фиг. 22. Предохранительный клапан.

так, чтобы газ после окончательного редуцирования имел не избыточное давление, а разрежение. Необходимость подобного разрежения обуславливается тем, что редуктор должен быть не только регулятором давления газа, поступающего в смеситель, но одновременно и автоматическим запорным клапаном в газовой магистрали при неработающем двигателе. Последнее может быть достигнуто и при избыточном давлении газа на выходе из редуктора, но связано с усложнением редуцирующей системы.

Значительная величина разрежения на выходе из редуцирующей системы ухудшает пусковые свойства, малые обороты и приемистость двигателя, а также значительно меняет качество рабочей смеси с изменением нагрузки и оборотов двигателя.

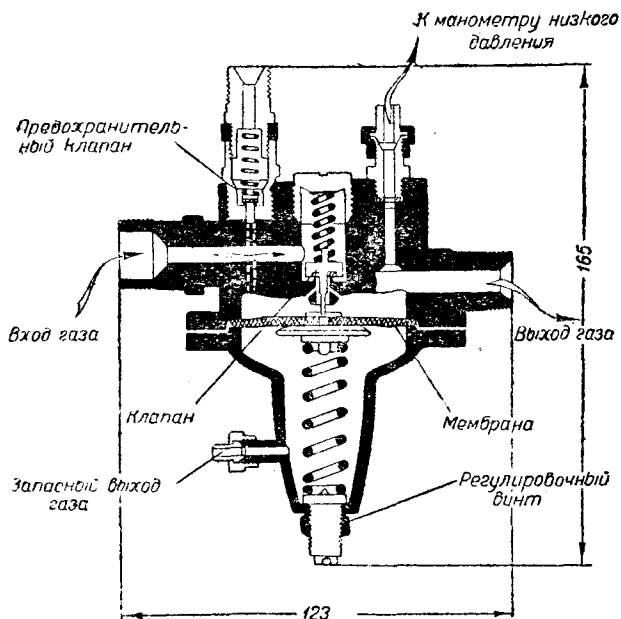
Редуктор должен быстро реагировать на изменение режима работы двигателя.

Применяемые для транспортных двигателей редукторы мембранно-пружинного типа снабжены обычно рычажной передачей между мембраной и клапаном.

Попытки значительного сокращения габаритов редукторов или удаления передаточного механизма, без введения каких-

либо других приспособлений для увеличения усилия от мембран, ведут к уменьшению чувствительности прибора, к значительному ухудшению пусковых свойств двигателя, перерасходу горючего, усложнению в эксплуатации и т. д.

Редукторы для газобаллонных автомобилей строятся одноступенчатыми и двухступенчатыми. Первые редуцируют давление газа, поступающего из баллона, до незначительного разрежения помощью одного дросселирующего прибора. В двухступенчатых редукторах давление снижается в первой (высокой)



Фиг. 23. Схема редуктора высокого давления.

ступени до некоторой промежуточной величины избыточного давления, обычно до 0,5—3 атм. Под этим давлением газ поступает во вторую (низкую) ступень, где давление снижается до разрежения порядка 15—50 мм вод. столба.

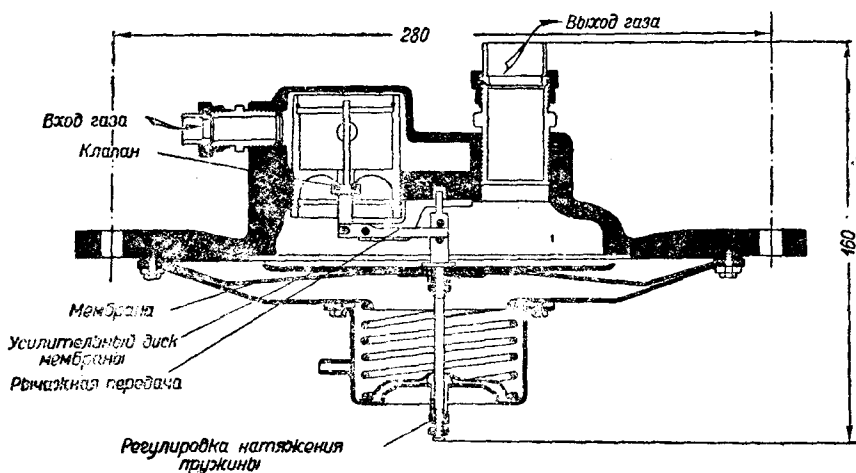
Рассмотрим несколько конструкций редукторов.

Двухступенчатая редуцирующая система для сжатого газа. Двухступенчатые редукторы строятся иногда в виде двух отдельных приборов — высокого и низкого давления, а иногда они объединены в единый агрегат. Двухступенчатая редуцирующая система, состоящая из двух отдельных приборов, показана на фиг. 23 и 24.

Входящий в редуктор газ высокого давления вместе с верхней пружиной прижимает клапан к его седлу (редуктор с обратным ходом клапана). Нижняя, более сильная, пружина, преодолевая давление газа и силу верхней пружины, открывает доступ газа через клапан в рабочую полость редуктора над

мембраной. С возрастанием давления газа в этой полости мембрана под действием разности давлений над и под нею прогибается вниз и прикрывает клапан.

При увеличении расхода газа давление в рабочей полости редуктора понизится, равновесие нарушится, и клапан вновь откроется. Описываемый редуктор автоматически поддерживает давление на выходе в пределах 0,5—3 атм., в зависимости от давления газа на входе в редуктор и режима работы двигателя. Эти пределы могут несколько регулироваться натяжением нижней пружины при помощи регулировочного винта. Редуктор



Фиг. 21. Схема редуктора низкого давления.

снабжен предохранительным клапаном. При негерметичности впускного клапана и повышении давления в рабочей полости редуктора свыше 3 атм. предохранительный клапан выпускает газ в атмосферу, предохраняя мембрану от разрушения.

Выходящий из редуктора высокого давления газ поступает в редуктор низкого давления.

Газ с давлением 0,5—3 атм., входящий в патрубок 1, стремится открыть клапан 2 (редуктор с прямым ходом клапана). При неработающем двигателе и, следовательно, уравновешенной мембране 4 давление пружины 9, передаваемое через шток 7 и рычажную передачу 8, достаточно для герметичного закрытия клапана. При работающем двигателе разрежение в диффузоре смесителя передается через патрубок 3 в полость В редуктора. Под влиянием разности давлений в полости С (соединенной постоянно с атмосферой) и в полости В мембрана выгнется вниз и приоткроет клапан. Повышение давления в полости В вызовет закрытие клапана. При этом разрежение на выходе будет поддерживаться в пределе 15—30 мм вод. столба. Величина этого разрежения может несколько регулироваться изменением натяжения пружины.

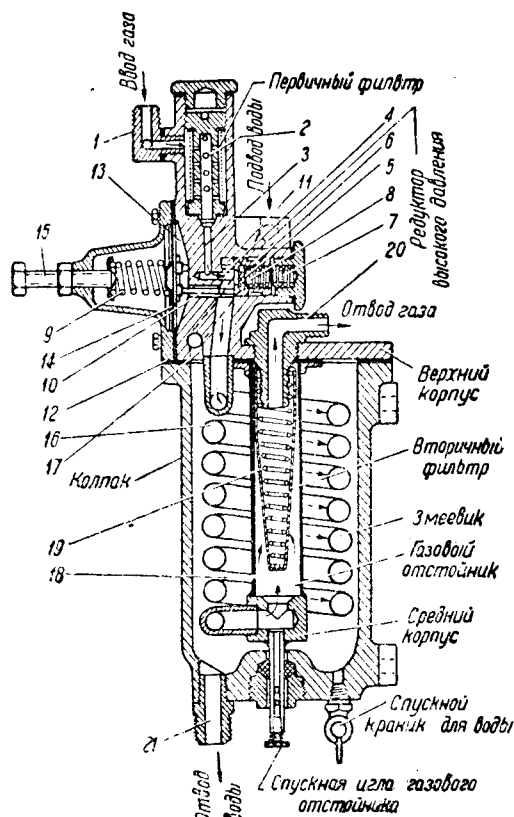
Двухступенчатая редуцирующая система для сжиженного газа типа Эисаин. Известный интерес представляет двухступенчатая аппаратура типа Энсаин, освоенная в СССР. Отличительной особенностью этого типа аппаратуры является то, что в редукторе низкого давления вместо рычажного механизма применена пневматическая передача, которая обеспечивает высокую чувствительность и минимальную неравномерность даже при сравнительно небольших габаритах прибора.

Редуктор высокого давления конструктивно объединен с испарителем.

На фиг. 25 показана схема редуктора высокого давления, объединяющего в один агрегат редуктор высокого давления, два фильтра и испаритель.

Газ в жидком состоянии через штуцер 1 поступает в корпус первичного фильтра и далее через полотно фильтра и снабженный отверстиями патрон фильтра 2, канал 3 и сверление внутри клапанного седла 4. Фильтр 2 нужен для того, чтобы предохранить клапан от попадания мельчайших частиц грязи и пыли. Седло 4 закрыто клапаном 5, вставленным в медную втулку 6. На втулку, а значит и на клапан 5, действуют силы двух пружин: усилие от слабой пружины 7 через шайбу 8 и усилие тугей пружины 9 через три штифта 10. Так как усилие пружины 9 больше, чем усилие пружины 7, то клапан 5 отжимается и жидкий газ, дросселируясь в клапанной щели, поступает в полость 11 редуктора и далее по каналу 12 направляется в змеевик испарителя.

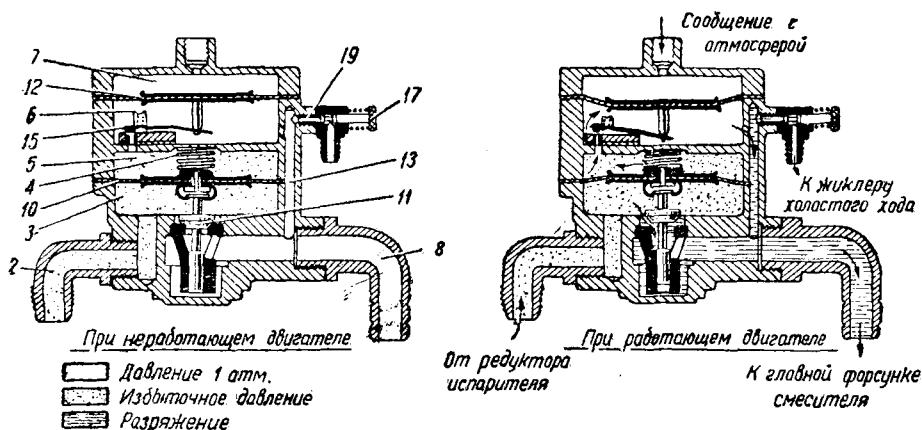
Как только давление в полости 11 превысит заранее установленное избыточное давление, давление в полости 13, куда газ проникает через зазоры вокруг штифтов 10, будет достаточным для того, чтобы диафрагма 14, прогибаясь влево, уменьшила силу пружины 9 настолько, чтобы клапан 5 под действием пружины 7 закрыл дальнейший доступ газа до тех пор, пока да-



Фиг. 25. Редуктор-испаритель.

вление не упадет ниже некоторого предела. Практически работа протекает так, что в результате действия обеих пружин и давления газа на диафрагму клапан всегда приоткрывается настолько, что дросселирование в создаваемом проходном сечении обеспечит в полости 11 необходимое давление, абсолютная величина которого может регулироваться винтом 15.

Так как этот редуктор является промежуточным, то к нему особо жестких требований не предъявляется как в смысле абсолютной величины давления, так и в смысле поддержания постоянства этого давления.



Фиг. 26. Принципиальная схема редуктора низкого давления конструкции СГ-32.

К редуктору низкого давления предъявляются повышенные требования, так как он регулирует давление газа, поступающего непосредственно в смеситель, а поэтому этот редуктор должен давать гораздо большую точность регулирования давления, чем редуктор высокого давления.

Он должен, так же как и любой редуктор давления или одноступенчатый редуктор, герметично закрывать клапан при всякой остановке двигателя. Этот редуктор имеет две диафрагмы, причем нижняя диафрагма играет роль рабочей, а верхняя является вспомогательной и играет роль чувствительного органа, реагирующего на любое незначительное изменение давления (в пределах нескольких миллиметров водяного столба).

На фиг. 26 представлена принципиальная схема редуктора низкого давления с усилительной пневматической передачей.

Газ поступает в редуктор через штуцер 2 и полость 3 под диафрагмой 10 и через калиброванное отверстие 4 диаметром 0,8 мм попадает в полость 5 над главной (рабочей) диафрагмой 10. Диафрагма при этом уравновешена давлением газа с двух сторон ее, а клапан 11 закрыт под действием силы собственного веса и избыточного давления газа (фиг. 26 слева).

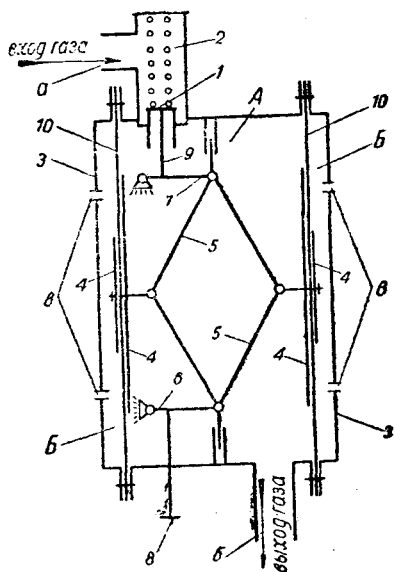
Вспомогательная (верхняя) диафрагма 12 при этом также уравновешена, так как полости 6 и 7 соответственно под ней и над ней связаны с окружающей средой: полость 6 через трубку 13 и штуцер 8 со смесителем, а полость 7 через сверление в крышке; клапан 15 при этом закрыт. При запуске двигателя создающееся во всасывающем трубопроводе разрежение передается через форсунку смесителя и трубопровод, соединяющий смеситель с редуктором, или через трубку холостого хода, в случае подвода газа холостого хода непосредственно от редуктора, в полость 8 и далее по трубке 13 в полость 6.

Диафрагма 12 под действием создавшейся с двух сторон ее разности давлений выгибается вниз, открывая клапан 15, и начинается отсасывание газа из полости 5 через клапан 15 (диаметр седла клапана 1,1 мм) к смесителю. Полости 3 и 5 связаны отверстием 4, и так как диаметр этого отверстия меньше диаметра седла клапана 15, то дросселирование в этом отверстии достаточно для создания разности давлений, под действием которого диафрагма 10 прогибается кверху, приоткрывая клапан 11 главного питания топливом.

При увеличении нагрузки повышенное разрежение в полости 8 передается по трубке 13 в полость 6 и через увеличивающееся проходное сечение клапана 15 начинается более интенсивный отсос газа из полости 5, что вызывает большой прогиб диафрагмы 10, а значит и большее открытие клапана 11, вплоть до полного открытия его (см. фиг. 26 справа).

Если при внезапном уменьшении нагрузки двигателя давление в полости 8 превзойдет расчетное, то диафрагма 12 закроет клапан 15, так как перепад давления над и под диафрагмой 12 будет недостаточен для открытия клапана 15. При этом и перепад давления в полостях 3 и 5 уменьшится и клапан 11 закроется и будет закрыт до тех пор, пока давление в полости 8 снова не упадет ниже установленного предела. Винт 17 и канал 19 служат для подвода к смесителю газа холостого хода.

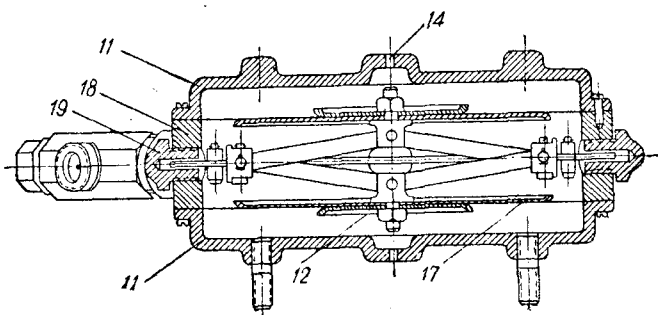
Одноступенчатый двухмембранный редуктор. На фиг. 23, 27, 28, 30 изображен изготовляемый в серийном порядке одноступенчатый редуктор, пригодный, при условии самых незначительных переделок, для работы как на сжатом,



Фиг. 27. Принципиальная схема редуктора НАТИ СГ-19.

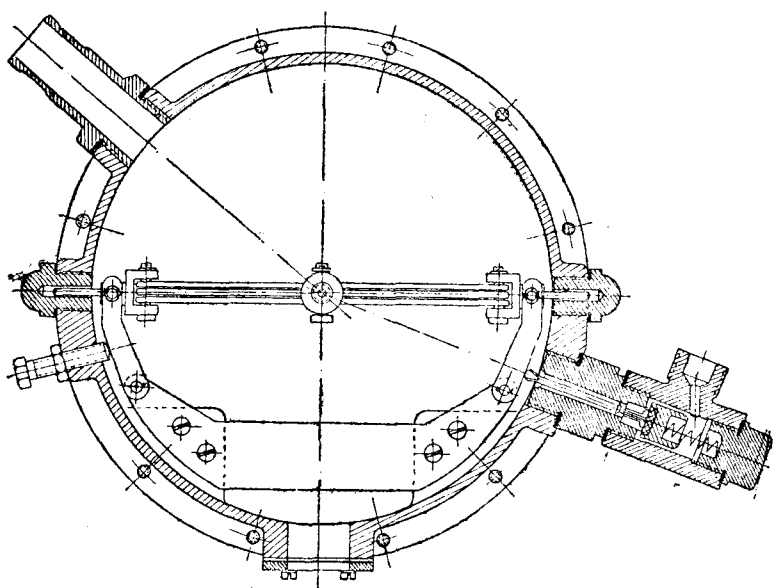
так и на сжиженном газе, а также для питания двигателей газом из сетей низкого давления.

Этот весьма компактный прибор пригоден для работы в диапазоне давлений от 0,1 до 200 атм. При работе на давлениях



Фиг. 28. Схема редуктора НАТИ СГ-19 со штуцером для сжатого газа (вид сбоку).

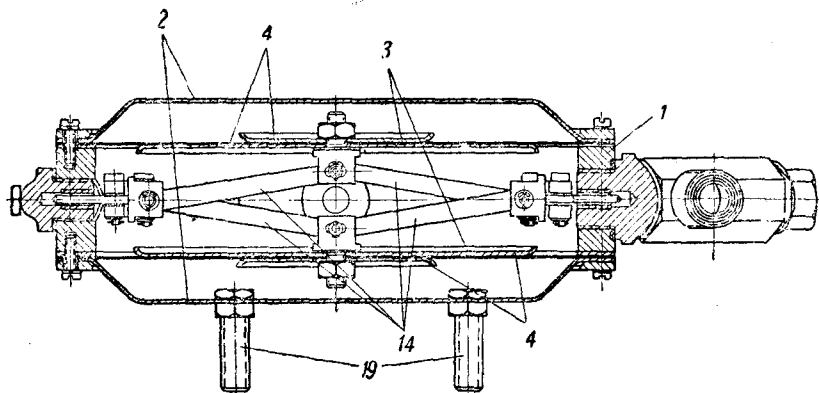
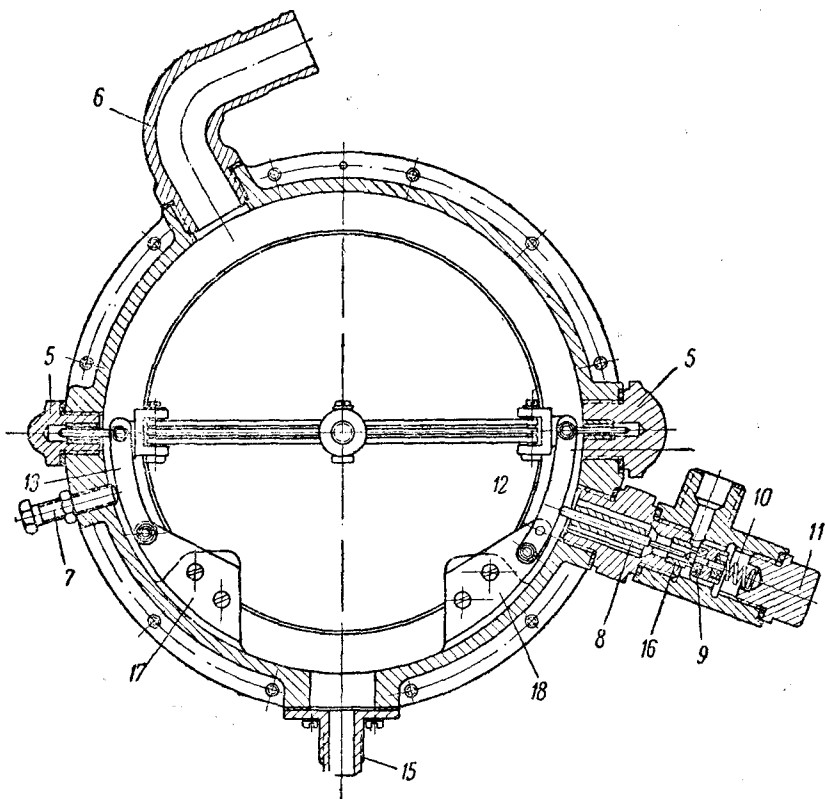
в пределах 0,1—5,0 атм. требуется лишь установка сменного штуцера с увеличенным проходным сечением клапана. Независимо от давления газа перед редуктором давление на выходе



Фиг. 29. Схема редуктора НАТИ СГ-19 со штуцером для сжатого газа (план).

из него остается почти неизменным. Это давление на 20—50 мм вод. столба ниже атмосферного.

Редуктор состоит из среднего корпуса, двух мембран с усилительными дисками, двух крышек, рычажного механизма и



Фиг. 30. Схема редуктора НАТИ СГ-19 со штуцером для сжиженного газа.

штуцера. При открытом магистральном вентиле газ из баллонов через входной канал 10 поступает к клапану б. При неработающем двигателе клапан прижат к седлу силой пружины и силой давления газа, благодаря чему газ через клапан не проходит. При работе двигателя в пространстве между мембранами, соединенном через выходное отверстие 13 со смесителем, создается разрежение. Пространство же под нижней и над верхней мембранами имеет постоянное сообщение с атмосферой и поэтому там всегда давление равно атмосферному. Благодаря получающейся разности давлений в полостях между мембранами и снаружи их в центре мембран создается усилие. Мембраны вместе с металлическими дисками и рычагами начинают сдвигаться к центру, и толкатель отжимает клапан от своего седла. По мере открытия клапана газ проходит в полость между мембранами и отсасывается через патрубок 13 в смеситель. Проходя через клапанную щель, газ снижает свое давление до вышеуказанного разрежения. Если количество газа, отбираемого из редуктора, увеличится, разрежение в полости между мембранами начнет возрастать, следовательно, усилие в центре мембран также увеличится и мембраны начнут сдвигаться, увеличивая открытие клапана до тех пор, пока разрежение не вернется к указанной величине и не будет достигнуто состояние равновесия. Благодаря достаточно большой активной площади мембран и значительному передаточному числу в рычажном механизме редуктор поддерживает разрежение на выходе почти неизменным, обладает большой чувствительностью, обеспечивая двигателю хорошую приемистость, отличный запуск и устойчивые малые обороты.

Сравнительно большие габариты и масса редуктора способствуют хорошему испарению жидкого газа, попадающего в редуктор в первые минуты работы двигателя, когда испаритель еще не функционирует полностью.

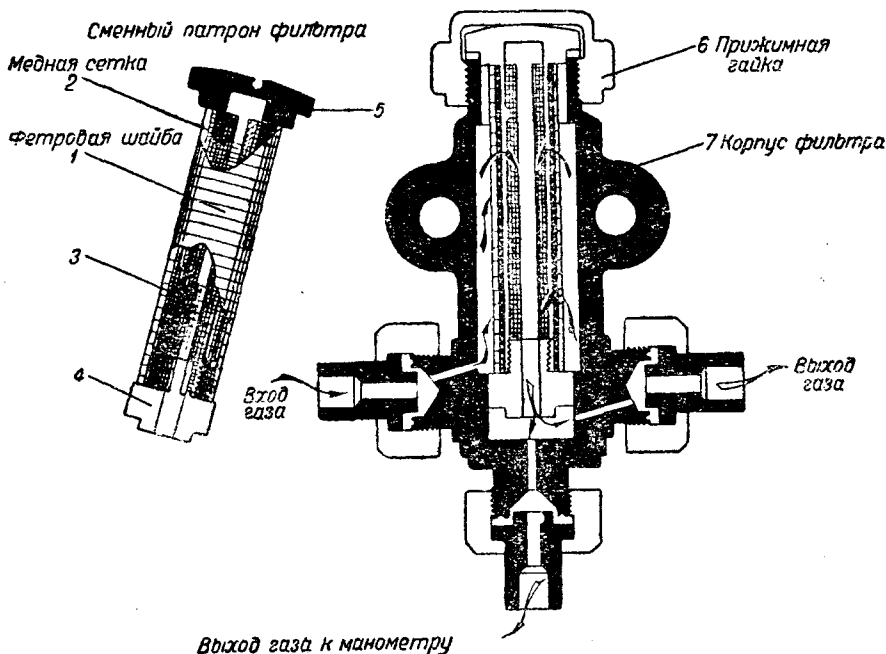
Резюмируя изложенное, следует отметить, что на сегодняшний день существует множество различных конструкций редукторов, большинство которых удовлетворяет основным требованиям, предъявляемым к ним. Очередной задачей дня является не изобретательство в этой области, а совершенствование отдельных деталей и налаживание массового производства.

е) Фильтры

Фильтр для сжатого газа. Газобаллонный автомобиль должен заправляться на станции вполне очищенным от всех примесей газом. Назначение небольшого фильтра, устанавливаемого на автомобиле, состоит лишь в окончательной «тонкой» очистке газа с целью предохранения редуктора от мельчайших частиц пыли, окалины, ржавчины и, частично, от влаги или масла, могущих нарушить герметичность или подвижность клапана. Изображенный на фиг. 31 фильтр для сжатого газа

состоит из трех основных частей: корпуса, патрона и прижимной гайки. Стальной корпус фильтра выполнен в форме крестовины. Сменный патрон состоит из трубки 3 с прорезями, к которой с одного конца припаяна головка 5 патрона, а на другой конец навертывается направляющая втулка 4 патрона фильтра.

На трубку надевается мелкая медная сетка 2, на нее плотно друг к другу насаживаются фетровые кольца 1 (27—28 шт.) и зажимаются направляющей втулкой.



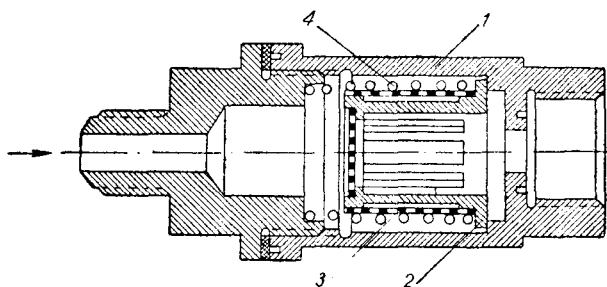
Фиг. 31. Схема газового фильтра высокого давления.

Прижимная гайка 6 представляет собой глухую пробку. При сборке фильтра гайка дном упирается в головку патрона, сжимает прокладку и создает необходимую герметичность.

Фильтры для сжиженного газа. Фильтрующие приспособления для сжиженного газа значительно проще, чем для сжатого газа, во-первых, потому что сжиженный газ обычно имеет меньше механических примесей, а во-вторых, из-за меньших рабочих давлений сжиженного газа.

На фиг. 32 показан фильтр для автомобилей ЗИС-5 и других, оборудованных унифицированной одноступенчатой аппаратурой. Он представляет собой свертываемый из двух половинок стальной корпус 1 с патроном 2. На патрон, фиксируемый пружиной 4, надета медная сетка 3. Фильтр устанавливается непосредственно у редуктора.

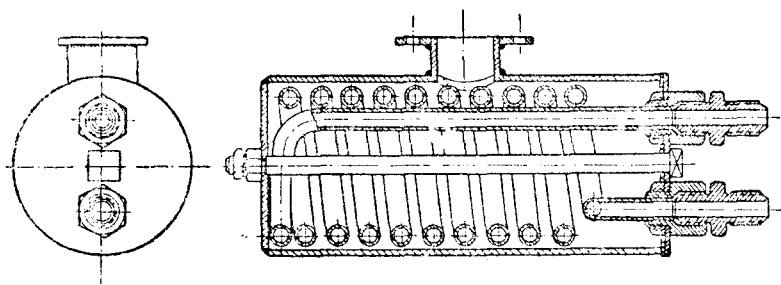
Фильтр автомобиля ГАЗ-АА, расположенный внутри корпуса испарителя (см. фиг. 35), представляет собой патрон из медной сетки. Фильтрующее приспособление, применяемое при работе с двухступенчатой аппаратурой, показано на фиг. 25.



Фиг. 32. Фильтр для сжиженного газа.

ж) Испарители

Как уже указывалось, сжиженный газ, содержащийся в баллонах в жидком виде, должен по пути к двигателю не только снизить свое давление, но и полностью превратиться в газ. С этой целью в систему газоподачи между баллонами и газовым смесителем включается испарительное устройство, использующее тепло горячей воды из системы охлаждения или тепло выхлопных газов.



Фиг. 33. Испаритель газа (основной) в сборе.

В настоящее время широко применяются как испарители, включенные в систему охлаждения двигателя, так и испарители, использующие тепло выхлопных газов. Испарительные устройства могут быть установлены в различных местах системы газоподачи.

При одноступенчатом редуцировании или при двухступенчатом, когда оба редуцирующих прибора объединены в один агрегат, а испаритель находится вне этого агрегата, последний чаще ставится впереди редуцирующей системы. При двухступенчатом раздельном редуцировании наиболее целесообразно

ставить испаритель между редукторами, с точки зрения лучшего запуска и более быстрого прогрева двигателя.

Наиболее надежная и распространенная конструкция испарителя, работающего от выхлопных газов, представлена на фиг. 33. Этот испаритель, включенный в систему топливоподачи до одноступенчатого редуктора, весьма прост и представляет собой сварную легкую коробку с одним или двумя отверстиями на фланце, непосредственно присоединяемыми к отверстию в выхлопной трубе.

Внутри коробки помещается змеевик, изготовленный из тонкостенной медной или стальной трубки, по которому проходит газ, идущий из баллонов через магистральный кран в редуктор. Интенсивность испарения зависит от величины поверхности змеевика, размера отверстия для входа газа из выхлопной трубы в коробку, а также от того, будет ли в коробке одно или два отверстия для газа. Размер отверстия для выхлопных газов регулируется сменными шайбами с различной величиной проходного сечения. Требуемая интенсивность подогрева определяется условиями работы уже прогретого двигателя под нагрузкой. Более сильный подогрев был бы желателен при прогреве двигателя, но практически недопустим из-за возможной порчи резиновых клапанов и мембран редуктора вследствие сильного нагрева газа.

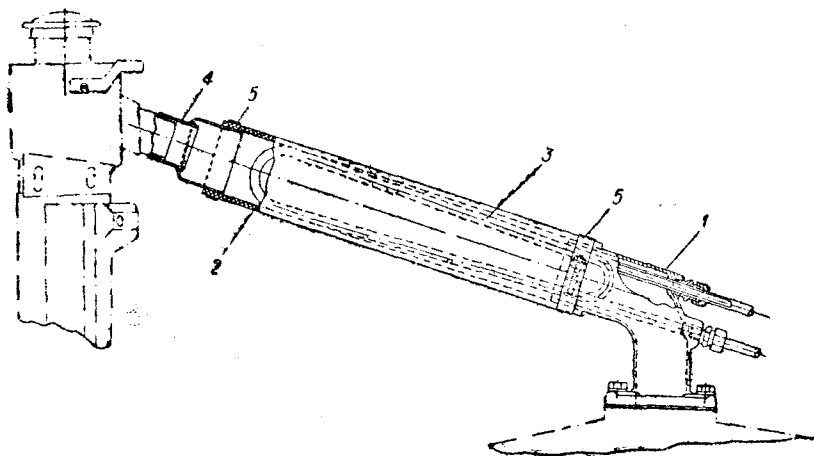
Температура газа, выходящего из редуктора, не должна превышать 70—80°. Особенно резким может оказаться перегрев газа при переходе с полной нагрузки на малую. Недостаточный прогрев газа в испарителе значительно замедляет прогрев двигателя, так как в редуктор попадают неиспаренные частички газа, которые могут засасываться в смеситель и нарушить нормальную работу двигателя.

Для этой цели редукторы обычно монтируются вблизи выхлопной трубы. Для испарения жидкости, могущей все же, при тяжелых сортах газа, попасть в значительном количестве в редуктор, часто из нижней части его выводят глухую трубку непосредственно в выхлопную трубу или укладывают ее вдоль нее, для «доиспарения». Иногда на выхлопной трубе устанавливают специальную стальную коробочку, куда стекает недоиспаренный газ из редуктора.

Этот «доиспаритель» играет весьма существенную роль при прогреве двигателя.

Очень часто прибегают к комбинированию предварительного и последующего подогрева газа. Применяемые в этом случае небольшие предварительные испарители предохраняют газ, входящий в редуктор, от опасного высокого нагрева, неблагоприятно отражающегося на резиновых клапанах и мембранах. Наличие последующего испарителя обеспечивает полное испарение неиспарившихся частиц в предварительном испарителе и в редукторе.

Как уже указывалось, при двухступенчатом редуцировании наиболее целесообразно располагать испаритель между высокой и низкой ступенями редуцирующей системы. Такая система с водяным подогревом применялась на первой серии отечественных автомобилей, работающих на сжиженных газах (Фиг. 25). Здесь испаритель объединен в одном агрегате с редуктором высокого давления и фильтрами. Достоинством этого прибора является использование тепла циркулирующей через него горячей воды из системы охлаждения и для обогрева редуктора, что устраняет опасность примерзания его клапана, а также позволяет ограничиться меньшими размерами змеевика,



Фиг. 34. Испаритель для автомобиля ЗИС-5:

1—водяной патрубок; 2—резиновый шланг; 3—змеевик; 4—трубка; 5—хомутик крепления.

а следовательно, всего прибора. Жидкий газ, пройдя первичный фильтр, поступает в верхнюю часть прибора, представляющую собой редуктор высокого давления. Ввод горячей воды из водяной рубашки двигателя дан в корпусе редуктора, который благодаря этому сильно подогревается, компенсируя сильное охлаждение его при дросселировании газа.

Из редуктора эмульсии газа и жидкости под давлением 0,5—1 атм. поступают в змеевик 16, омываемый горячей водой, циркулирующей через испаритель. Змеевик изготовляется обычно из медной трубки с толщиной стенки в 1 мм. Пройдя весь змеевик, газ выходит в нижнюю часть его 18, играющую роль отстойника для примесей, могущих остаться в топливе, несмотря на наличие первичного фильтра. В нижней части имеется спускной краник для удаления этих примесей. Выходящий из змеевика газ подвергается вторичной очистке. Назначением этого фильтра является очистка газа от возможных содержащихся в нем смолистых веществ и влаги.

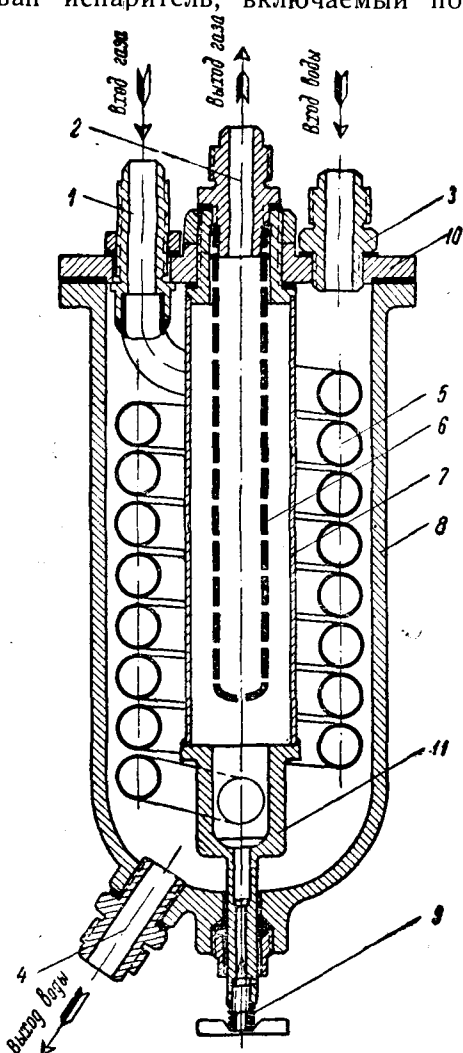
За последнее время, при работе с одноступенчатой редуцирующей аппаратурой, опробован испаритель, включаемый последовательно в поток воды из рубашки двигателя (фиг. 34). Он представляет собой легкую стальную коробочку или резиновый шланг, в которую вставляется змеевик, через который и проходит газ. Испытания этого прибора показали весьма удовлетворительные результаты его работы. Однако следует обратить внимание на то, что коробочку нужно изготовить так, чтобы не сузить проходное сечение для циркуляции воды во избежание перегрева двигателя. В некоторых двигателях, например ЗИС-101, змеевик испарителя весьма удобно помещать непосредственно в водяной рубашке блока цилиндров. На фиг. 35 показан испаритель для автомобиля ГАЗ-АА, оборудованного одноступенчатой аппаратурой. В этом приборе также включен и фильтр.

Все описанные испарительные устройства являются работоспособными, однако в каждом отдельном случае при выборе испарителя для данного двигателя следует взвешивать все преимущества и недостатки каждого испарительного устройства и увязывать конструкцию испарителя с

типом редуцирующей аппаратуры, конструкцией двигателя, родом газа и климатическими условиями.

3) Смесительные устройства

Газовые смесители, подобно бензиновым карбюраторам, предназначены для приготовления рабочей смеси перед вводом ее

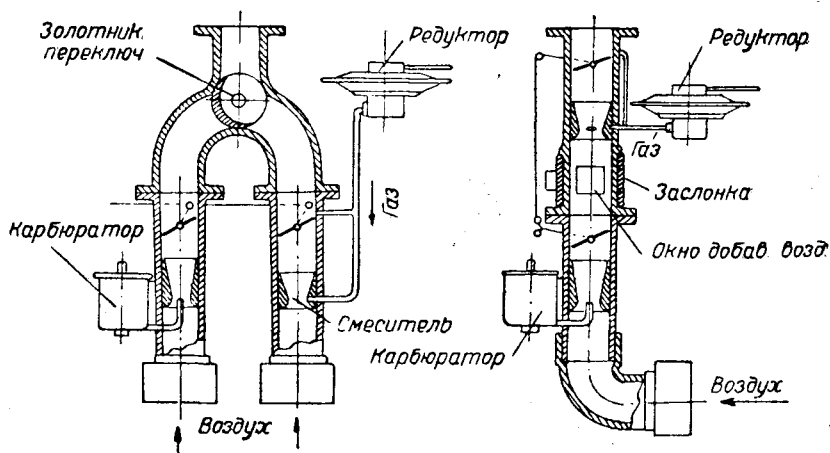


Фиг. 35. Испаритель для автомобиля ГАЗ-АА;

1—вход газа; 2—выход газа; 3—вход воды; 4—выход воды; 5—змеевик; 6—сетка фильтра; 7—трубка; 8—наружный корпус; 9—контрольный газовый кран; 10—верхняя крышка; 11—отстойник.

в цилиндры двигателя. Они выполняют те же функции, что и карбюраторы для жидких топлив, за исключением испарения топлива, так как газообразные горючие, независимо от их первоначального агрегатного состояния, поступают в двигатель уже в парообразном состоянии.

Газовый смеситель должен обеспечить хорошее перемешивание газа с воздухом, обладать минимальными гидравлическими сопротивлениями для достижения хорошего наполнения двигателя, обеспечивать надежный и легкий запуск, устойчивые малые обороты и быстрый переход с малых оборотов к большим. Смеситель должен быть чувствительным к регулировке и обеспечивать без переделок возможность работать на газах различной теплотворной способности.



Фиг. 26. Расположение смесителя и карбюратора: параллельное слева, последовательное справа.

Не менее серьезным требованием, предъявляемым к газовому смесителю, точно так же как и к бензиновому карбюратору, является обеспечение требуемого состава рабочей смеси на различных режимах работы двигателя.

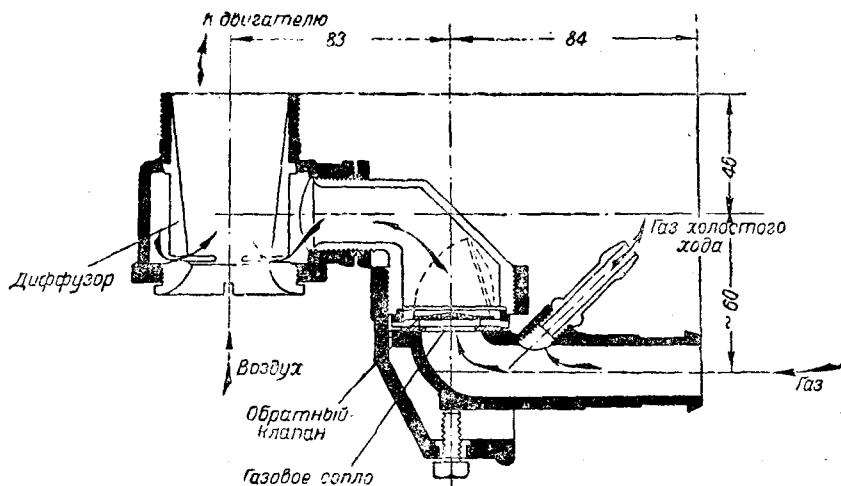
При запуске и на холостых оборотах смеситель должен давать обогащенную смесь. Наоборот, на средних нагрузках — несколько обедненную, соответствующую экономичному расходу газа. Так как регулировка на экономичность дает некоторый недобор мощности по сравнению с регулировкой смесителя на максимальную мощность, то весьма целесообразно при полном открытии дроссельной заслонки смесителя одновременно обогащать рабочую смесь, что благоприятно скажется на динамике автомобиля.

В СССР и за границей существует большое количество различных конструкций газовых смесителей. Эти смесители могут быть чисто газовые, предназначенные для работы двигателя

только на газе; эти смесители могут также быть использованы в качестве дополнения к бензиновому карбюратору для работы на газе. Схема параллельного и последовательного присоединения подобного смесителя к карбюратору показана на фиг. 36.

Наряду с чисто газовыми смесителями существуют и комбинированные приборы, обеспечивающие работу двигателя как на газообразном горючем, так и на жидком топливе.

На фиг. 37 представлено простейшее смесительное устройство, состоящее из трёх отдельных соединяемых на резьбе элементов, допускающих любое взаимное положение, требуемое условиями монтажа его на двигателе. Корпус смесителя ввертывается в переходник, прикрепленный к фланцу всасывающей трубы, снабженному дроссельной заслонкой.



Фиг. 37. Газовый смеситель.

Газ подводится через патрубок, калиброванное отверстие и обратный клапан в кольцевое пространство вокруг диффузора и входит в него через два периферийных прореза. Газ вводится в диффузор перпендикулярно воздушному потоку, что обеспечивает хорошее перемешивание его с воздухом.

Для работы на холостых оборотах, а также для обеспечения переходов с малых оборотов к большим имеется обходный канал, представляющий собой резиновую трубочку со штуцером и регулировочным винтом. Через эту трубочку газ из патрубка, соединяющего редуктор со смесителем, поступает в смеситель выше дроссельной заслонки. При закрытой или слегка приоткрытой заслонке, что имеет место при запуске или холостой работе, разрежение в смесителе недостаточно для открытия клапана редуктора и подвода газа в диффузор.

Наоборот, выше дроссельной заслонки разрежение при запуске или холостой работе значительно, и требуемое количество

газа будет подаваться в двигатель по обходному каналу холодного хода. Воздух проходит при этом через неплотности дроссельной заслонки. Для того чтобы при закрытой дроссельной заслонке во всасывающую трубу не мог засасываться вместе с газом и воздух (через диффузор, калиброванную шайбу и трубку холодного хода), имеется обратный клапан. Этот легкий клапанок, изготовляемый из тонкой медной пластинки, при работе с открытой, хотя бы частично, дроссельной заслонкой будет открыт силой разрежения, создаваемого двигателем; наоборот, при закрытом дросселе он будет плотно прикрыт силой, обуславливаемой разностью атмосферного давления над клапаном и разрежением под ним. Калиброванная сменная шайба дает возможность обеспечить любой состав рабочей смеси на средних и больших оборотах.

Ниже приводим примерные величины калиброванного отверстия дозирующих шайб.

Таблица 7

Диаметр дозирующих шайб в смесителях для двигателей ГАЗ-АА и ЗИС-5 при работе на различных видах газа

	Диаметр отверстия газовой шайбы	
	ЗИС-5	ГАЗ-АА
Сжиженный газ	6,5—7,5	5,5—6,0
Естественный газ	10,5—11,5	8,0—8,5
Светильный газ	12,0—14,0	9,5—10,5

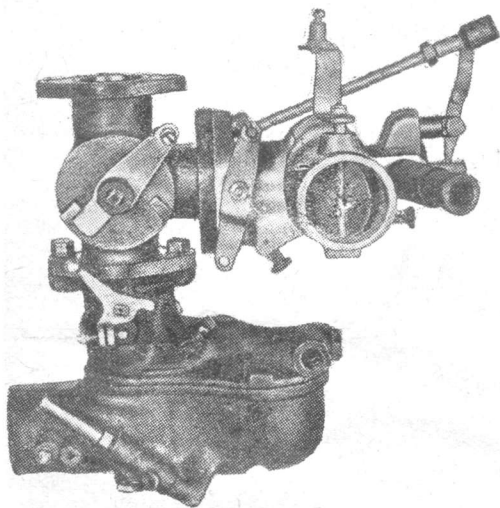
Подбором положения регулировочного винта холодного хода можно создать обогащение, требуемое для запуска и хороших переходов.

Обычно при переводе карбюраторных двигателей на газообразное топливо ставится требование, чтобы двигатель мог работать не только на газообразном топливе, но и на жидком, т. е., чтобы на двигателе был сохранен карбюратор, а переделки были минимальными. На первых газобаллонных автомобилях к фланцу всасывающей трубы привертывался трехходовой кран, к которому, в свою очередь, привертывались карбюратор и газовый смеситель (фиг. 38).

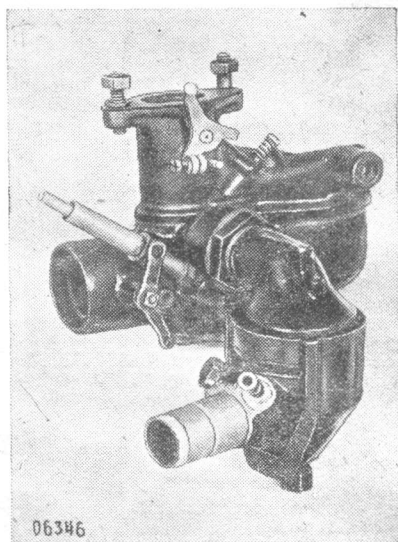
Основными недостатками этого способа являются громоздкость, усложнение кинематической связи и создание дополнительных гидравлических сопротивлений газо-воздушному потоку в трехходовом кране.

Наиболее приемлемыми конструкциями, с точки зрения простоты, компактности, а также возможности работать как на

газообразном, так и на жидком топливе, являются карбюраторы с непосредственным вводом в них газа по периферии или вдоль оси диффузора. Фотография комбинированного карбюратора-смесителя на базе карбюратора М-1 с периферийным вводом газа показана на фиг. 39. Сам карбюратор подвергается при этом незначительным переделкам: в нем делаются лишь два дополнительных отверстия, одно для ввода газа в кольцевую выточку в диффузоре, в котором сделаны отверстия выше его



Фиг. 38. Соединение газового смесителя и карбюратора при помощи трехходового крана.



Фиг. 39. Карбюратор-смеситель М-1 с периферийным вводом газа.

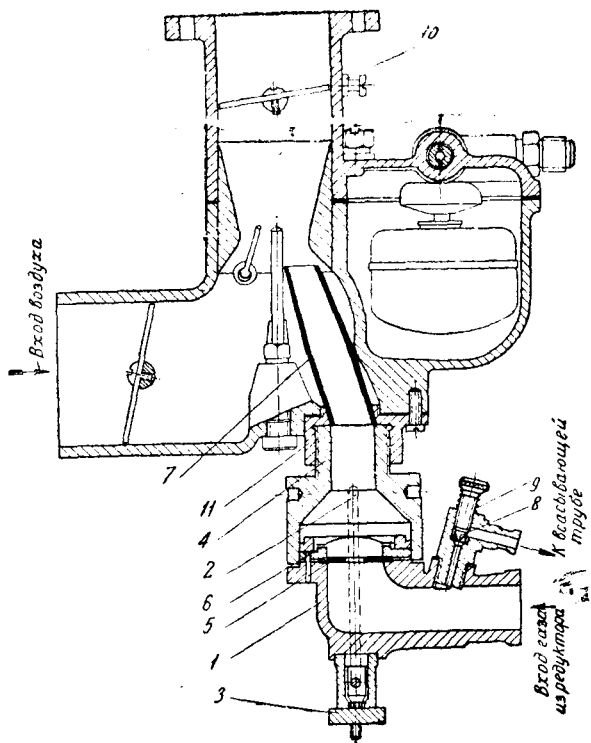
узкого сечения, а другое — над дроссельной заслонкой для ввода газа холостого хода. Газ поступает внутрь диффузора из его внешней кольцевой выточки через два плоских прореза или через несколько просверленных в нем круглых отверстий по всей окружности кольцевой выточки.

Приспособление для входа газа состоит из двух частей: чашки, укрепленной в корпусе карбюратора, и коленчатого патрубка, в котором устанавливаются шайба с калиброванным отверстием и обратный клапан.

На фиг. 40 и 41 представлены схемы универсальных карбюраторов-смесителей для двигателей ЗИС-5 и М-1 с нижним центральным вводом газа. Конструкции карбюраторов остаются неизменными, за исключением прилива в нижней части, к которому привертывается переходник с впаянной в него газовой форсункой, выходящей внутрь диффузора.

В переходник ввертывается верхний корпус 4, являющийся держателем обратного клапана, и шайбы с калиброванным от-

вертием. Патрубок подвода газа 1, на который надевается резиновый шланг, подающий газ из редуктора к смесителю, крепится посредством хомутика 2 с винтом и гайкой 3 к корпусу 4. Для запуска работы на малых оборотах и улучшения приемистости предусмотрен обычный обходной канал холостого хода, подводящий газ к двигателю выше дроссельной заслонки.



Фиг. 40. Карбюратор-смеситель автомобиля ЗИС-5.

Дозировка газа холостого хода осуществляется помощью сменного газового сопла или регулировочного винта.

Многочисленные опыты показали, что конструкция смесительного устройства сильно влияет на мощность, экономичность и приемистость двигателя, работающего на газе. Усовершенствованная конструкция смесителя, а также всасывающего трубопровода (увеличение проходных сечений и устранение подогрева) могут значительно увеличить мощность и снизить удельный расход топлива.

и) Вспомогательное оборудование для автомобилей на сжиженных газах

Вспомогательным оборудованием на автомобилях, работающих на сжиженном газе, являются магистральный вентиль, ком-

муникационные газопроводы, соединительные и крепежные детали.

Коммуникационные линии изготавливаются из медных или стальных трубок толщиной стенки в 1 мм и отверстием в свету в 8—10 мм (фиг. 42). Соединения трубок с аппаратурой осуществляются развальцовкой, на ниппелях и накидных гайках.

Магистральный вентиль с мембранным уплотнением показан на фиг. 43. Принцип действия его весьма несложен, и при достаточно прочном и газостойком материале мембраны вентиль обеспечивает требуемую герметичность.

к) Вспомогательное оборудование для автомобилей, работающих на сжатых газах

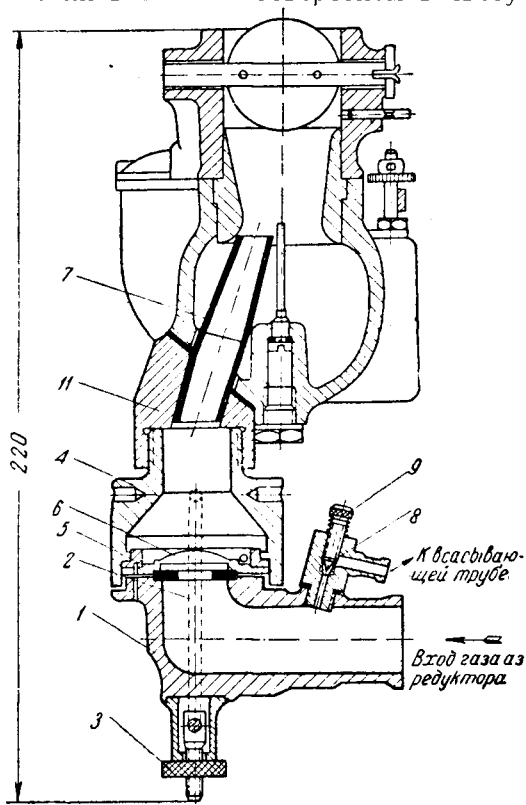
Здесь относятся коллекторы, трубопроводы, соединения высокого давления и манометр.

Коллектор служит для сбора газа из баллонов одной секции и отвода его в общую магистраль. Коллектор представляет собой толстостенную стальную трубу (19/29 мм), в которую вварены штуцеры, подводящие газ из отдельных баллонов, и муфта для ввертывания вентиля (фиг. 44). Коллекторы рассчитаны на рабочее давление в 200 атм. и крепятся на деревянных продольных брусках кузова.

Газопроводы высокого давления представляют собой медные трубки (9/5 мм), снабженные компенсаторами с целью предохранения отдельных участков трубопроводов от поломок при вибрациях машины (фиг. 45).

Соединения трубок с аппаратурой или баллонами осуществлены помощью приварных ниппелей, прокладок из алюминия или красной меди и накидных гаек.

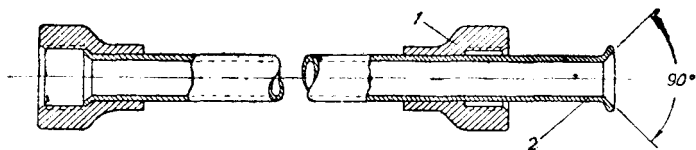
Специальный манометр для газобаллонных автомобилей, изготовленный на рабочее давление в 200 атм., имеет шкалу на 300 атм. Размер манометра 150 мм.



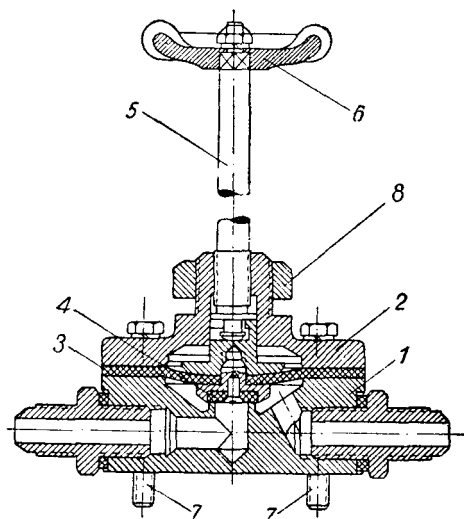
Фиг. 41. Карбюратор-смеситель с центральным подводом газа.

5. КОНСТРУКЦИЯ ГАЗОБАЛЛОННЫХ АВТОМОБИЛЕЙ

Выпускаемая газовая аппаратура унифицирована в основном для всех марок отечественных автомобилей, которые с успехом могут быть переведены на питание газообразным топливом. Более целесообразно, однако, начать перевод с тяжелых грузовиков и автобусов, так как они сжигают больше всего топлива. Затраты, связанные с переоборудованием машин для работы на газе, быстрее всего окупятся на этих типах автомоби-



Фиг. 42. Типовое nippleное соединение.



Фиг. 43. Магистральный вентиль для сжиженного газа:

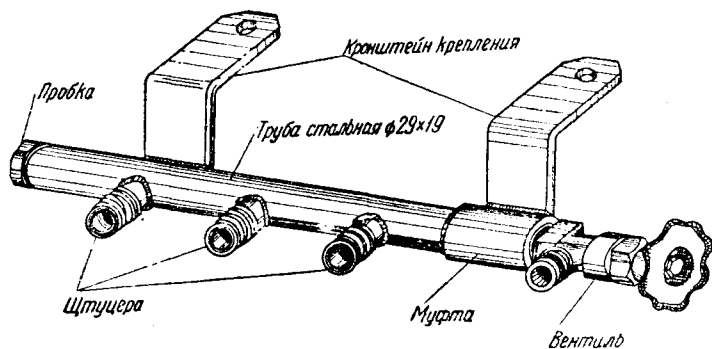
1 — корпус; 2 — крышка; 3 — мембрана; 4 — клапан;
5 — шпindelь; 6 — маховичок; 7 — шпильки крепления;
8 — гайка.

лей; кроме того, значительно сократится потребное количество комплектов газовой аппаратуры и баллонов.

Ниже приводим конструктивное описание различных марок отечественных машин, работающих на газообразных топливах.

При переводе бензинового автомобиля на газ вся его конструкция, габаритные размеры и органы управления остаются неизменными. Баллоны и газовая аппаратура должны монтироваться таким образом, чтобы они не занимали полезной площади кузова и, по возможности, не затрагивали системы питания жидким топливом.

Переход с газа на бензин и обратно не требует никаких переделок или регулировки и сводится лишь к открыванию и закрыванию соответствующих газовых вентилей и бензинового краника. На некоторых машинах переключение с одного вида топлива на другое может быть осуществлено даже на ходу автомобиля.

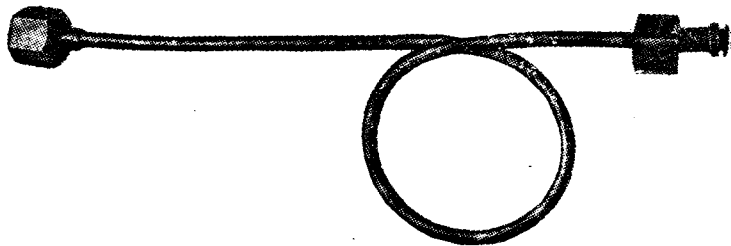


Фиг. 44. Коллектор.

а) Автомобили на сжатых газах

Автозаводы им. Сталина и им. Молотова выпускают готовые автомобили, снабженные баллонами и всем необходимым оборудованием для работы на сжатом газе.

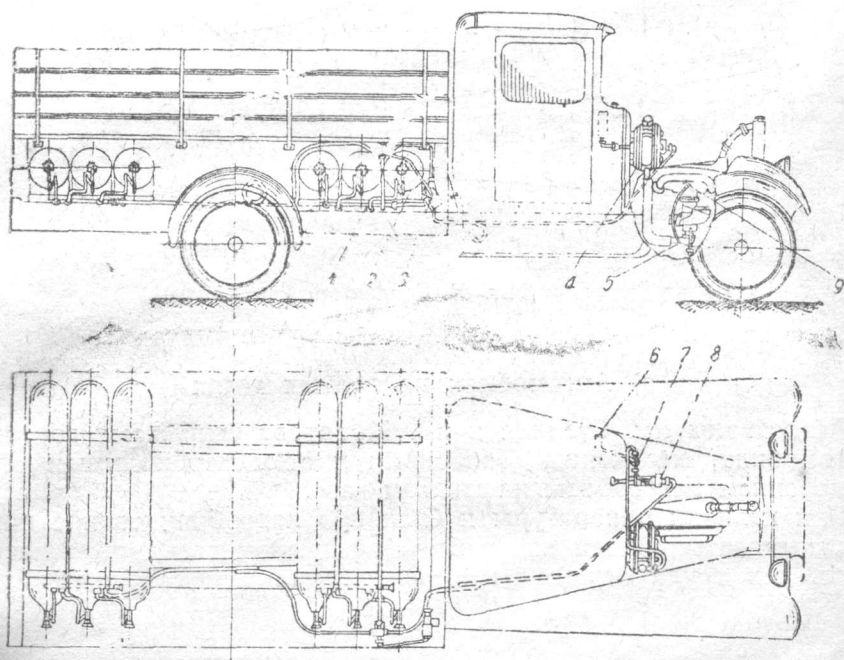
При наличии аппаратуры и баллонов переоборудование стандартных автомобилей для работы на сжатом газе может также быть без труда осуществлено средствами самих автохозяев.



Фиг. 45. Трубопровод с ниппельным соединением для сжатого газа.

На фиг. 46 показана монтажная схема автомобиля ГАЗ-АА, работающего на сжатом газе. Шесть специальных баллонов расположены поперек продольной оси автомобиля под полом кузова. В продольных деревянных брусках автомобиля сделаны специальные полукруглые вырезы, в которые укладываются

ся баллоны. Жесткое крепление баллонов в гнездах достигается помощью стальных лент, притягивающих баллоны к стальным угольникам, повернутым к продольным деревянным брускам. Управление главным (магистральным) вентиляем осуществляется с места водителя. Манометр, выведенный в кабину водителя и показывающий давление газа в баллонах, является одновременно указателем запаса горючего, так как количество газа в баллонах пропорционально его давлению. Все отдельные участки трубопроводов снабжены компенсаторами, представляющими



Фиг. 46. Схема переоборудования автомобиля ГАЗ-АА для работы на сжатом газе.

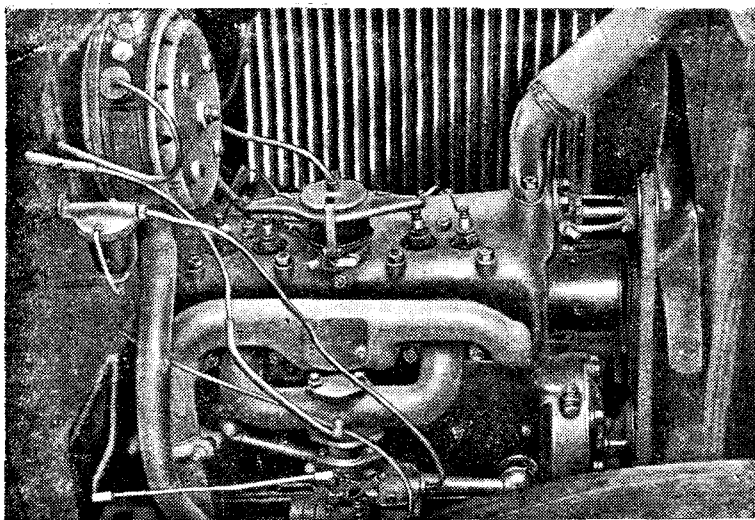
собой витки трубопровода, предохраняющие трубки от поломок при вибрациях или относительных перемещениях элементов газового оборудования.

Редуктор расположен в непосредственной близости от двигателя, что предохраняет клапан от обмерзания, могущего иметь место при редуцировании влажного газа, особенно при низких температурах окружающего воздуха (фиг. 47). Вентиль для заправки баллонов расположен на поперечном бруске, под кузовом автомобиля и легко доступен.

Для удобства присоединения гибкого шланга газонаполнительной станции к наполнительному вентилю автомобиля на боковой штуцер вентиля надевается специальный наконечник.

Баллоны с газом, расположенные под кузовом, закрыты со всех сторон фальшбортами; аппаратура размещена под капотом двигателя.

Схема переоборудования автомобиля ЗИС-5 на сжатый газ аналогична схеме переоборудования автомобиля ГАЗ-АА, за исключением того, что на автомобилях ЗИС-5 устанавливаются восемь баллонов. Карбюратор-смеситель для ЗИС-5 изготовлен на базе стандартного карбюратора МКЗ-6. Для частичной компенсации падения мощности при переводе автомобиля ЗИС-5 на



Фиг. 47. Монтаж аппаратуры на двигателе.

сжатый газ, вместо стандартной бензиновой головки цилиндров со степенью сжатия 4,6 рекомендуется устанавливать головку со степенью сжатия 5,2—5,3 (на автомобилях ГАЗ-АА головки не меняются). При этой степени сжатия вполне возможно работать и на бензине, т. е. универсальность сохраняется. За последнее время были проведены опыты по переводу на сжатый газ не только бензиновых двигателей, но и газогенераторных. В этих двигателях применяется степень сжатия 6,3—7,0, а также устанавливаются отдельные всасывающие и выхлопные трубы, устраняющие подогрев газо-воздушной рабочей смеси.

Такой двигатель при работе на сжатом газе полностью сохраняет бензиновую мощность и на 15—20% уменьшает расход топлива; однако при этом теряется ценное его свойство универсальности, т. е. возможности работать и на газе, и на бензине. Основные технические характеристики автомобилей на сжатых газах приведены в табл. 8.

Таблица 8

Техническая характеристика грузовых автомобилей ГАЗ-АА и ЗИС-5, работающих на сжатых газах

Наименование	ГАЗ-АА	ЗИС-5
Полезная грузоподъемность, т	1,1	2,5
Число баллонов с сжатым газом	6	8
Максимальное рабочее давление в баллонах, атм.	200	200
Полный запас газа в баллонах, м ³	60	80
Вес газовой установки, кг	420	550
Система редуцирования давления газа	Одноступенчатая	Одноступенчатая
Система питания двигателя	Универсальная	Универсальная
Габариты и клиренс	Не меняются	Не меняются
Средний расход газа на 100 км пути, м ³		
при газе 8000 кал/м ³	20	35
при газе 4000 кал/м ³	40	70
Запас хода на газе 8000 кал/м ³ , км	300	240
То же на газе 4000 кал/м ³ , км	150	120

Ниже приводим также перечень необходимого оборудования для перевода автомобилей ЗИС-5 и ГАЗ-АА на сжатый газ (табл. 9).

Таблица 9

Перечень оборудования и материалов для перевода грузовых автомобилей ГАЗ-АА и ЗИС-5 на сжатый газ

Наименование	Количество		Завод-изготовитель
	ГАЗ-АА	ЗИС-5	
Баллоны специальные, емкостью в 50 л на рабочее давление 200 атм при мертвом весе не свыше 65 кг	6	8	Завод им. Карла Либкнехта в Нижнеднепровске
Редуктор газовый	1	1	Куйбышевский карбюраторно-арматурный завод
Фильтр высокого давления	1	1	То же
Коллектор для газа	2	2	»
Смесительное устройство	1	1	»
Специальный карбюратор на базе М-1	1	—	»
Манометр высокого давления (300 атм.)	1	1	Зав д «Манометр», Москва

Наименование	Количество		Завод-изготовитель
	ГАЗ-АА	ЗИС-5	
Вентили (магистральный, наполнительный, коллекторные и баллонные)	10	12	Завод «ВАТ», Москва
Соединительная арматура (комплектно)	1	1	Куйбышевский карбюраторно-арматурный завод
Трубка медная для трубопровода высокого давления (9/5 мм) в кг	4	5	Завод «Красный выборжец»
Гезиновый шланг диам 25 мм в м	1,0	1,0	Резин трест
Резиновый шланг (диам. 6 мм) в м	0,5	0,5	»
Специальный карбюратор на базе МКЗ-6	—	1	Автозавод им. Сталина
Головка цилиндров «Б-3» (степень сжатия 5,3)	—	1	Т о ж е
Детали крепления аппаратуры и баллонов (комплектно)	1	1	Потребитель

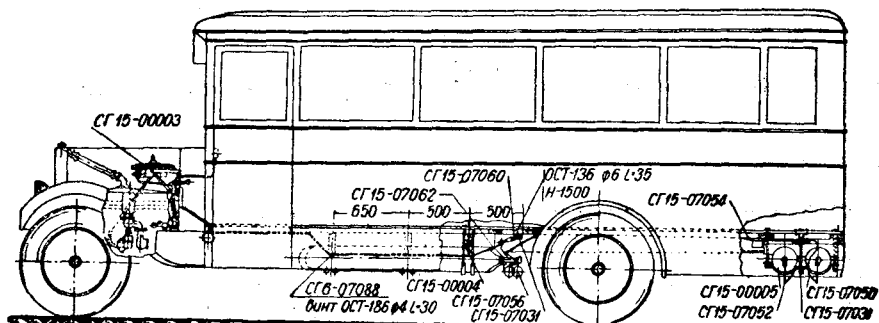
Примечание. По новой «бесколлекторной» схеме (см. фиг. 8) общее количество вентиля уменьшается для автомобилей ЗИС-5 и ГАЗ-АА до четырех штук на машину.

Совершенно аналогично грузовикам производится и перевод на сжатый газ автобусов. В связи с большим километражем этих машин и постоянством маршрутов, облегчающим проблему газоснабжения, перевод их на газ является делом весьма рентабельным, дающим значительную экономию бензина.

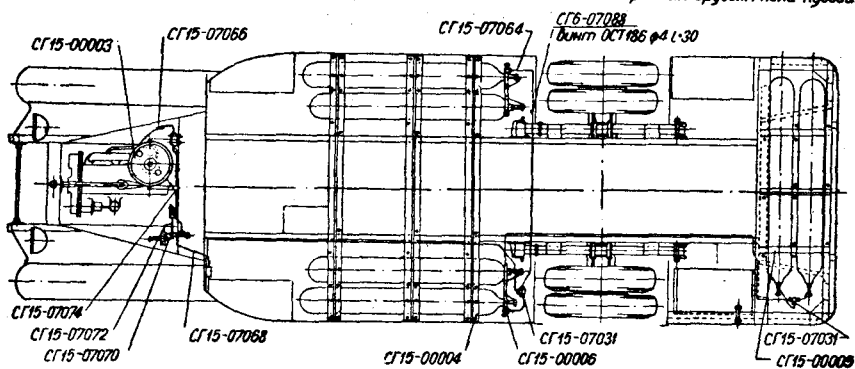
Подобные автобусы (ЗИС-8 и ЗИС-16) успешно работают в Москве на светильном газе. Для высококалорийного газа (например, в Баку) перевод автобусов на сжатый газ был бы особенно эффективен.

На фиг. 48 показан общий вид автобуса ЗИС-8, оборудованного газовой аппаратурой и баллонами для работы на сжатом газе. На автобусе устанавливаются шесть баллонов: четыре баллона подвешиваются на специально устанавливаемых угольниках вдоль оси автобуса, два баллона крепятся к задней части рамы.

Автобус оборудован одноступенчатой редуцирующей аппаратурой. Аппаратура та же, что и на грузовых автомобилях. Вместо стандартного автобусного бензобака устанавливается бензобак на 60 л автомобиля ЗИС-5. Этот бензобак переносится несколько назад, для того чтобы не мешать установке баллонов. На двигателе установлена головка со степенью сжатия 5,2—5,3, поэтому полностью сохраняется возможность работы как на газообразном топливе, так и на бензине. Аккумуля-



Примечание: трубки высокого давления крепятся деталью CG 6-07088 к поперечным брусьям пола кузова



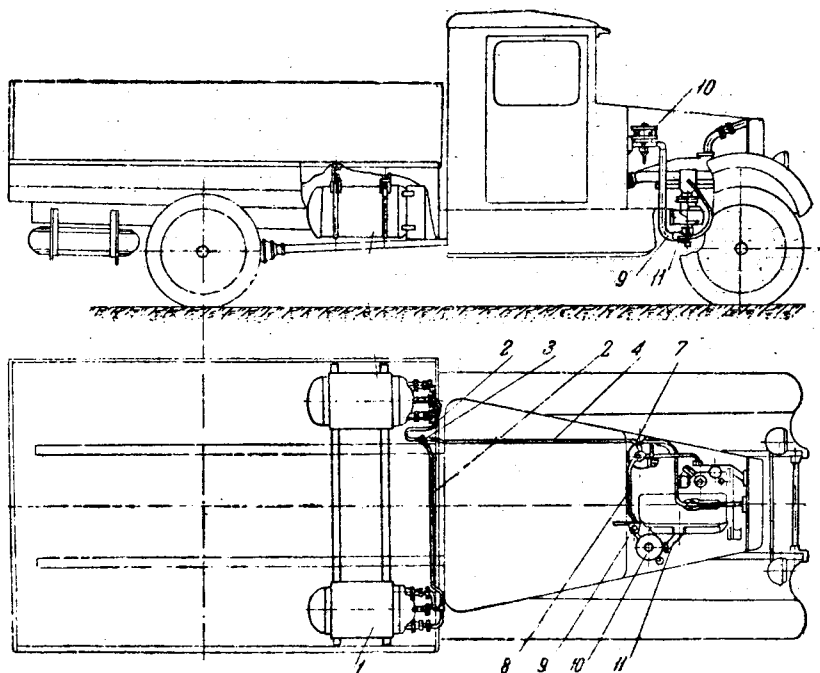
Фиг. 48. Автобус ЗИС-8, работающий на сжатом газе.

лируемый в шести баллонах запас газа обеспечивает пробег на естественном газе 200 км.

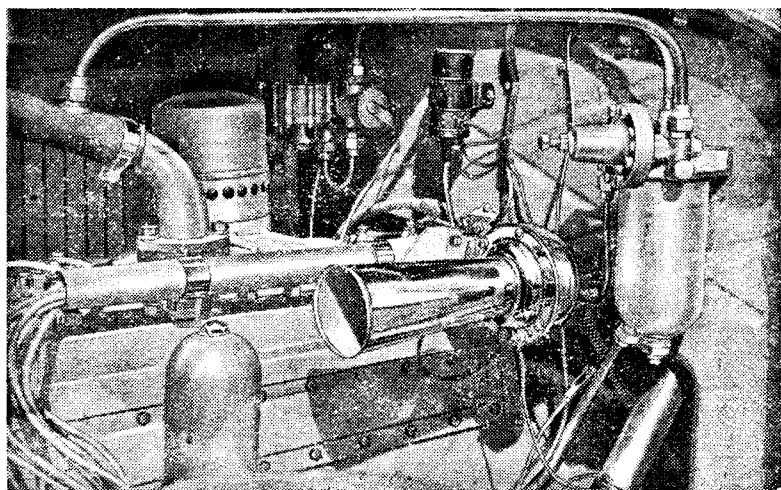
Что касается перевода легковых автомобилей на сжатый газ, то он может быть рекомендован лишь в исключительных случаях, когда вопросы уменьшения радиуса действия и снижения грузоподъемности машины не играют решающей роли.

б) Автомобили на сжиженных газах

Грузовые автомобили с двухступенчатой аппаратурой и сварными баллонами. На фиг. 49 показана схема монтажа газового оборудования на автомобилях ЗИС-5 и ГАЗ-АА, на фиг. 50 — общий вид крепления газовой аппаратуры на двигателе ЗИС-5 (на двигателе ГАЗ-АА аппаратура монтируется совершенно аналогично). Два баллона 1 крепятся с боков машины под кузовом вдоль рамы. Каждый баллон прикреплен двумя металлическими обоями через деревянные подушки к двум швеллерам, укрепленным поперек рамы. Баллоны (левый и правый) различаются лишь расположением напол-

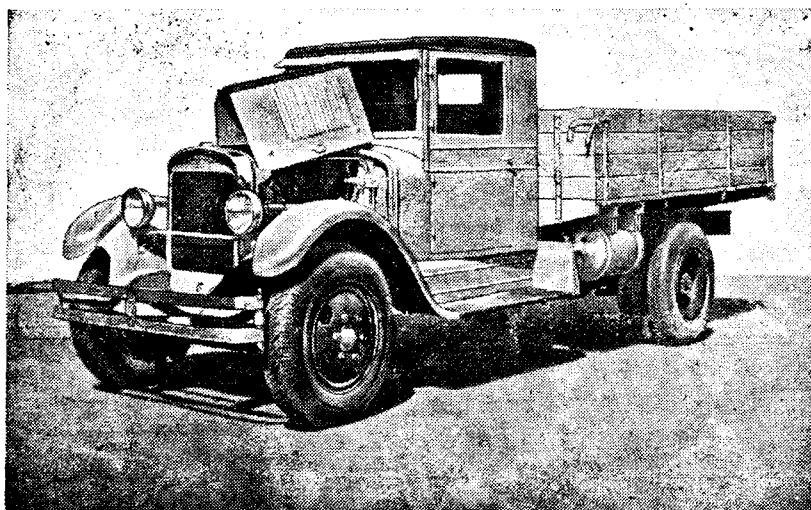


Фиг. 49. Схема монтажа газового оборудования на автомобилях ЗИС-5 и ГАЗ-АА, работающих на сжиженном газе.



Фиг. 50. Крепление двухступенчатой аппаратуры для сжиженного газа на щитке автомобиля ЗИС-5,

нительного клапана, который для удобства заправки расположен с наружной стороны баллона. Арматура баллонов прикрыта снизу кожухом, защищающим ее от грязи и камней. Присоединение заправочного шланга весьма удобно. Трубки от обоих баллонов соединяются тройником и, далее, к аппаратуре, из обоих баллонов газ поступает по одной трубке. Редуктор высокого давления — испаритель 7, магистральный кран 9, снабженный рукояткой, выведенной в кабину водителя, и редуктор низкого давления 9, крепятся к переднему щитку автомобиля. К испарителю подводится вода из системы охлаждения.



Фиг. 51. Автомобиль ЗИС-5, оборудованный двухступенчатой аппаратурой и сварными баллонами для сжиженного газа.

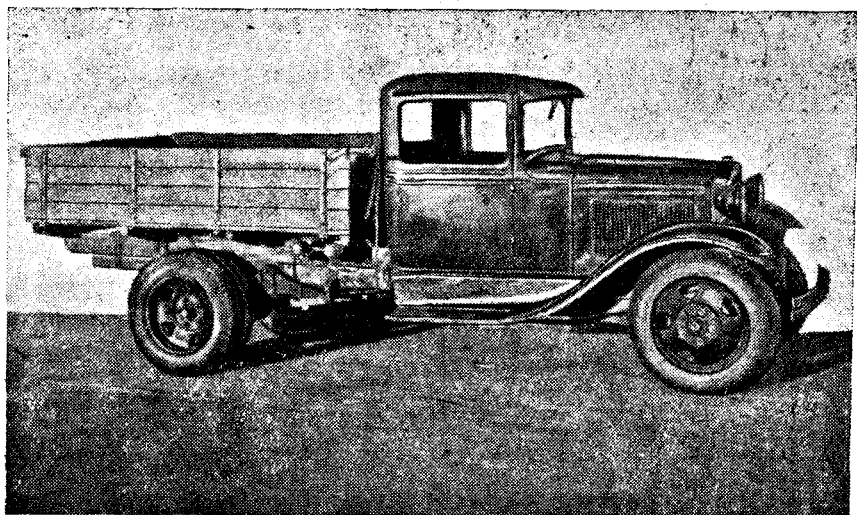
Горячая вода подводится от верхнего шланга между патрубком радиатора и головкой цилиндров. Охлажденная вода из испарителя отводится в нижний патрубок радиатора.

Так как вес газовой установки незначителен, то практически можно считать, что грузоподъемность машины остается неизменной.

На фиг. 51 показано фото автомобиля ЗИС-5 с баллонами и аппаратурой для сжиженного газа.

Грузовые автомобили с одноступенчатой аппаратурой и стандартными промышленными баллонами. На фиг. 52 и 53 показан общий вид автомобиля ГАЗ-АА, оборудованного одноступенчатым двухмембранным редуктором, испарителем, использующим в качестве источника тепла продукты сгорания, и стандартные кислородные баллоны. Два или три баллона укладываются в специальных вырезах в продольных брусках поперек продольной оси автомоби-

ля. Емкость каждого баллона 40—50 л. Баллоны крепятся аналогично баллонам для сжатого газа стальными лентами к угольникам, повернутым к продольным брускам автомобиля. Редуктор крепится к переднему щитку автомобиля или непосредственно на головке двигателя. Испарение газа производится до ввода его в редуктор в змеевике, помещенном в коробочке, монтируемой на фланце непосредственно к выхлопной трубе, в которой просверлено отверстие и приварен фланец (фиг. 54). Поступившая в редуктор при непрогретом двигателе жидкость попадает в трубку, введенную внутрь выхлопной тру-

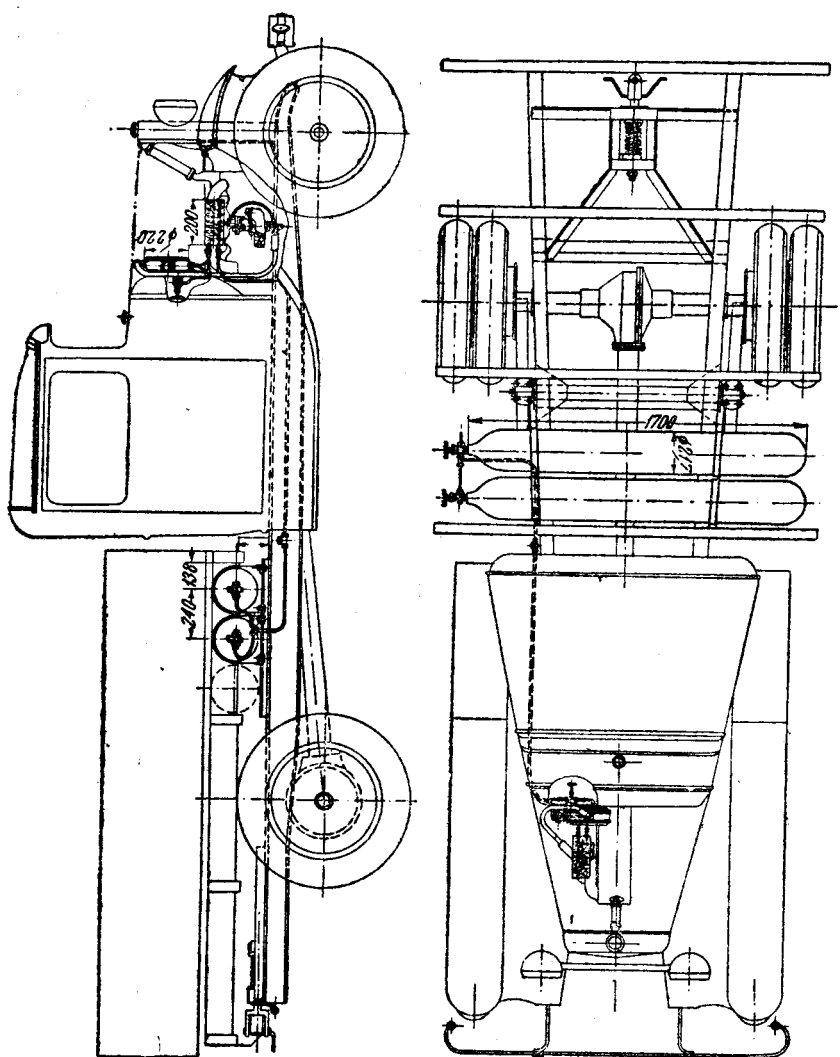


Фиг. 52. Автомобиль ГАЗ-АА, оборудованный одноступенчатой аппаратурой и кислородными баллонами для сжиженного газа.

бы, где она быстро испаряется и поднимается обратно в редуктор, откуда засасывается в двигатель. Испытания этого автомобиля показали вполне удовлетворительные результаты даже при работе на самых тяжелых сортах сжиженного газа. Использование для редуцирования давления сжиженного газа редуктора, предназначенного для сжатых газов, дает возможность полностью унифицировать аппаратуру для всех видов газа, что значительно упрощает производство ее.

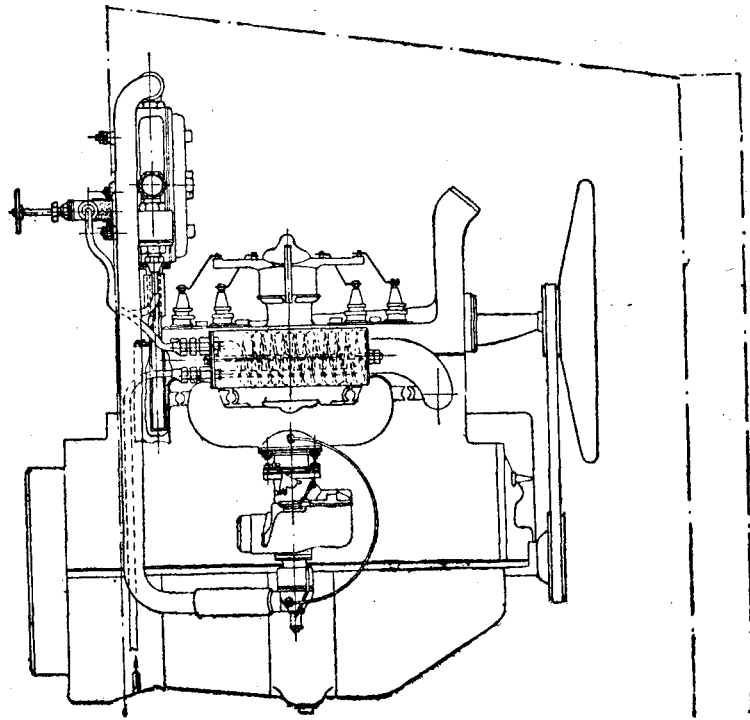
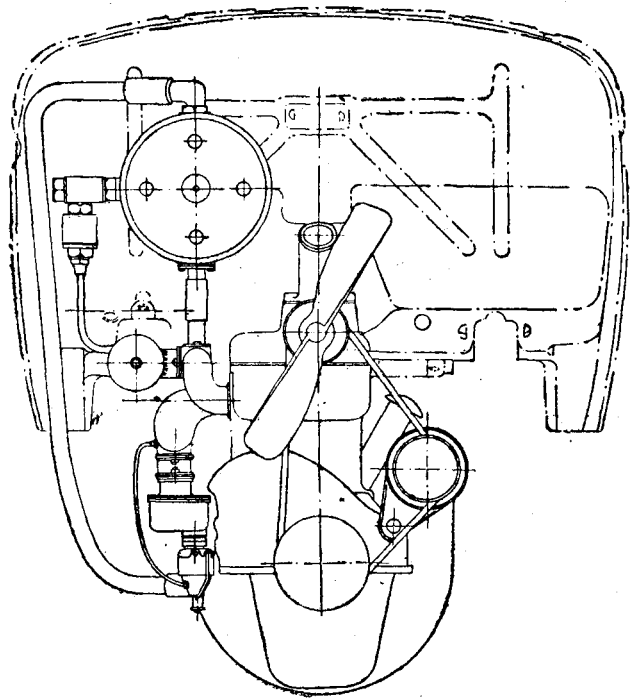
На фиг. 55 показана монтажная схема газового оборудования на автомобиле ЯГ-6, оборудованном двумя сварными баллонами, одноступенчатым двухмембранным редуктором и водяным испарителем. Испаритель представляет собой змеевик из медной или стальной трубки, помещенный в легкой стальной коробке, введенной в систему циркуляции охлаждающей воды двигателя.

Для доиспарения попавших при непрогретом двигателе частиц жидкости устанавливается, как и в предыдущем случае, вспомогательный испаритель.



Фиг. 53. Общий вид газобаллонного автомобиля ГАЗ-АА, работающего на сжиженном бутанопропановом газе.

На фиг. 56, 57, 58, 59 показаны монтажные схемы переоборудования автомобилей ЗИС-5 и ГАЗ-АА одноступенчатой унифицированной аппаратурой, сварными баллонами и водяным испарителем. На автомобиле ЗИС-5 редуктор, испаритель, магистральный вентиль и смеситель устанавливаются непосредственно на двигателе.



Фиг. 54. Установка аппаратуры на двигателе ГАЗ-АА.

Редуктор устанавливается на специальном кронштейне, который крепится при помощи шпилек к головке блока. На этом же кронштейне устанавливается магистральный вентиль. Крепление вентиля к кронштейну осуществляется при помощи четырех болтов.

Для пропуска шпинделя вентиля внутрь кабины водителя в щитке торпеды просверливается отверстие диаметром 30 мм.

Испаритель (основной) устанавливается вместо верхнего водяного патрубка двигателя. Крепление его производится теми же болтами, которыми крепится водяной патрубков.

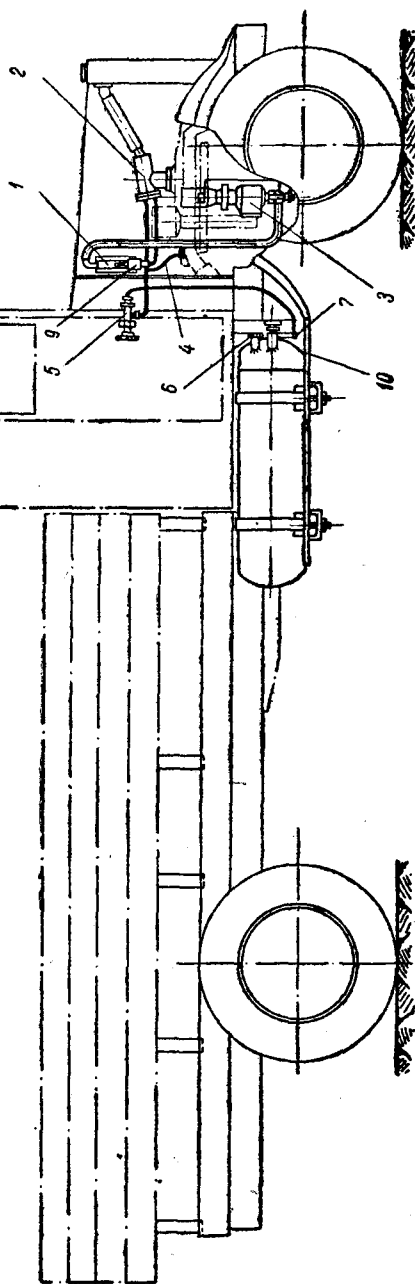
Для соединения испарителя с патрубком радиатора в комплекте газового оборудования имеется специальная переходная муфта, которую необходимо припаять к патрубку.

Карбюратор-смеситель крепится на месте бензинового карбюратора.

Для штуцера холостого хода во всасывающей трубе сверлится отверстие и нарезается резьба $1M10 \times 1$. Отверстие должно быть расположено на оси карбюратора-смесителя и всасывающей трубы. Этим обеспечивается хорошее перемешивание газа с воздухом и равномерное распределение рабочей смеси по цилиндрам двигателя при работе на холостом ходу.

Фиг. 55. Схема газобаллонного автомобиля ЯГ-6, работающего на сжиженном газе:

1—редуктор одноступенчатый; 2—испаритель основной; 3—карбюратор-смеситель; 4—испаритель вспомогательный; 5—магистральный вентиль; 6—наполнительный клапан; 7—тройник (к 2-му баллону); 8—баллон; 9—Фильтр; 10—вентиль баллона.



Газопровод, идущий от баллонов к вентилю, крепится к лонжерону специальными скобами.

На автомобиле ГАЗ-АА баллоны подвешиваются к полу кузова. Испаритель крепится на передней щитке кабины в левом верхнем углу. Магистральный вентиль крепится на щитке при помощи специальной гайки.

Редуктор также устанавливается на щитке торпедо и крепится при помощи четырех шпилек, имеющихся на крышке.

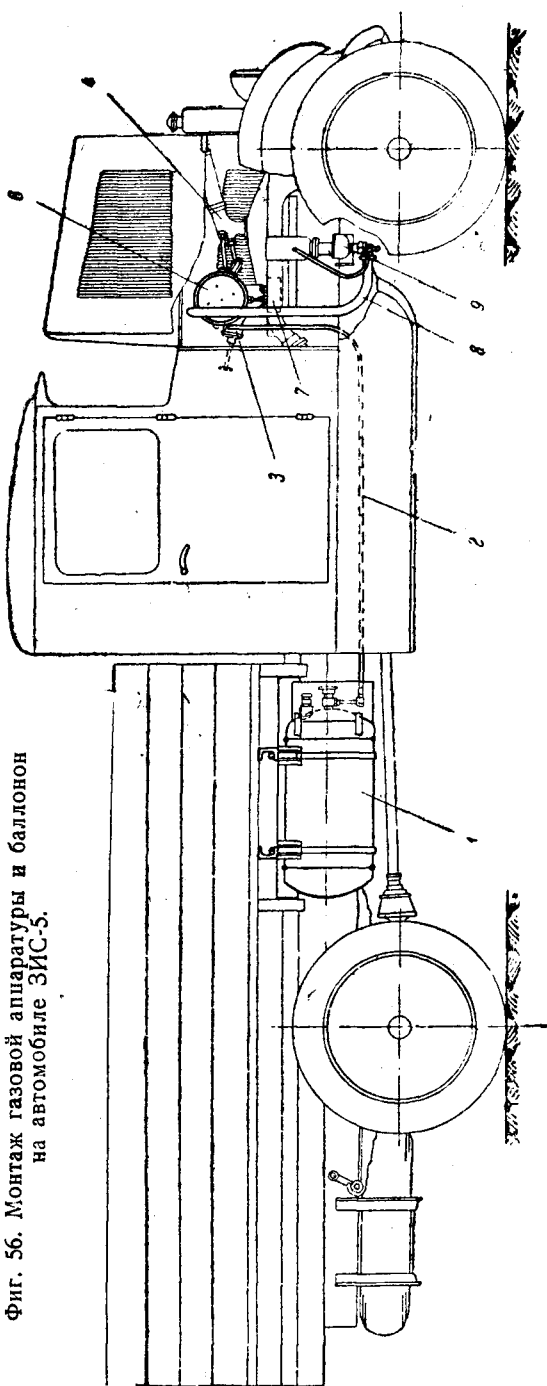
При установке редуктора требуется перестановка фильтра-отстойника для бензина. Фильтр-отстойник опускается на 125 мм.

Карбюратор-смеситель крепится так же, как и обычный карбюратор.

Для штуцера холостого хода в карбюраторе или во всасывающей трубе сверлится отверстие и нарезается резьба $1\text{ M } 10 \times 1$.

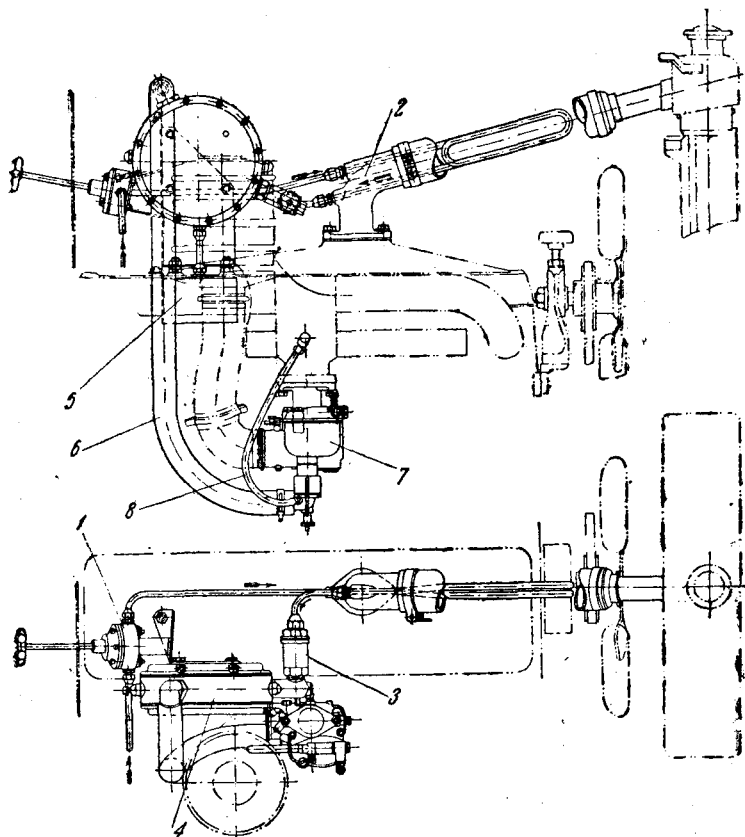
Легковые автомобили. Если большой вес баллонов несколько лимитирует перевод легкового автотранспорта на сжатый газ, то сжиженный газ с успехом может быть использован в качестве топлива для легковых автомобилей.

На фиг. 60 показана монтажная схема авто-



мобиль М-1, переоборудованного для работы на сжиженном газе.

Два баллона емкостью в 55 л вписаны в габариты удаленного бензинового бака. Крепление баллонов к раме автомобиля осуществляется двумя стальными лентами. Баллоны стягиваются друг с другом также двумя стальными лентами. Для облегчения заправки жидкостные и паровые пространства обоих



Фиг. 57. Монтаж газовой аппаратуры на двигателе ЗИС-5

баллонов соединены между собой. Заправочный клапан выведен наружу. Газовая аппаратура (в данном случае двухступенчатая) крепится к переднему щитку автомобиля, на выступе которого устанавливается бензиновый бачок на 20 л. Таким образом, сохраняется возможность работы и на бензине.

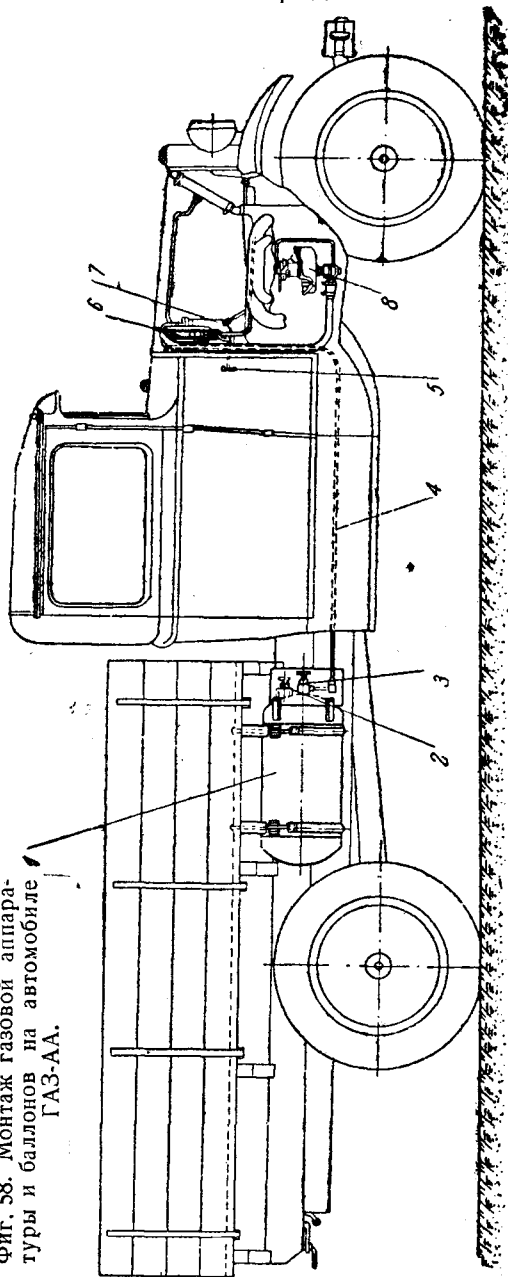
На сжиженный газ переведено также и некоторое количество автомобилей ЗИС-101. Газовый баллон располагается в багажнике, поэтому имеется возможность сохранить бензобак на его обычном месте. Монтаж аппаратуры затруднений не представляет. В частности, весьма удобно помещать газовый змеевик внутри водяной рубашки двигателя.

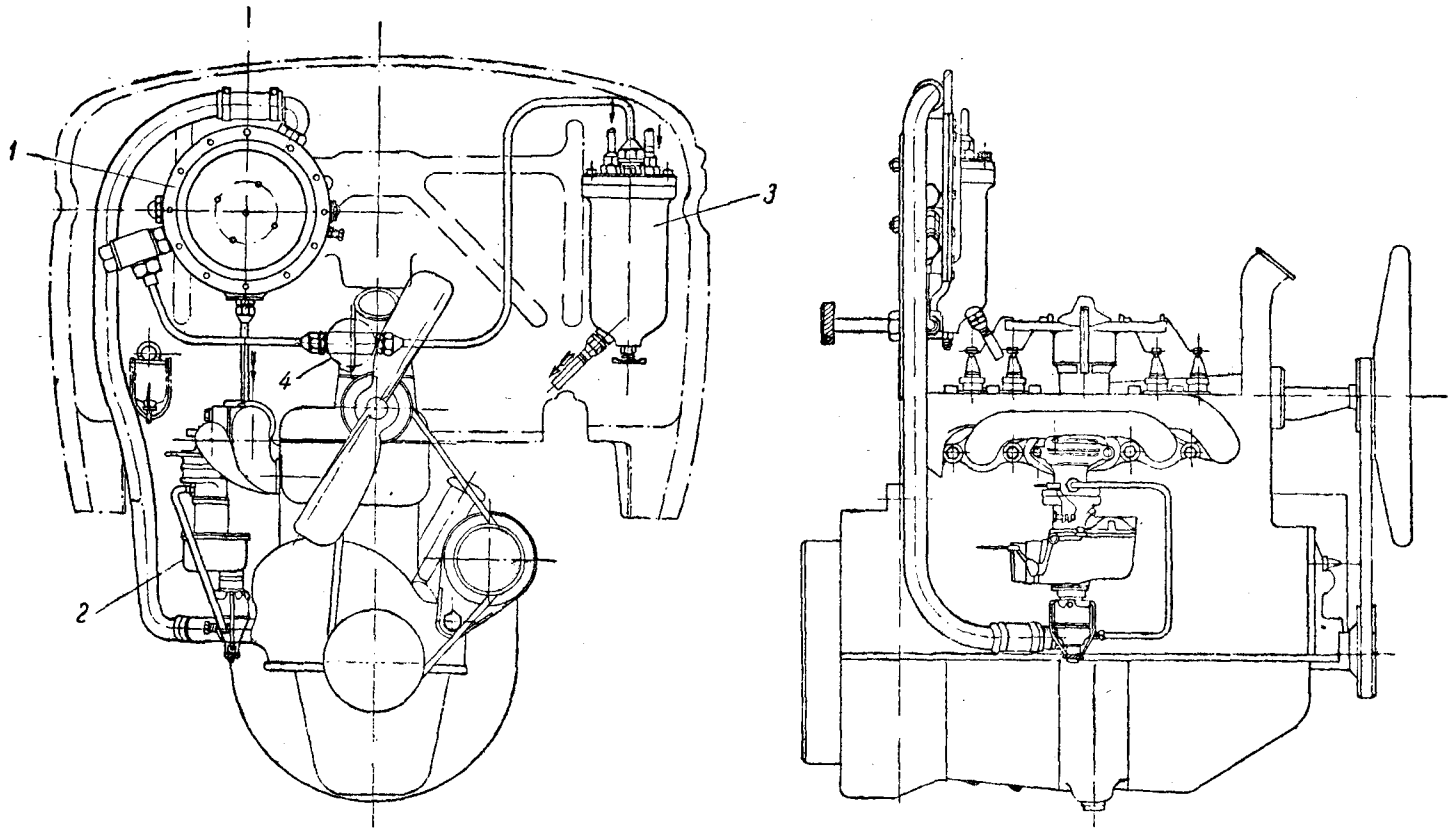
Автобусы. Как уже выше отмечалось, исключительно целесообразно переводить на сжиженный газ городские многоместные автобусы. Для этих машин значительной грузоподъемности и километража, исчисляемого обычно десятками тысяч километров в год, имеются дополнительные преимущества в виде безвредности и отсутствия неприятного запаха бензина у бутано-пропанового газа и уменьшения содержания ядовитых продуктов сгорания в выхлопных газах, что особенно дает себя чувствовать летом на больших рейсах. Сжиженный газ также весьма приемлем с точки зрения возможности улучшения динамики автобусов.

В 1939 и 1940 гг. проводились длительные испытания в нормальных эксплуатационных условиях автобуса ЗИС-8 на сжиженном газе. Результаты оказались весьма удачными. В настоящее время проведены испытания и автобуса ЗИС-16 на сжиженном газе в Москве.

Внешний вид автобуса при переводе его на газ не меняется. Два баллона подвешиваются под кузовом, вдоль оси автобуса, к трем специально устанавливаемым угольникам, для чего вместо автобусного бензинового бака за задним колесом устанавливается 60-литровый бак с грузового автомобиля ЗИС-5. Заправка баллонов газом производится через дверцы, специально прорезанные в обшивке кузова с обеих сторон.

Фиг. 58. Монтаж газовой аппаратуры и баллонов на автомобиле ГАЗ-АА.





Фиг. 59. Монтаж газовой аппаратуры на двигателе ГАЗ-АА,

Основные технические характеристики отдельных типов отечественных машин на сжиженном газе сведены в табл. 10.

Таблица 10

Техническая характеристика отечественных автомобилей на сжиженных газах

	ЗИС-5	ГАЗ-АА	ЯГ-6	ЗИС-8	М-1	ЗИС-101
Число баллонов	2	2	2	2	2	1
Расчетное давление газа, атм.	16	16	16	16	16	16
Вес газа в баллонах, кг	65	47	55	77	27	35
Расход газа на 100 км пробега, кг	30	17	—	32	12	18
Запас хода автомобиля без пополнения горючим, км	225	280	—	230	220	200
Вес газовой установки, кг	105	85	—	125	60	75
Грузоподъемность, мощность без каких бы то ни было переделок двигателя	Практически не отличается от стандартного бензинового автомобиля					

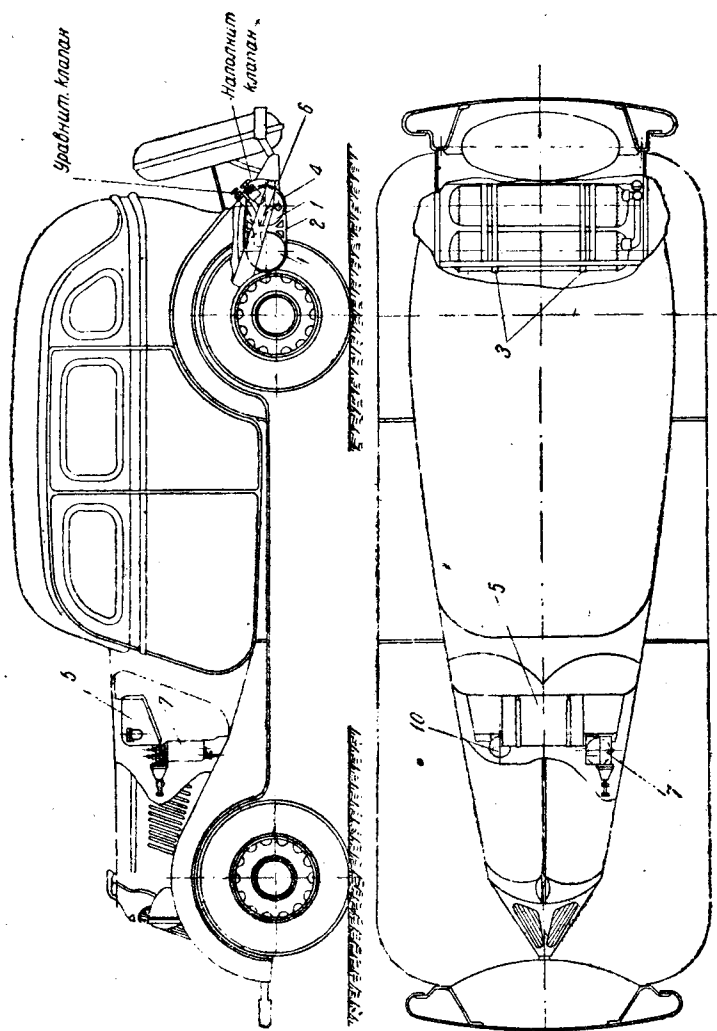
Спецификация материалов, необходимых для переоборудования автомобилей на сжиженный газ со сварными баллонами и двухступенчатой аппаратурой, дана в табл. 11.

Таблица 11

Спецификация оборудования и материалов на переоборудование автомобилей на сжиженный газ

Наименование	ЗИС-5	ГАЗ-АА	ЯГ-6	ЗИС-8	М-1	ЗИС-101
Сварные баллоны, шт.	2	2	2	2	2	1
Редуктор высокого давления, испаритель, шт.	1	1	1	1	1	1
Редуктор низкого давления, шт.	1	1	1	1	1	1
Магистральный кран, шт.	1	1	1	1	1	1
Смеситель, шт.	1	1	1	1	1	1
Арматура баллонов, компл.	2	2	2	2	2	1
Тройники, шт.	3	3	3	3	3	1
Штуцеры, перекидные гайки, прокладки, компл.	1	1	1	1	1	1
Трубка медная 10/12 и 8/10, кг	4	3	4	4	3	3
Шланг резиновый диам. 1", м	1	1	1	1	1	1
Трубочка резиновая диам. 4 мм, м	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
Детали крепления баллонов, компл.	1	1	1	1	1	1
Нормали, компл.	1	1	1	1	1	1

В случае применения одноступенчатой аппаратуры взамен редуктора-испарителя и редуктора низкого давления устанавливаются одноступенчатый редуктор и испарительное устройство. Остальные детали остаются неизменными.



Фиг. 60. Схема монтажа аппаратуры на автомобиле М-1 для работы на сжиженном газе.

При замене сварных баллонов обычными промышленными соответственно образом меняется и арматура для баллонов.

Таким образом, вопрос о возможности перевода отечественных машин всех марок на газ технически полностью разрешен. Ближайшей задачей является стандартизация применяемой аппаратуры и способов переоборудования машин. Широкий ввод в эксплуатацию газовых автомобилей будет зависеть от наличия достаточных газовых ресурсов и организации транспорта, хранения и раздачи газа.

6. ОБСЛУЖИВАНИЕ АВТОМОБИЛЕЙ НА ГАЗООБРАЗНЫХ ГОРЮЧИХ

Обслуживание автомобиля, работающего на газе, мало отличается от обслуживания бензинового автомобиля, но требует, помимо знания газовой аппаратуры, усвоения техники заправки автомобиля газом и твердого знания правил техники безопасности при работе на газообразном горючем. Поэтому для правильной и безопасной эксплуатации обязателен предварительный инструктаж обслуживающего персонала.

Управление автомобилем. Поскольку в агрегаты и в двигатель автомобиля, переводимого на газ, не вносятся никаких изменений, управление машиной ничем не отличается от управления бензиновым автомобилем.

Запуск двигателя. Запуск двигателя как правило, производится на газе. Для этого нужно при работе на сжатом газе открыть вентиль баллона или секции. Открыть магистральный вентиль. Включить зажигание, немного приоткрыть дроссельную заслонку и нажать кнопку стартера.

Для облегчения запуска допускается кратковременное частичное закрытие воздушной заслонки. Холодному двигателю следует для прогрева дать 1—2 минуты поработать на малых оборотах, а затем увеличить опережение зажигания и прибавить обороты, после чего машина готова к выезду.

Для запуска теплого двигателя не требуется ни открытия дросселя, ни прикрывания воздушной заслонки. Двигатель заводится при закрытом дросселе и может немедленно начать работать под нагрузкой.

При работе на сжиженном газе запуск осуществляется так же, как и на сжатом газе. В очень холодную погоду, особенно при работе на тяжелых фракциях сжиженного газа, запуск двигателя лучше осуществлять на паре. Для этого на одном из баллонов открывается вместо жидкостного паровой вентиль. Во всем остальном запуск производить, как описано выше. Когда двигатель прогреется и вступит в работу испарительное устройство, закрыть паровой и открыть жидкостный вентиль. Длительно работать на паре двигатель не должен.

Холостой ход. При работе на газе холостой ход должен быть вполне устойчивым при крайнем положении манетки ручного газа. Регулировка осуществляется винтами холостого хода карбюратора-смесителя. Правильно отрегулированный двигатель должен не только устойчиво работать на очень малых холостых оборотах, но и обеспечить плавный и быстрый переход с малых оборотов на большие.

Опережение зажигания при работе на газе следует давать несколько более раннее, чем при работе на бензине. Необходимое увеличение угла опережения достигается перемещением манетки.

Остановка двигателя. Остановку двигателя следует производить выключением зажигания. В случае очень непродолжительной остановки и уверенности в герметичности аппаратуры магистральный вентиль можно не закрывать. При более длительных остановках необходимо закрывать магистральный вентиль, а при остановках на несколько часов, постановке машины в гараж и т. п. необходимо закрыть и вентили на баллонах или секционные.

Переход с газообразного топлива на жидкое и обратно. Переход с газообразного топлива на жидкое или с жидкого на газ может осуществляться без остановки двигателя. Однако широко применять этот прием не рекомендуется, так как при переходе на другое топливо без остановки двигателя некоторое время будет иметь место работа на смеси двух топлив. В эти моменты из-за переобогащения смеси возможны иногда перебои и «выстрелы», опасные в пожарном отношении.

Переход на другое топливо без остановки двигателя может быть допущен лишь в экстренных случаях. Наиболее безопасно производить эти операции следующим образом.

Для перехода с газа на бензин установить средние обороты двигателя, открыть бензокраник и через 2—3 сек. закрыть газовый магистральный вентиль. До заполнения всего объема поплавковой камеры двигатель будет работать неустойчиво; через 10—12 сек. обычно начинается уже нормальная работа на бензине. После этого закрыть вентиль баллона.

Наоборот, при переходе с бензина на газ без остановки двигателя следует закрыть бензиновый краник и открыть жидкостной вентиль баллона для сжиженного газа или секционный для сжатого. Не открывая магистрального газового вентиля, выработать бензин из поплавковой камеры на средних оборотах двигателя. Когда двигатель начнет сбавлять обороты, открыть магистральный вентиль. Через несколько секунд неустойчивой работы на смеси двух топлив начнется нормальная работа на газе.

При переводе двигателя на другой вид топлива на более длительный период времени нужно поступать так: при переходе с газа на бензин закрыть вентиль на баллоне или в секции и магистральный вентиль и выработать газ из системы. После остановки двигателя завернуть доотказа регулировочный винт холодного хода смесителя и поставить у газовой шайбы заглушку. Открыть бензиновый краник. Завести машину на бензине, как обычно.

При переходе с бензина на газ: закрыть бензиновый краник, выработать топливо из поплавковой камеры карбюратора. После остановки двигателя открыть вентиль баллона или секции и магистральный газовый вентиль, отвернуть регулировочный винт смесителя, вынуть заглушку и заводить двигатель.

Особые требования по техническому надзору за работой газобаллонного автомобиля. При

техническом осмотре автомобиля должно быть обращено особое внимание на:

- 1) герметичность всех соединений и вентилях на баллонах,
- 2) герметичность аппаратуры,
- 3) герметичность и легкое закрытие и открытие магистрального вентиля,
- 4) надежность крепления баллонов,
- 5) отсутствие повреждений на трубопроводах.

7. ВОЗМОЖНЫЕ НЕИСПРАВНОСТИ ГАЗОВОЙ АППАРАТУРЫ И СПОСОБЫ ИХ УСТРАНЕНИЯ

Редуктор (СГ-19 унифицированный).

1. Нарушение герметичности клапана редуктора, которое может возникнуть в случае попадания твердых частиц (металлические стружки от резьбовых соединений, окалина и пр.), а также из-за разъедания клапана вредными примесями, содержащимися в топливе.

2. Нарушение герметичности клапана вследствие неправильного положения регулировочного винта (слишком много завернут винт).

Нарушение герметичности клапана можно обнаружить на слух, по характерному шипению выходящего газа или путем отъединения шланга от смесителя и опускания его в сосуд с водой. Появление пузырьков газа укажет на отсутствие герметичности.

В случае повреждения рабочей поверхности клапана рекомендуется заменить его запасным или исправить старый путем снятия поврежденного слоя.

3. Искривление рычажного механизма редуктора, могущее произойти от слишком сильного подвертывания регулировочного винта. В случае искривления рычажного механизма работа редуктора нарушается, и для исправления его требуется полная разборка.

4. При сборке редуктора не выдержана толщина прокладки между корпусами и входным штуцером, вследствие чего толкатель клапана становится или длинным, или коротким.

Если толкатель слишком короток, то при полностью завернутом регулировочном винте клапан не будет открываться.

Если толкатель слишком длинен, то при полностью отвернутом регулировочном винте клапан редуктора не закрывается, так как упирается в толкатель. В этом случае клапан редуктора теряет герметичность.

Если толкатель короток, следует уменьшить толщину подкладки, а если длинен, увеличить толщину ее.

Указанную регулировку нужно производить со снятой крышкой редуктора. При правильно подобранной прокладке и пол-

ностью развернутом регулировочном винте толкатель клапана должен касаться подвижного рычажка, а клапан должен быть герметично закрыт.

5. Изогнуты диски мембран. Диски могут быть повреждены при длительной работе двигателя на бензине. При работе двигателя на бензине необходимо заворачивать регулировочный винт холостого хода и ставить заглушку к газовой шайбе карбюратора-смесителя.

6. Неправильно установлены диски мембран. Большие диски должны быть обращены во внутреннюю полость редуктора.

7. Разрыв мембран. Такой дефект может быть результатом неаккуратной сборки или длительной работы двигателя на бензине с отвернутым регулировочным винтом холостого хода у смесителя, или при отсутствии заглушки у газовой шайбы.

Карбюратор-смеситель.

1. Изогнут и не прилегает плотно к седлу обратный клапан. Такое повреждение возникает обычно при обратных вспышках в карбюраторе-смесителе. При изогнутом клапане ухудшаются запуск и холостой ход двигателя.

В случае поломки обратного клапана двигатель совершенно не может работать на малых оборотах и заводится только с прикрытой воздушной заслонкой.

2. Неправильно, с перекосом, установлен обратный клапан в гнездо клапанодержателя. Через неплотности возможен подсос воздуха и нарушение работы двигателя (плохой запуск, неустойчивые малые обороты, падение мощности из-за переобеднения рабочей смеси).

3. Неправильно выбран диаметр газовой шайбы для данного сорта газа.

Арматура.

Вентили: 1) повреждение рабочей поверхности клапана, могущее произойти из-за попадания под клапан твердых частиц. Устраняется исправлением старого (притирка, шлифовка) и заменой клапана.

2. Неплотности в местах зажима мембраны. Пропуск газа устраняется подвертыванием крышки вентиля.

3. Разрыв мембраны вентиля. При неисправном баллонном вентиле замену мембраны производить только после полной выработки газа из баллона.

4. Заедание клапана. В этом случае прекращается поступление газа к аппаратуре.

Указатель уровня.

Пропуск газа через сальник. Дефект можно устранить подтяжкой сальниковой гайки. Если утечка газа не пре-

кращается, необходимо добавить набивку сальника или заменить ее.

Наполнительный клапан.

1. Нарушение герметичности клапана из-за попадания твердых частиц или разъедания его.

Неисправный клапан необходимо вывернуть из баллона и, в зависимости от характера повреждения, отремонтировать или заменить исправным.

2. Заедание клапана в направляющей, которое может произойти вследствие попадания твердых частиц в направляющую.

Неполадки в работе двигателя

а) Двигатель не заводится.

Возможные причины:

- 1) закрыт магистральный вентиль,
- 2) негерметичен клапан редуктора,
- 3) неисправен обратный клапан смесителя,
- 4) заедание рычажного механизма редуктора.

б) Двигатель плохо заводится и не работает на малых оборотах.

Возможные причины:

- 1) неправильная регулировка холостого хода,
- 2) негерметичен клапан редуктора,
- 3) подсос воздуха через соединения в клапанодержателе или через трубку для газа холостого хода и через шланг в местах соединения его с редуктором и смесителем,
- 4) обратный клапан смесителя неплотно прилегает к седлу,
- 5) неправильно собран редуктор: малые диски мембраны обращены во внутреннюю полость редуктора.

в) Двигатель плохо переходит от малых оборотов к большим.

Возможные причины:

- 1) слишком мало отвернут винт для газа холостого хода,
- 2) плохо открывается обратный клапан карбюратора-смесителя,
- 3) неисправен редуктор.

г) Двигатель заметно теряет мощность.

Возможные причины:

- 1) мало открыт магистральный вентиль,
- 2) неправильно подобран диаметр газовой шайбы,
- 3) недостаточен ход клапана редуктора (мало подвернут регулировочный винт),
- 4) загрязнен фильтр.

При работе с повышенными степенями сжатия имеют место иногда специфические неполадки, связанные с работой систе-

мы зажигания. Эти неполадки наблюдаются преимущественно на двигателях ЗИС.

1. Несвоевременное проскакивание искры из-за паведенных токов, что сопровождается «стрельбой» и падением мощности. Весьма действительное средство против этих явлений — разводка проводов высокого напряжения, ведущих к свечам, на достаточное расстояние друг от друга. Для этого на автомобилях ЗИС провода приходится извлекать из трубы и закреплять на специальной гребенке. Можно также избежать «стрельбы» установкой дополнительных разрывов в месте присоединения провода высокого напряжения к центральному электроду свечи.

2. «Стрельба» может быть вызвана также перегревом центрального электрода свечи; в этом случае следует пользоваться другими, более «холодными» свечами.

3. Отсутствие искры при запуске холодного двигателя. Этот дефект часто удается устранить уменьшением зазора между электродами свечей.

Зазор на электродах свечей при работе на газообразных топливах с повышенными степенями сжатия рекомендуется держать в пределах 0,25—0,40 мм.

8. ТЕХНИКА БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ ЭКСПЛУАТАЦИИ АВТОМОБИЛЕЙ НА ГАЗЕ

Автомобильная газовая установка работает под избыточным давлением, поэтому требует особо тщательного соблюдения правил техники безопасности.

Тяжелый, с трудом рассеивающийся в воздухе (особенно сжиженный) газ при утечке из баллонов или газовой аппаратуры в закрытом помещении может легко образовать взрывчатую газозвоздушную смесь.

Основным требованием техники безопасности при эксплуатации автомобиля на газе является регулярный, тщательный контроль герметичности газовой установки и немедленное устранение обнаруженных утечек.

Значительные утечки газа обнаруживаются на-слух, а сжиженного газа — и по обмерзанию негерметичного соединения. Небольшие утечки можно определить с помощью мыльной пены.

При затягивании или отвертывании болтов, гаек и газовых соединений следует предварительно закрыть вентили баллонов и выработать двигателем весь газ из системы. Обращение с инструментом должно быть осторожным во избежание появления искры при ударе.

Перед проверкой или исправлением приборов электрооборудования на автомобиле необходимо убедиться в отсутствии скопления газа под капотом двигателя.

Категорически воспрещается:

1) проверять герметичность резьбовых соединений газовой линии огнем,

2) ставить в гараж машину даже при незначительной утечке газа.

3) производить ремонт или регулировку газовой установки (кроме регулировки холостого хода) при работающем двигателе,

4) заводить двигатель и работать на газе при наличии заметной утечки газа,

5) производить выпуск газа из баллонов в гараже,

6) останавливать машину у мест с открытым огнем (кузница, костер, разжигаемый газогенераторный автомобиль и т. д.) и подносить открытое пламя к машинам (для пайки, освещения и пр.).

В случае возникновения пожара на газобаллонном автомобиле немедленно закрыть главный вентиль и вентили на баллонах. Горящий газ тушить огнетушителем, песком, одеждой.

Газобаллонный автомобиль должен быть снабжен заряженным огнетушителем.

Предохранение от обмороживания. Бутано-пропановые газы, выходя на воздух в виде жидкости, интенсивно испаряются, отнимая тепло от окружающей среды. Попадание сжиженного газа на тело, может вызвать обмороживание. Поэтому при ремонте топливной аппаратуры, а также при заправке баллона газом, особенно зимой, следует быть весьма осторожным.

9. ЭКОНОМИКА

Экономика газобаллонного автотранспорта на сжатом газе у нас в настоящее время не может быть достаточно освещена из-за неопределенности отпускных цен на газ. Так, например, при отпускной цене в 25 коп. за 1 м³ сжатого метанового газа, эквивалентного одному литру бензина, стоящего 75 коп. литр, экономия на стоимости топлива весьма велика. Наоборот, при цене 1 м³ светильного газа, эквивалентного 0,5 л бензина, работа автомобиля на сжатом газе дает значительный перерасход на стоимости горючего.

Вопросы экономики работы автомобилей на сжиженных газах при отсутствии сколько-нибудь крупного эксплуатационного опыта остаются открытыми. Очевидно, однако, что при затратах на переоборудование автомобиля на сжиженный газ в размере 1500—2000 рублей эти капиталовложения будут оправданы, ввиду более дешевой стоимости газа по сравнению с бензином, в течение первых месяцев работы.

Следует заметить, что, пока не существует определенных отпускных цен на сжиженный газ и они колеблются в различных местах от 150 до 400 руб. за тонну, всякие калькуляции будут весьма неточны.

10. ГАЗОСНАБЖЕНИЕ

а) Сжатые газы

Для транспортных установок, работающих на сжатых газах, основной, наиболее сложной и требующей крупных капиталовложений, задачей являются сжатие (компримирование) газа и организация снабжения им автомобилей и тракторов.

Практически при наличии достаточных газовых ресурсов количество автомобилей, переводимых в каком-либо районе на любой вид сжатого газа, определяется не производством специальной аппаратуры или баллонов для автомашин, а возможностью создания компрессорных газораздаточных станций, могущих обеспечить быструю, бесперебойную и безопасную заправку автомашин хорошо очищенным газом требуемого давления.

Газонаполнительные компрессорные станции. Выбор местоположения газонаполнительной станции диктуется в первую очередь близостью к источнику питания метановым, коксовым или светильным газом, т. е. близостью к газовому заводу, скважине с выходом естественного газа или газовой магистрали.

С другой стороны, станция должна быть расположена, в целях уменьшения холостых пробегов автомобилей, на линиях насыщенного движения, возле крупных гаражей, на конечных пунктах автобусных и грузовых маршрутов, на автострадах и т. д. При выборе места для станции надо также считать с необходимостью подвода электроэнергии для электромотора, приводящего в действие компрессор, и наличия водопроводной и канализационной линий для охлаждения компрессора. Постройка станций обусловлена рядом требований в отношении техники безопасности, охраны труда и пожарного надзора (расстояние от соседних зданий, вентиляция, специальная электропроводка и пр.).

Газоснабжение на раздаточных станциях является наиболее удобным способом, совершенно аналогичным снабжению автомобилей бензином из колонки.

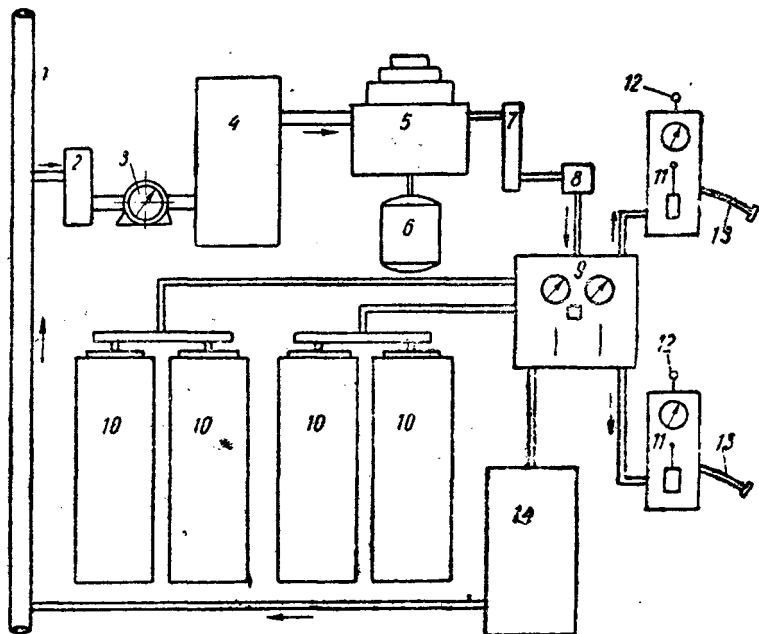
Газобаллонные автомобили подъезжают к таким газораздаточным станциям и пополняют в течение 8—10 мин. запас газа в баллонах, присоединив к наполнительному вентилю на машине гибкий шланг раздаточного устройства газовой колонки.

Простейшая газонаполнительная автомобильная установка представляет собой компрессор, развивающий такое же давление, на какое рассчитаны и баллоны автомобиля, т. е. 200 атм. Продолжительность заправки автомобиля в этом случае зависит от производительности компрессора и емкости баллонов автомобиля.

Современные газонаполнительные станции строятся с обязательным применением ресиверов, или газовых аккумуляторов

высокого давления значительной емкости. В этом случае компрессор будет работать на зарядку ресиверов, и наполнение баллонов автомобилей будет происходить не от компрессора, а от ресиверов, что во много раз ускоряет операцию заправки.

Стандартизованное рабочее давление компрессора и ресиверов равняется 350 атм. Подобное повышение рабочего давления на станции не только ускоряет процесс заправки и позволяет заправлять автомобили и при неработающем компрессоре, но и дает возможность лучше использовать полезный объем ресиверов.



Фиг. 61. Схема газонаполнительной станции.

1—подводящая магистраль; 2—первичный фильтр; 3—газовый счетчик; 4—входной ресивер; 5—компрессор (360 атм 180 м³/час); 6—электромотор; 7—влагодетель; 8—фильтр; 9—газораспределительный блок; 10—ресиверы высокого давления; 11—газовая колонка; 12—предохранительный клапан; 13—шланг высокого давления; 14—продувочный ресивер.

Схема и конструкция отдельных агрегатов газонаполнительных станций в значительной мере унифицированы. Производительности компрессоров составляют 120, 180 или 240 м³/час с потребной мощностью привода соответственно в 50, 80 и 110 л. с.

Нормальная емкость каждого ресивера составляет 1000 л по воде. Принято емкость ресиверной батареи делать равной 4—8-кратной часовой производительности компрессора, что вызывается, в первую очередь, необходимостью быстреего удовлетворения потребителей в часы пиковых нагрузок станции.

На фиг. 61 представлена принципиальная схема типовой отечественной газонаполнительной станции. Из магистрального питающего трубопровода 1 газ поступает в первый фильтр 2, газовый счетчик 3 и буферный ресивер 4. Назначение этого ресивера — поглощать и выравнять вредные для счетчика толчки и пульсации газа в питательной линии, которые создаются в процессе всасывания компрессора. Из буферного ресивера газ поступает в четырехступенчатый компрессор 5. Производительность компрессора 180 м³/час., рабочее давление 350 атм. Компрессор приводится в действие специальным взрывобезопасным электромотором 6. Сжатый до 350 атм. газ проходит в влагоотделитель 7, представляющий собой баллон с хлористым кальцием, в фильтр 8, после чего поступает к газораспределительному блоку 9. Газораспределительный блок, имеющий ряд контрольных предохранительных и переключающих механизмов, служит для подачи газа в нужном направлении, т. е. от компрессора в ту или другую секцию ресиверов 10 или в баллоны автомобиля. Заполнение баллонов автомобиля совершается от компрессора или из ресиверов.

Ресиверы сгруппированы в две секции. Одна пара ресиверов может наполняться газом, а из другой происходит выдача газа.

Наличие двух секций позволяет производить заполнение баллонов в последовательном или «ступенчатом» порядке, дающем возможность улучшить использование емкости ресиверов.

Емкость четырех ресиверов при давлении в 350 атм. составляет 1400 м³ газа, приведенного к нормальным условиям. Этого количества достаточно для заправки при неработающем компрессоре, примерно, 25 газобаллонных автомобилей.

Из ресиверов газ через газораспределительный блок направляется к газораздаточным колонкам 11, имеющим контрольные манометры и предохранительные клапаны 12, ограничивающие давление газа, подаваемого в баллоны автомобиля, 200 атм. Наполнительный вентиль автомобиля присоединяется к колонке помощью шланга высокого давления 13, имеющего на конце особый накидной хомут, служащий для присоединения шланга к вентилю.

На типовой станции устанавливаются обычно два вышеописанных компрессора. Количество машин, обслуживаемых одной станцией, будет примерно, при метановом газе 8000 кал/м³: ГАЗ-АА — 130, ЗИС 5 — 90.

Среднесуточный пробег автомобиля принят при этом равным 250 км.

Снабжение автомобилей сжатым газом от транспортных ресиверов. В некоторых случаях оказывается более целесообразным не подавать машины для заправки к газовой колонке, а, наоборот, подвозить сжатый газ непосредственно к месту работы автомобилей, пользуясь транспорт-

ными газовыми ресиверами высокого давления. Заправка ресиверов производится на обычной или, лучше, на более мощной газонаполнительной станции. Транспортные ресиверы представляют собой батареи баллонов высокого давления, которые развозятся грузовиками или тягачами к месту стоянки или заправки автомобилей, т. е. в крупные гаражи, конечные пункты автобусных линий и т. д.

Часто эти батареи баллонов высокого давления устанавливаются в специальных, обычно подземных, хранилищах, и таким образом получают бескомпрессорные газораздаточные станции.

Иногда оба описанных способа газоснабжения комбинируются, и газораздаточная колонка уличного типа, помимо непосредственного снабжения автомобилей, в часы малых нагрузок производит наполнение крупных транспортных батарей баллонов, развозимых затем к местам потребления.

Наполнение баллонов автомашины от транспортной ресиверной батареи производится в ступенчатом порядке, что обеспечивает достаточно полное использование запаса газа в батарее.

В некоторых случаях оказывается более целесообразным иметь вместо наглухо закрепляемых на шасси прицепа крупных баллонов батареи из более мелких баллонов-аккумуляторов, соединяемых по несколько штук в деревянных клетках из брусьев, связанных болтами.

Эти батареи часто снабжены роликами, что облегчает их транспортировку в так называемые «бескомпрессорные» газораздаточные пункты (газохранилища).

В случае необходимости подобная клетка с баллонами может быть установлена непосредственно в кузове автомобиля и служит как бы сменной, легко демонтируемой батареей автомобильных баллонов.

Сменные баллоны. Замена опорожненных баллонов автомобиля баллонами с газом почти не практикуется. Смена нескольких баллонов, весьма прочно закрепляемых на раме автомобиля, требовала бы каждый раз затраты значительного труда и времени. Кроме того, при частом демонтаже баллонов неизбежна потеря герметичности резьбовых соединений, требующих весьма тщательного уплотнения.

Более целесообразна замена целой съемной секции баллонов, устанавливаемой в кузове или под ним на раме шасси.

б) Сжиженные газы

Заправка баллонов автомобиля сжиженным газом, давление которого практически не превышает 15—16 атм., менее сложна, чем заполнение баллонов сжатым газом высокого давления. Тем не менее быстрая и безопасная заправка баллонов сжиженным газом, требуемая условиями регулярной эксплуатации ав-

топарка, возможна лишь при наличии специальных газонаполнительных станций, производящих заправку сменных или постоянных автомобильных баллонов.

Особенность заполнения баллона сжиженным газом заключается в том, что первая же порция заливаемой в него жидкости немедленно испаряется и все пространство баллона заполняется парами, давление которых будет служить препятствием к заполнению баллона жидкостью самотеком.

Заполнение баллона возможно лишь в случае подачи жидкости под давлением, превышающим упругость паров в нем, или с помощью некоторых специальных устройств.

Из возможных способов заполнения баллонов и других емкостей сжиженным газом остановимся на следующих.

Снижение давления в заполняемом баллоне. Весьма распространенным и действительно простым способом заправки баллонов является понижение в них давления, благодаря чему достигается перепад давлений между цистерной и баллоном. Если соединить шлангом жидкостные пространства цистерны и баллона и в то же время выпускать из парового пространства баллона газ наружу, в атмосферу, то в баллоне начнется усиленное испарение жидкости, сопровождаемое резким понижением температуры газа и стенок баллона. Это охлаждение немедленно вызовет понижение давления паров в баллоне, т. е. создаст требуемый перепад давлений. Если цистерна и заполняемый баллон находятся в одинаковых температурных условиях, потери газа, выпускаемого из баллона, сравнительно невелики. Если же баллон имел более высокую температуру, чем цистерна, то расход газа будет больше. При всей своей простоте и быстроте данный метод обладает крупными дефектами, а именно: бесполезная потеря газа при заправке и пожарная опасность из-за возможности скопления возле места заправки паров сжиженных газов, как известно, значительно более тяжелых, чем воздух.

Установка, приводимая в действие давлением баллонных газов. В этом случае газораздаточная установка работает с использованием избыточного давления, создаваемого сжатым горючим или инертным газом.

Такая схема отличается простотой и надежностью. Как показано на фиг. 62, газ из баллонов высокого давления, содержащего какой-либо инертный (азот, углекислота) или горючий газ (метан, коксовый, светильный), пропускается через редуктор, снижающий его давление до величины, требуемой условиями заполнения баллонов (обычно 5—15 атм.). Из редуктора газ поступает в паровое пространство цистерны и создает там давление, под действием которого жидкий газ заполняет баллоны автомобиля.

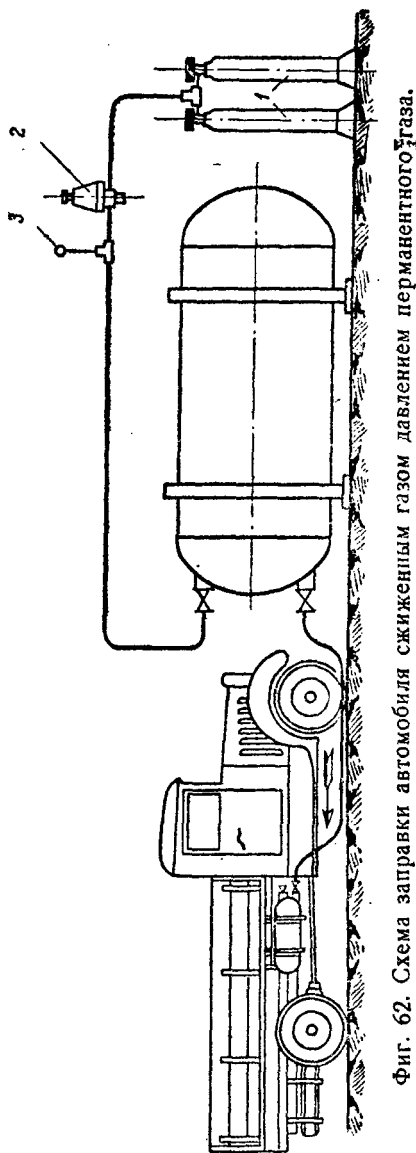
Компрессорная схема. Принципиальная схема подобной установки приведена на фиг. 63. Оборудование состоит из

подземной цистерны, промежуточного баллона, компрессора и раздаточной колонки.

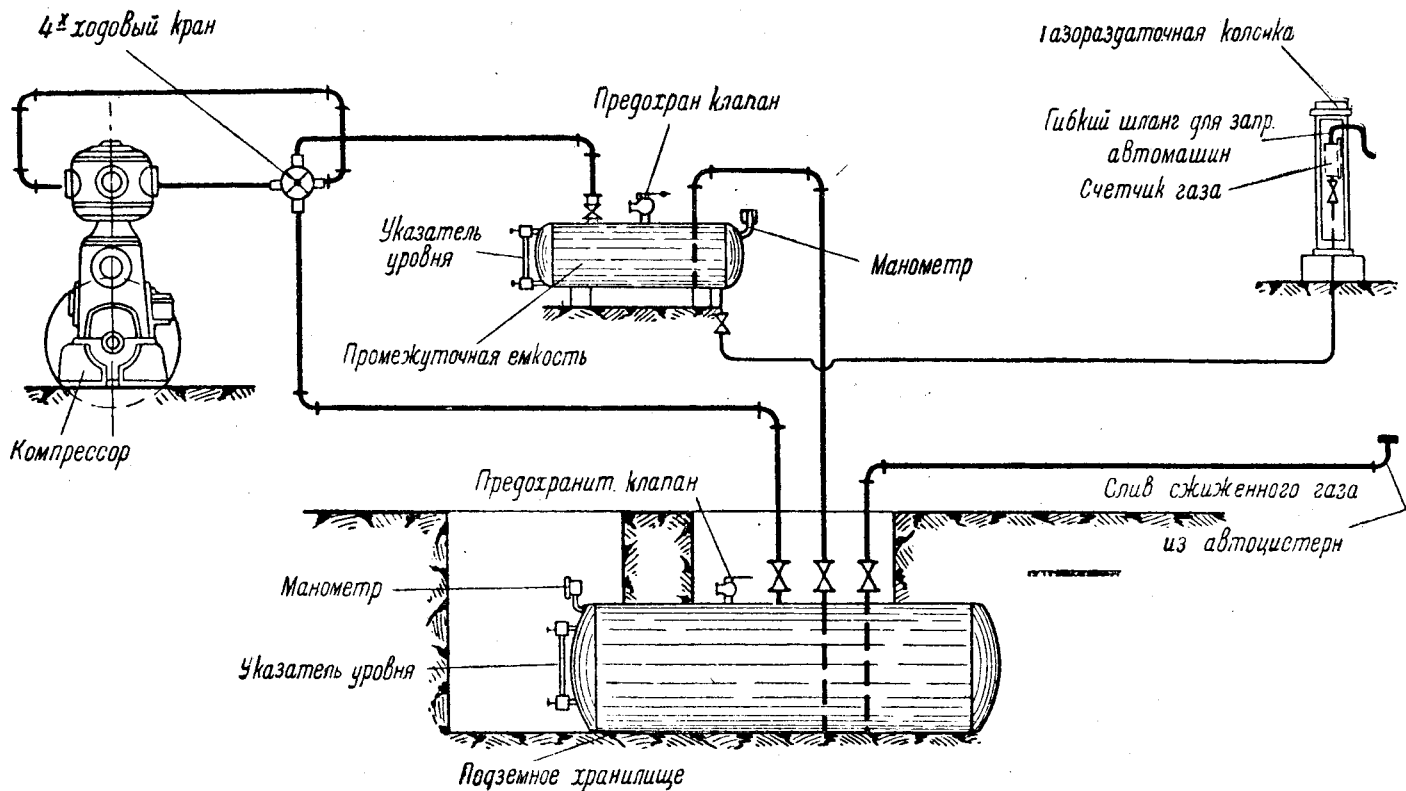
По принципу устройства данная установка является установкой периодического действия. Из наполненного сжиженным газом, пар отсасывается компрессором и нагнетается в подземную цистерну. Давление в промежуточном баллоне при этом упадет, а в цистерне несколько возрастет, и вследствие этого сжиженный газ перейдет из цистерны в промежуточный баллон. После заполнения промежуточного баллона переключатель ставится в другое положение, и компрессор, отсасывая уже пар из цистерны, нагнетает его в промежуточный баллон. Дополнительное давление, создаваемое таким способом в промежуточном баллоне, достаточно для питания баллонов автомобиля через посредство раздаточной колонки с шлангом.

В этом случае пары сжиженного газа из наполненного баллона выпускать наружу не приходится. Количество отпущенного газа можно определить счетчиком или путем взвешивания для случая съемных баллонов. Недостатком этой схемы является то, что станция работает не непрерывно, требуя переключения компрессора с цистерны на баллон и обратно. Кроме того, энергия, затрачиваемая на повышение давления паров сжиженного газа компрессором, по мере выравнивания температур цистерны и промежуточной емкости, теряется бесполезно.

Установка с жидкостным насосом и инжектором. Эта схема изображена на фиг. 64. В противоположность предыдущей она работает непрерывно. Установка состоит из подземной цистерны, промежуточного баллона, центробежного насоса, инжектора и раздаточной колонки. Из вспомогательного промежуточного баллона жидкий газ поступает к насосу и выходит



Фиг. 62. Схема заправки автомобиля сжиженным газом давлением перманентного газа.



Фиг. 63. Технологическая схема газораздаточной станции (схема 1).

из него с давлением, превышающим упругость паров сжиженного газа при данной температуре. Основной поток жидкости идет к раздаточной колонке, а часть ее ответвляется к инжектору, который поднимает жидкость из подземной системы в промежуточный баллон.

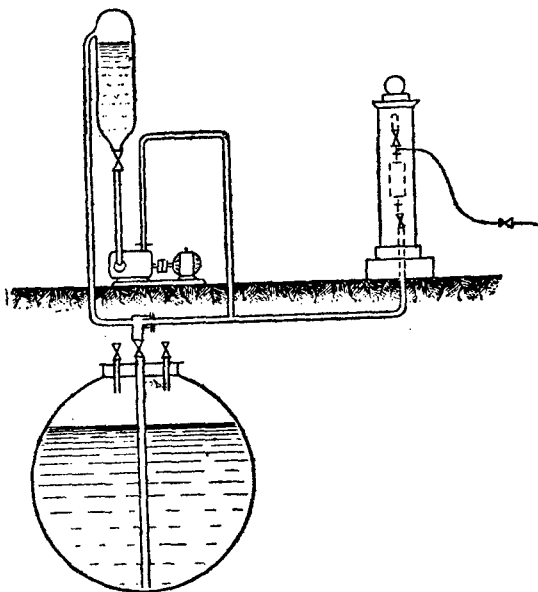
Транспорт и хранение сжиженного газа. Широкая сеть районных складов, распределительных пунктов и газораздаточных колонок, а также достаточный парк железнодорожных и автомобильных цистерн, бочек, баллонов и прочей специальной тары являются абсолютно необходимой базой для широкого внедрения сжиженных газов в автотранспорт.

Нормальная схема снабжения автотранспорта сжиженным газом такова: жидкий газ с стабилизационных установок крекинговых или газOLIиновых заводов или с других мест получения газа транспортируется в районное крупное газохранилище или непосредственно в подземные емкости при газораздаточных колонках.

Транспортировка газа с заводов осуществляется в железнодорожных или автомобильных цистернах, а иногда, по трубопроводам.

Центральное и районное газохранилища строятся преимущественно открытого типа, как наиболее простые и дешевые. Резервуары, устанавливаемые под открытым небом на складах, окрашиваются белой или алюминиевой краской и иногда покрываются термической изоляцией. В этом случае создается гарантия от возможности чрезвычайного нагрева непосредственным действием солнечных лучей, могущего повысить давление газа выше расчетного. Для термически изолированных цистерн величину заполнения увеличивают до 93—95% полного объема.

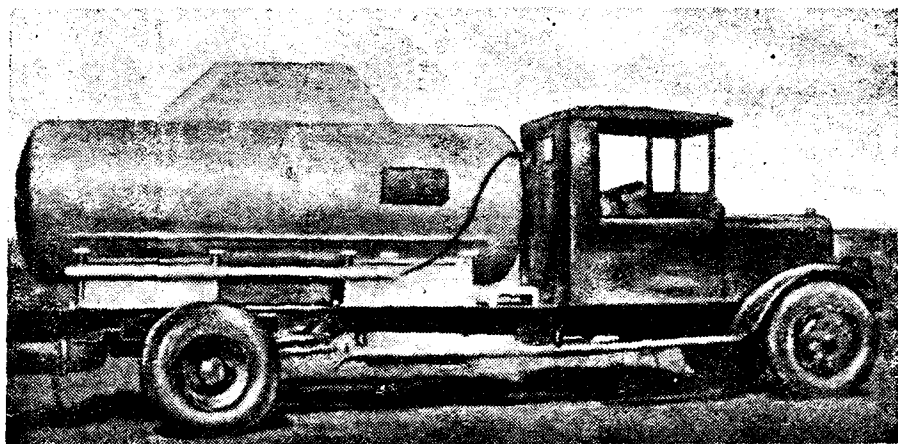
Насосы, вентили, контрольная и измерительная арматура устанавливаются в небольших закрытых помещениях возле резервуаров. Слив сжиженного газа из транспортных цистерн в резервуары и выдача газа из резервуаров оптовым потребителям осуществляются обычно с помощью насосных установок и, реже, компрессоров.



Фиг. 64. Схема установки с насосом и инжектором.

Применяемые для транспортировки сжиженного газа железнодорожные цистерны монтируются на платформах грузоподъемностью до 50 т, полезная емкость цистерн достигает соответственно 42 м³ (22 т) жидкого бутано-пропанового газа. Обычно цистерны снабжаются изоляцией (пробка, асбест и др.) толщиной около 10 см и обшиваются снаружи листовым железом толщиной 1,5 мм. Цистерны должны иметь вентили, манометр, термометр, предохранительный клапан и указатель уровня.

Вся эта арматура располагается в специальном люке. Цистерны окрашиваются светлой краской. Заполнение цистерн



Фиг. 65. Автоцистерна для сжиженного газа.

жидким газом разрешается, в зависимости от величины расчетных изменений, температуры, наличия изоляции, а также сорта перевозимого газа, в пределах 90—95% от полного объема цистерны.

Заполнение цистерн и слив из них осуществляются помощью жидкостных насосов, компрессоров, подогревом, давлением газа и другими методами.

Транспорт сжиженного газа с оптовых складов к газораздаточным колонкам, заправляющим автомашины, производится в большинстве случаев автоцистернами. Эти цистерны (фиг. 65) строятся емкостью 1—6 м³, т. е. на 0,5—3,5 т жидкого газа, и монтируются на шасси грузовика или на прицепе. Цистерны, рассчитываемые обычно на 15—20 атм., обладают довольно значительным мертвым весом: 1,5—1,7 т на 1 т полезного груза. Автоцистерны, подобно железнодорожным, окрашиваются в светлые тона, не поглощающие солнечных лучей, и часто снабжаются термической изоляцией. Арматура их и способы заполнения и слива таковы, как и для железнодорожных цистерн.

Во многих случаях, как, например, для работы автомашин, тракторов и других установок на сменных баллонах, применяет-

ся транспортировка газа в более мелкой таре, а именно в баллонах сварных или цельнотянутых, описанных выше, емкостью от 30 до 300 л.

Во многих случаях целесообразно пользоваться крупными баллонами, представляющими по своей конструкции бочки, рассчитанные на давление в 15—20 атм., снабженные двумя (жидкостным и паровым) вентилями и приспособлениями для облегчения погрузки и разгрузки.

Бочки и баллоны транспортируют на грузовиках, автоприцепах и на железнодорожных платформах.

Организация снабжения автомашин сжиженным газом. Для автомобилей и тракторов-одиночек могут быть применены любые описанные выше методы заполнения баллонов. При регулярной эксплуатации машин в более или менее крупных автохозяйствах применение механизированных методов заправки баллонов является совершенно обязательным условием.

Практически организация газоснабжения для автохозяйств может осуществляться двояко. Первый путь требует наличия газораздаточной колонки одного из описанных выше типов. В этом случае заправка автомашин производится столь же удобно и быстро, как и заправка бензином от колонки.

Ввиду далеко еще не достаточного количества колонок для сжиженного газа не только у нас, но и за границей, широко распространено применение сменных баллонов для автомобилей и тракторов. В этом случае в гараже производится демонтаж опорожненных и монтаж заполненных баллонов на автомобили. Транспортировка сменных баллонов осуществляется на грузовиках или по железной дороге.

Заполнение сменных баллонов производится непосредственно на заводах, вырабатывающих сжиженные газы, или на районных газохранилищах и распределительных пунктах.

Сравнение газоснабжения от колонок и с помощью сменных баллонов свидетельствует о серьезных преимуществах питания от колонок. В этом случае удастся освободиться от транспортных операций с сменными баллонами и ограничиться одним комплектом баллонов на машине. При сменных баллонах оборотный запас, обеспечивающий бесперебойное газоснабжение автопарка, должен быть 2—4-кратным, в зависимости от удаленности от базы снабжения газом и интенсивности эксплуатации машин. Кроме того, при снабжении от колонки ускоряется процесс заправки и отпадает необходимость в трудоемких операциях по смене баллонов.

Весьма целесообразно и применение автоцистерн, на шасси которых, кроме емкости для сжиженного газа, смонтированы жидкостный насос, счетчик и раздаточный шланг.

О Г Л А В Л Е Н И Е

Введение	3
1. Газообразные моторные топлива	5
2. Работа автотракторных двигателей на газообразных горючих	12
3. Общая характеристика установок для работы автомобилей на газообразных топливах	16
А. Принципиальные схемы автомобильных установок для сжатого газа	18
Б. Принципиальные схемы установок для сжиженного газа	22
4. Газовая аппаратура	28
а) Баллоны для сжатого газа	28
б) Баллоны для сжиженного газа	29
в) Вентили для сжатого газа	33
г) Арматура оварных баллонов для сжиженного газа	33
д) Редукторы	35
е) Фильтры	44
ж) Испарители	46
з) Смесительные устройства	49
и) Вспомогательное оборудование для автомобилей, работающих на сжиженных газах	54
к) Вспомогательное оборудование для автомобилей, работающих на сжатых газах	55
5. Конструкция газобаллонных автомобилей	56
а) Автомобили на сжатых газах	57
б) Автомобили на сжиженных газах	62
6. Обслуживание автомобилей на газообразных горючих	75
7. Возможные неисправности газовой аппаратуры и способы их устранения	77
8. Техника безопасности при эксплуатации автомобилей на газе	80
9. Экономика	81
10. Газоснабжение	82
а) Сжатые газы	82
б) Сжиженные газы	85