

## ИЗ ИСТОРИИ ИСКУССТВЕННЫХ ГОРЮЧИХ ГАЗОВ

*Д.Л. Рахманкулов (НИИ Реактив), Ф.К. Джафаров (ОАО «ВНИИСТ»)*

В наше время, когда электричество своей яркостью затмило все другие источники света, кроме Солнца, трудно представить, что еще чуть более двухсот лет тому назад наши предки использовали для освещения жилья лучины, светильники с животными жирами и растительными маслами, сальные и восковые свечи, сырую нефть и даже лунный свет. Керосин и керосиновое освещение появилось лишь во второй половине XIX века.

Как известно, каменноугольный светильный газ был открыт в 1798 г. одновременно и независимо друг от друга Филиппом Леблоном в Париже и Вильямом Мердоком в Англии, хотя существует предание, что еще в XIII веке, в Париже, некий Езекииль, добывал газ для домашнего освещения. Название свое светильный газ получил впоследствии того, сначала применялся исключительно для целей освещения. В 1820 г., впервые газ был применен для уличного освещения Парижа. Дело быстро стало на твердую почву и выросло в большую промышленность. Газ стали применять для освещения улиц, зданий и в обогревательных приборах (газовые плиты, ванны, печи и др.).

В 1815 г. англичанином Джоном Тайлором [1, с. 825] была взята привилегия на освещение масляным газом, для добывания которого он употреблял животные и растительные масла. Таким газом освещались некоторое время города Ливерпуль и Гуль. Однако лишь в семидесятых годах XIX в. освещение масляным газом получило большое распространение в Европе, когда этот газ стали готовить из минеральных масел, нефти и нефтяных остатков.

В России применение газа для освещения началось лишь в 1835 г. \* в Петербурге и в 1865 г. в Москве.

Наибольшего размаха получение искусственного горючего газа достигло в Северной Америке. В 1868 г. в США насчитывалось 971 газовое общество и в Канаде 47. Из этих обществ 616 эксплуатировали каменноугольный газ; 312 употребляли другие способы добывания газа, преимущественно добывали водяной газ. Из 118 газовых обществ в Пенсильвании, существовали шесть обществ эксплуатировавших природный (naturgas) газ нефтяных месторождений. Из этих шести обществ одно общество Bradford Gaslight et Heating C<sup>0</sup> показывало годовой расход газа в 34 млн.м<sup>3</sup>.

---

\* По некоторым косвенным сведениям первый газовый завод был построен в Петербурге в 1831г.

В Англии в 1890 – 91 году насчитывалось 594 газовых завода. Количество проданного газа 2915 млн.м<sup>3</sup>; число потребителей 2,3 млн.; число уличных фонарей 460 тыс. штук; длина газоносной сети 35150 км. В Берлине потребление газа в 1890-91 г. достигло 94 млн.м<sup>3</sup>. В Париже ежегодное потребление газа дошло до 308 млн.м<sup>3</sup>.

В России газовая промышленность не имела таких размеров как за границей. В 1888 г. в России было чуть более 210 газовых заводов; 30 из них служили для освещения городов, 157 – фабрик и 23 – железнодорожных станций. Число газовых заводов на фабриках и железнодорожных станциях не может служить мерилom газовой промышленности страны, т.к. эти заводы были небольших размеров. В 1888 г. 40 заводов употребляли каменный уголь, 6 – дерево, все остальные нефтяные остатки или нефть.

В России, включая Царство Польское и Финляндию, всего 24 города освещались газом. Светильный газ, употреблявшийся для освещения городов, преимущественно каменноугольный, только Казань и Ялта освещались нефтяным газом, Киев – смешанным (древесно-нефтяным), Вильно и Гельсингфорс – древесным газом. Из всех городов России Петербург потреблял наибольшее количество газа, хотя потребление газа ежегодно уменьшалось; так в 1886 г. все петербургские газовые заводы продали 21,1 млн.м<sup>3</sup> газа, а в 1890 г. – только 20,1 млн.м<sup>3</sup>. Количество потреблявшегося в год газа на одного жителя: в Лондоне – 176 м<sup>3</sup>; в Брюсселе – 111; в Париже – 108; в Берлине – 86 м<sup>3</sup>, в Вене – 70; в Варшаве – 27,4; в Петербурге – 20,2 м<sup>3</sup> газа.

Общее количество газа, произведенного в 1890-91 году 29 газовыми заводами, служащего для освещения 22 городов в России с народонаселением в 2,9 млн. человек, составляло приблизительно (млн. куб. футов <sup>1)</sup>):

- каменноугольного.....	1820,4
- древесно-нефтяного .....	32,3
- древесного .....	37,2
- нефтяного .....	12,4

---

всего 1902,2 или 54,0 млн.м<sup>3</sup>

Таким образом, вся газовая промышленность России по своим размерам меньше газовой промышленности одного Берлина [1,с.811].

О размерах газового производства в Англии в 1908 г. можно судить по тому, что на получение светильного газа было израсходовано 17 млн. тонн угля, т.е.

приблизительно то количество угля, которое добывалось в России за год. В Париже в 1908 г. израсходовано 400 млн. м<sup>3</sup> газа, а в Лондоне в 1907 г. 1285 млн.м<sup>3</sup> [2,с.295]. Такое значительное развитие газовое производство получило потому что, газ стали применять не только для освещения и отопления, но и как топливо для газомоторных двигателей.

В 1926 г. газовое производство на одного городского жителя достигло в Англии 178 м<sup>3</sup> газа, в Германии – 51, во Франции – 40, в Голландии – 74, в США > 100, в Австралии – 117 м<sup>3</sup>.

В Англии в 1927 г. было 782 газовых предприятия, вырабатывавших 8,4 млрд. м<sup>3</sup> и обслуживавших 8,7 млн. человек; газовое производство потребило 18,0 млн. т угля (9,5 % всего потребления его в стране), 1,0 млн. т кокса и 12,7 млн. литров нефти; длина, газопроводной сети достигла 73,7 тыс. км. В США в 1909 г. было 1296 заведений газового производства, в 1925 г. – 919; выработка газа 4,3 млрд. м<sup>3</sup> и 10,2 млрд. м<sup>3</sup> соответственно. Газовые предприятия, кроме вырабатывавшегося ими самими газа, перепродавали купленный на стороне газ (главным образом коксовый и природный). Всего в 1913 г. продано ими газа 5,3 млрд. м<sup>3</sup>, в 1925 г. – 12,9, в 1927 г. – 14,4 млрд. м<sup>3</sup>. В Германии выработка городского газа в 1928 г. достигла 3,5 млрд. м<sup>3</sup>, в газовом производстве израсходовано 4,2 млн.т угля. Длина газопроводной сети в 1925 г. составила 20264 км.

В дореволюционной России газовое производство было ничтожно. В 1906 г. в 8 крупных городах (Петербурге, Москве, Риге, Одессе, Харькове, Ростове н/Дону, Ревеле и Варшаве) на одного жителя было произведено не более 13,3 м<sup>3</sup> газа. В 1915 г. имелось лишь 20 газовых заводов. В 1929 г. функционировал лишь Московский газовый завод, производивший около 24 млн. м<sup>3</sup> [3, с.266].

Искусственные горючие газы в зависимости от способа их получения, назначения (применения) и исходного топлива различаются на: генераторный, доменный, коксовый; светильный, топливный; водяной, каменноугольный, нефтяной (масляный), древесный и другие.

**Искусственные горючие газы** – смесь газообразных продуктов переработки (газификации) топлив в специальных аппаратах. Состоят главным образом из окиси углерода, водорода, метана и др. газообразных углеводородов, а также из негорючих газов (диоксида углерода и азота). Получаются при выплавке металлов (доменный газ), коксовании угля (коксовый газ), нефтепереработке, газификации твердых топлив (генераторный газ).

Используются в качестве топлива, а также в химической промышленности.

Газификация это процесс превращения твердого или жидкого топлива в горючие газы окислением его воздухом, кислородом, водяным паром и др. Газификация производится в наземных аппаратах (газогенераторах) и в подземных условиях (подземная газификация угля, нефтяного пласта).

Добывание **светильного газа** производится преимущественно из того сорта углей, который носит специальное название газовых углей<sup>2)</sup> и содержит мало золы и серы. Такие угли дают хороший выход газа (из 1 пуда 160 – 180 фут<sup>3</sup> или 0,28 – 0,30 м<sup>3</sup>/кг) и кокс хорошего качества в количестве 65 – 70 % [2]. Кроме газа и кокса при сухой перегонке угля (карбонизации) образуется еще смола (5 %) и аммиачная вода (8 %) Известно, что рентабельность добычи газа зависит не только от свойств самого газа, но и от побочных продуктов, которые получаются при выработке газа. В России из таких углей наиболее известны северные донецкие, добываемые на юге от Лисичанска, кроме того, применялись подмосковный (рязанский), силезский (Варшава) и английский (балтийский регион). **Светильный газ**, общее название газов применявшихся для освещения (зданий, улиц), отопления и т.п. В XIX веке под светильным газом понимали только лишь каменноугольный газ.

В США для освещения применяли карбюрированный водяной газ, в Европе использовали смесь из каменноугольного и водяного газов (10 – 25 %). В Германии многие города для освещения применяли ацетилен, нефтяной и воздушный газы. Тем не менее, важнейшим газом для вышеуказанных целей оставался каменноугольный газ.

**Газ древесный** получается сухой перегонкой дерева. Все сорта дерева дают почти один и тот же объем газа. При перегонке 100 кг дров получается около 34 – 40 м<sup>3</sup> газа, 25 – 30 кг древесного угля, 40 – 45 кг древесного уксуса и 4 – 5 кг смолы. «Световая сила его на 1/5 (20 %) больше каменноугольного. Неочищенный газ содержит от 20 до 25 % угольной кислоты, поэтому для очистки употребляется водная известь» [1].

**Газ нефтяной** получается процессом разложения нефти и ее продуктов под действием высокой температуры. Выход газа из нефти больше, чем из каменного угля, «самый газ обладает большею световой, теплотворною и силовой способностями и содержит меньше вредных примесей: углекислоты, аммиака и сероводорода». В качестве сырья для получения нефтяного газа пользуются нефтью, нефтяными остатками (мазутом), а также соляровым дистиллятом. Из

100 кг нефти или нефтепродукта получается до  $60 \text{ м}^3$  нефтяного газа; 25 – 30 кг газовой смолы и 4 – 5 кг кокса. Около 16 % сырья идет на обогрев печи [4].

Состав нефтяного газа мало зависит от исходного сырья, но лучше всего газифицируются парафиновые углеводороды. Газ нефтяной бесцветен, обладает резким запахом; его удельный вес и теплотворная способность почти в два раза, а сила света пламени в 3 – 4 раза больше, чем у светильного газа.

Причины, почему газ нефтяной не вытеснил каменноугольный газ, заключается в том, что: 1) каменный уголь встречается значительно чаще, чем нефть; 2) добыча светильного газа сопровождается получением продуктов (кокс и каменноугольная смола), представляющих для промышленности большую ценность.

Газ нефтяной находит широкое применение: 1) для освещения и снабжения газом заводов, лабораторий и других аналогичных учреждений; 2) в сжатом состоянии, в цилиндрах, для освещения железнодорожных вагонов, маяков, а также автогенной сварки и т.п. целей; 3) в отдельных случаях для подмешивания к светильному газу в целях увеличения его силы света.

В России (1892 г. – *Авт.*) несколько городов, как Баку, Ялта, Казань освещались нефтяным газом. Особое же распространение нефтяной газ имел для освещения железнодорожных поездов. С этой целью на больших станциях устраивали нефтегазовые заводы «для приготовления нефтяного газа и устанавливали два паровых насоса для сгущения (сжатия – *Авт.*) и накачивания газа в резервуары. Газ сгущается до 10 – 12 атм (1,0 – 1,2 МПа), резервуары помещаются обыкновенно под вагоном; такой резервуар содержит 350 литров газа; газ проходит через регулятор и на выходе имеет давление 16 мм вод ст. при котором горит в вагоне».

**Водяной газ, коксовый газ**, - газ, получающейся из кокса пропусканием через него перегретого водяного пара при температуре выше  $1000^\circ\text{C}$  и состоящий приблизительно из равных объемов CO и  $\text{H}_2$  с примесью небольших количеств  $\text{CO}_2$ ,  $\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{CH}_4$  и  $\text{N}_2$ .

Действие водяного пара на раскаленный уголь открыл Феличе Фонтана (1780г.). Карбюрированный нафталином водяной газ для осветительных целей впервые применил Донован в Дублине (1830 г.). Жиляр в 1849 г. применил продувание генератора воздухом для восстановления  $t^0$ . Керкгем (1852 г.) усовершенствовал конструкцию генератора и применил тепло отходящих газов для получения пара. Около 1855 г. водяной газ впервые применили для

городского освещения во Франции (Нарбонна), около 1860 г. – в Германии, около 1870 г. – в Англии и США. В 1898 году Дельвик и Флейшер увеличили силу воздушного дутья и уменьшили высоту слоя топлива, чем сократили продолжительность горячего дутья. Штрахе (1906 г.) предложил способ получения т.н. двойного водяного газа, позволяющий вместо кокса применять уголь. Общество Дельвик – Флейшер (1912 г.) сконструировало генератор для тройного водяного газа, дававший возможность получить из применяемого угля также и первичный деготь.

Кроме чистого водяного газа различают еще карбюрированный и уже названные двойной и тройной водяные газы. Последние производятся преимущественно в Германии и носят также название угольноводных газов (Kohlenwassergase). К водяным газам надо отнести также полуводяной газ (газ Доусона).

Свойства карбюрированного газа зависят от способа и степени карбюрации. Газ обогащается метаном (до 15 %) и тяжелыми углеводородами (до 10 %); его теплотворная способность повышается до 5 000 ккал/м<sup>3</sup>.

Средний состав и свойства различных видов водяного газа показан в табл. 1.

Таблица 1 – Состав и свойства водяного газа

Название газа	Средний состав в объемных %%						Удельный вес по воздуху	Низшая теплотворная способность 1 м <sup>3</sup> в ккал	Выход газа в м <sup>3</sup>	
	CO <sub>2</sub>	CO	CH <sub>4</sub>	C <sub>n</sub> H <sub>m</sub>	H <sub>2</sub>	N <sub>2</sub>			из 1 000 кг угля	из 700 кг кокса
Водяной	5	42	0,5	-	49	3	0,52	2 600	-	1 400
Двойной	7	28	8,0	0,6	45	11	0,56	2 800	1 500	-
Тройной	13	24	5,5	0,3	51,5	5,7	0,55	2 575	1 800	-

Для газового освещения могут применяться и другие искусственно получаемые газы: ацетилен, воздушно-бензиновые газы, блаугаз.

Для приготовления **воздушного газа** употребляется газолин, при чем в этом случае воздушный газ нередко поступает в продажу под другими названиями: гидририн, нефтяной эфир и др. Воздушный газ был распространен в США для освещения небольших городов, железнодорожных станций, гостиниц, заводов, частных квартир. Для приготовления воздушного газа воздух пропускается через карбюратор с газолином; другой прием работы получения воздушного газа, или «аэрогенеза», состоит в смешении определенного объема газолина с определенным и достаточным для растворения газолина количеством сжатого воздуха.

**Блаугаз**, светильный газ, названный так по имени его изобретателя

аугсбургского инженера Блау. Блаугаз получается из обыкновенного нефтяного газа сжатием последнего при давлении в 20 атм (2,0 МПа) в присутствии абсорбирующих веществ; при этом более легко конденсирующиеся газы, состоящие главным образом из ароматических углеводородов, сгущаются в жидкость и отделяются от более устойчивых и постоянных газов. Получаемый таким образом светильный газ и есть блаугаз, который может быть сжижен, но при более высоком давлении.

Наибольшее распространение имеют газы, получаемые в специальных печах (генераторах, ретортах) из твердого топлива и из нефти. Немалое значение имеют газы, получающиеся как побочные продукты в металлургии (доменный газ, газ коксовых печей).

Генератор – вертикальная или шахтная печь, выложенная внутри огнеупорным кирпичом. На рис. 1 показан самый простой тип генератора.

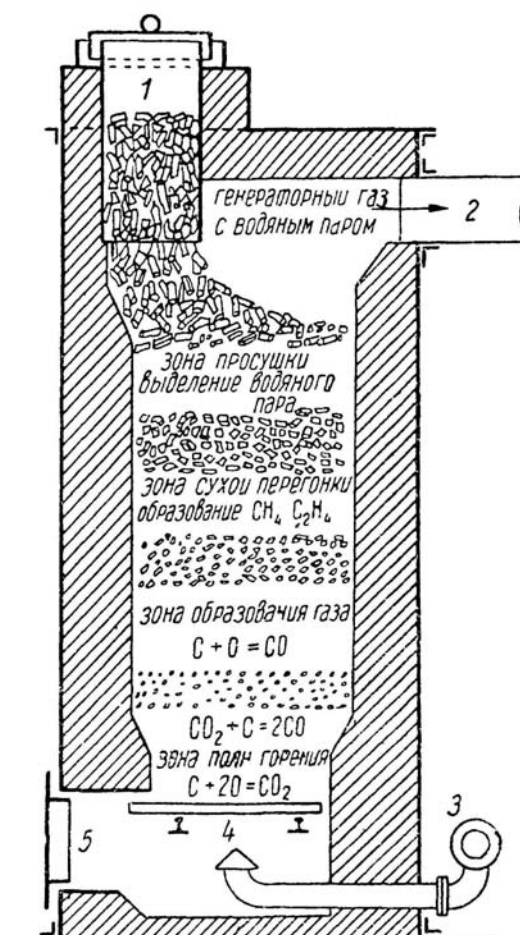


Рисунок 1 - Генератор (вертикальная угольная печь)

В таблице 2 приведены составы генераторного газа из различных топлив.

Таблица 2 - Состав генераторного газа (в объемных процентах)

Состав	Из дров	Из антрацита	Из бурого угля	Из торфа	Из каменного угля	Из сухого древесного угля
СО.....	30,5-29,0	28-20	31-23	25,1	30,5-25,0	33,5
H <sub>2</sub> .....	11-9	15-20	14,5-13	11,0	10,5-14	2,8
СН <sub>4</sub> .....	0,5	-	-	0,4	-	-
СО <sub>2</sub> .....	5-7,5	4-9	4-10	7,1	2,5-6	0,5
N <sub>2</sub> .....	51,0-51,5	52-50	48,5-52,5	52,1	54-53	63,2
Теплотворная способность ккал/м <sup>3</sup> .....	1418-1409	1364-1221	1300-1173	1484	1415-1295	1100
(МДж/м <sup>3</sup> ).....	(5,9)	(5,7-5,1)	(5,4-4,9)	(6,2)	(5,9-5,4)	(4,6)

В генераторах при усиленном введении водяного пара получается так называемый водяной газ. Его теплотворная способность выше, чем у остальных газов, за счет увеличения количества H<sub>2</sub> и доходит до 2 300 – 2 630 ккал на 1 м<sup>3</sup>.

Обычно из твердого топлива переходит в газ не более 84 % заключенной в топливе энергии, а минимум 16 % тратится на процесс газообразования.

Так называемый светильный газ получается в ретортах в результате процесса сухой перегонки. Так как газ, получаемый из реторт, сильно загрязнен, то его сначала очищают химически и механически; после очистки получается светильный газ состава указанного в таблице 3.

Таблица 3 – Составы светильного, доменного, нефтяного и коксового газов, (объемные проценты)

Компоненты	Светильный газ	Доменный газ	Газ из нефти	Газ коксовых печей
СО (окись углерода)	4 - 12	23,3– 30,1	45 - 10	7,0
H <sub>2</sub> (водород)	54 - 36	2,4 – 7,8	12 -35	51,0
СН <sub>4</sub> (метан)	29 – 44,7	0,2 – 1,9	35 - 55	27,0
Тяжелых углеводородов	10 - 3	-	3 - 1	3,0
СО <sub>2</sub> (двуокись углерода)	2,5 - 0	9,0 – 16,3	0,5	2,5
N <sub>2</sub> (азот)	0 - 4	50,7– 57,4	1,0	9,0
O <sub>2</sub> (кислород)	0,5 – 0,3	-	-	0,5
Уд. вес (плотность), кг/м <sup>3</sup>	0,38 – 0,62	-	0,8 – 0,9	0,542
Теплотворная способность, ккал/м <sup>3</sup> (МДж/м <sup>3</sup> )	5000 – 6000 (21,0– 25,1)	1030 (4,3)	8000-10000 (33,5-41,9)	4540 (19,0)

Выше было сказано, что побочным продуктом в металлургии является доменный газ или колошниковый газ и газ, отходящий от печей, обжигающих каменный уголь на кокс (табл.3). Эти газы используются самим производством на месте. Светильный газ дороже генераторного и имеет главное применение для освещения и только частично для домашнего быта и для двигателей.

Газ из нефти содержит много тяжелых углеводородов, которые, сгущаясь, засоряют газопровод. Получение газа производится или в ретортах, горизонтальных и вертикальных, или в печах системы инженера Лазарева. Газ из



нефти имеет высокую теплотворную способность, достигающую до 10 000 ккал. на 1 м<sup>3</sup>. Газ требует предварительной очистки, и состав его после очистки показан в таблице 4.

На рисунке 2 показана печь Лазарева, которая была установлена в Дербенте (1930г.) и снабжавшая газом железнодорожные корпуса. Одна печь средних размеров высотой 6 м, диаметром в 2 м, вырабатывает в сутки до 1000 м<sup>3</sup> газа; из каждых 100 кг нефти до 12 кг расходуется на накачивание печи и нагрев водяного пара, а 88 кг идут на газообразование и дают до 75 м<sup>3</sup> газа. В такой печи можно получить из нефти путем неполного сжигания нефти в присутствии водяного пара обыкновенный генераторный газ, теплотворной способностью до 2000 ккал./м<sup>3</sup>. Образующиеся во время разложения нефти сажа и кокс выгорают при накачивании печи, причем имеет место образование СО и Н<sub>2</sub>.

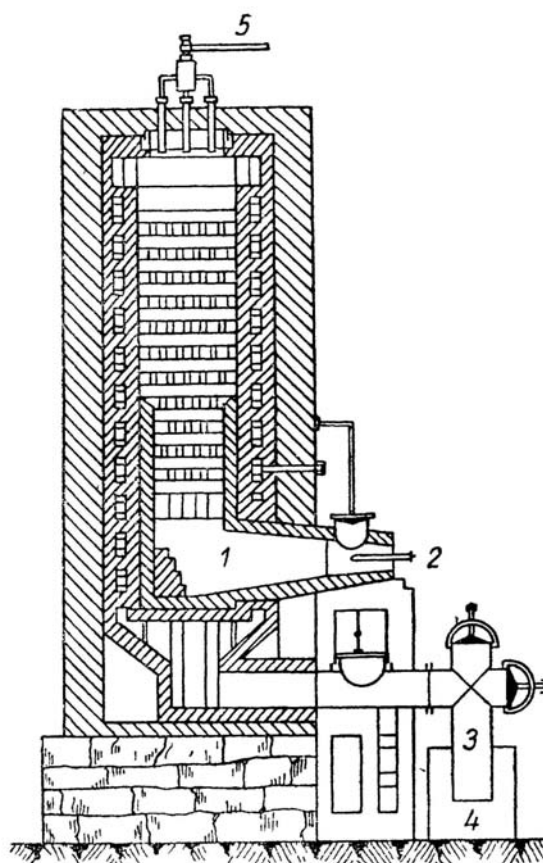


Рисунок 2 - Печь Лазарева (вертикальная нефтяная печь)

При сравнении **природного нефтяного газа с искусственными газами** выявляется громадное преимущество первого. Теплотворная способность природного газа выше в несколько раз; кроме того все газы, имеющие в своем составе СО, ядовиты. Природный же газ не ядовит.

Наличие СО в воздухе, которым человек дышит, в количестве 0,2 %

вызывает смерть через 30 минут, в количестве 0,05 % создает слабую степень отравления – головокружение, сердцебиение и одышку. Отравление предопределяется тем, что СО имеет химическое сродство с гемоглобином крови в 150 раз больше, чем кислород, поэтому он поглощается кровью, и гемоглобин уже не способен вбирать кислород, поэтому человек умирает от внутриклеточного голодания, вернее отравления.

Чистота природного нефтяного газа также является значительным преимуществом; в природном газе обычно отсутствуют негорючие составляющие (N,CO<sub>2</sub>) или имеется незначительная их примесь. Благодаря более высокой теплотворной способности его, для подачи одинакового числа единиц топливной энергии к потреблению необходимо оборудование меньшего размера, чем при искусственном газе.

**Техника газового освещения** до конца 80-х годов XIX в. довольствовалась примитивной горелкой, где газ горел прямо на воздухе пламенем в виде рыбьего хвоста; однако конкуренция электричества заставила экономить газ; был изобретен ряд усовершенствованных горелок, появились горелки с накаливающимся колпачком Ауера (газокалильные) и, наконец, горелки, пользующиеся сжатым газом.

Источники света газового освещения для каменноугольного, нефтяного, водяного карбюрированного или смешанного газов состоят из отдельных горелок или рожков или из их комбинаций, заключенных в отдельном кожухе, снабженном газовым краном, и остекленном для предохранения горелок от внешних атмосферных влияний; все это устройство называется фонарем (рис.3). Конструкция горелок и фонарей зависит главным образом от способа питания их газом низкого (100 – 25 мм вод. ст.) или высокого (110 мм рт.ст.) давления. Газовые горелки по принципу устройства разделяются на прямые и внизгорящие (инвертные) (рис.4).

Преимущество газокалильного освещения перед простым газовым, помимо качества света и экономии, заключается в значительно меньшей порче воздуха жилых помещений нагреванием и продуктами сгорания. Так, плоская газовая горелка в 30 свечей<sup>3)</sup> (30 кд), расходуя 400 л светильного газа за один час, выделяет при этом 2000 кал. тепла, 210 литров углекислого газа и 482 л водяных паров, а горелка Ауера в то же количество свечей и время, расходуя 60 л газа, выделяет 300 кал. тепла, 31,5 л углекислоты и 73 л паров [3,с.259].

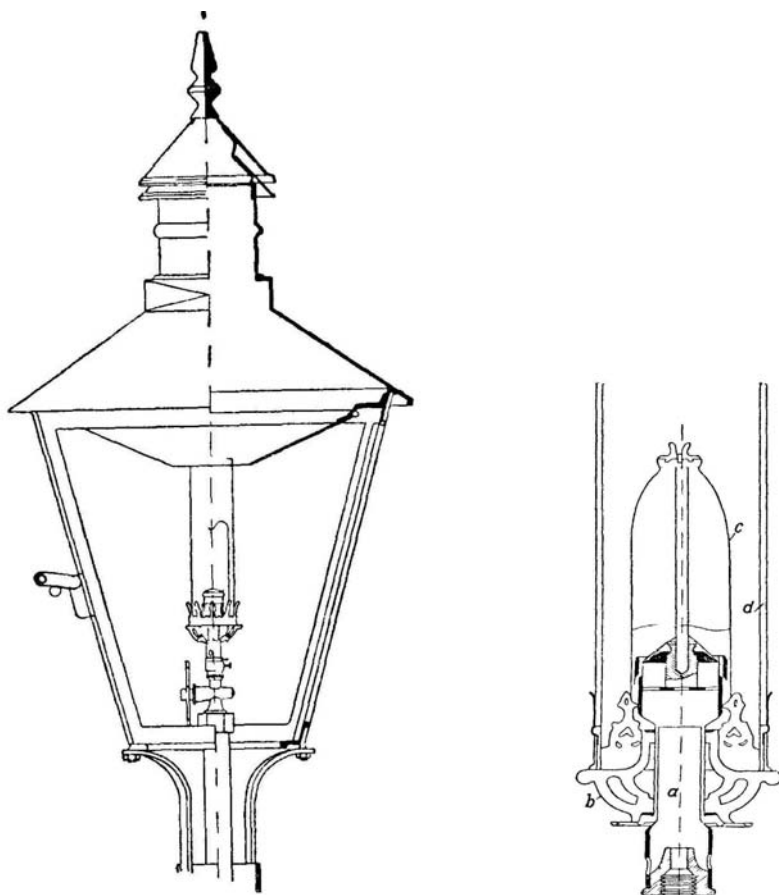


Рисунок 3 – Газовый фонарь с прямой горелкой

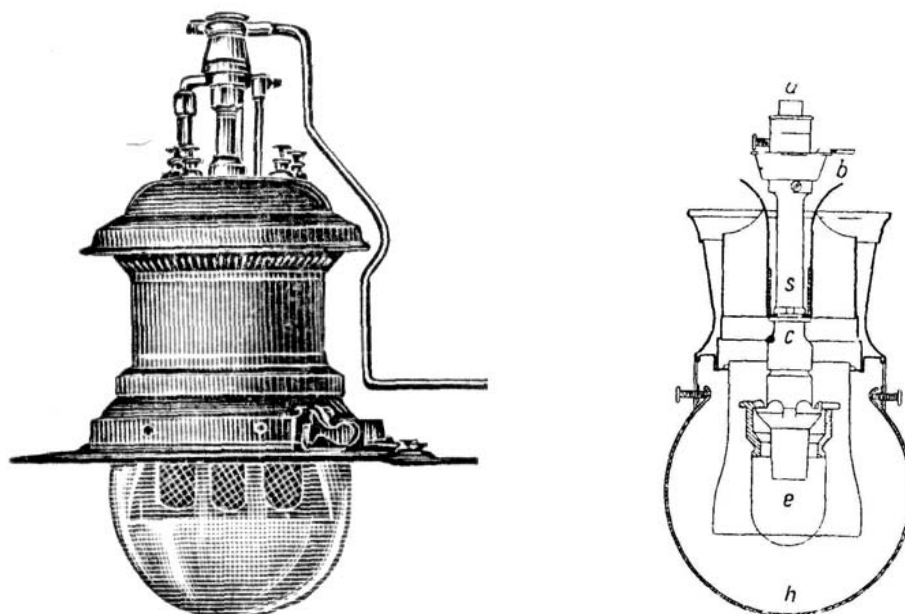


Рисунок 4 – Газовый фонарь с инвертной горелкой

Но некоторые апологеты газового освещения [5], забывая, что при горении газа в атмосфере помещения выгорает кислород, утверждали: «В упрек газовому освещению ставят то, что оно нагревает воздух. В нашем суровом климате, где, как например, в Петербурге, главнейшее, освещение необходимо в те месяцы, когда нужно и отопление, это не только не недостаток, а больше преимущество, т.к. тепло источника света, во-первых, уменьшает расходы на отопление, и, во-вторых, служит для вентиляции, и при надлежащих приспособлениях, настолько деятельно проветривает бальные залы, курильные комнаты и пр., что температура в них не повышается и воздух, несмотря на скопления народа, остается свежим, чего нельзя достигнуть при другом освещении».

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Энциклопедический словарь (Ф.А.Брокгауз, И.А. Ефрон). –СПб., 1892. – Полутом 14.- 440 с.
2. Энциклопедический словарь (Гранат). – М.: Гранат. –Т.12. – Стлб. 295 – 298.
3. Большая Советская энциклопедия. – М.: Советская энциклопедия, 1929. –Т. 14. – 432 с.
4. Техническая энциклопедия. – М.: Советская энциклопедия, 1930. –Т.14. – Стлб. 897 – 901.
5. Глушков Е. Каменноугольный газ и его значение как источника света, тепла, вентиляции и двигательной силы // Горный журнал. –1890. –Т.2. -№ 4, 5, 6. – С. 403 – 415.

#### Примечания.

- 1)  $1 \text{ фут}^3 = 28,3169 \text{ дм}^3 = 0,028 \text{ м}^3$ .
- 2) Газовый уголь – каменный уголь с большим выходом высококалорийного газа. Газовый уголь должен содержать большое количество летучих веществ, вследствие чего он горит длинным пламенем. Согласно принятой классификации к газовому углю относятся угли следующего состава : С - от 80 до 85%; Н – 5,8-5,0%; О+N – 14,2-10%. Отношение О+N/Н должно быть менее 2 и не более 3. Плотность угля 1280 – 1300 кг/м<sup>3</sup>. Выход кокса 60 – 68%; кокс спекающийся с трещинами. Из 100 кг хорошего газового угля при нагревании до 1250°С может быть получено до 38 м<sup>3</sup> газа (плотность по воздуху 0,40-0,42) с теплотворной способностью 5500-5000ккал на 1 м<sup>3</sup>. Чем выше температура, применяемая при производстве газа, тем больше получается газа.

Типичный газовый уголь залегают в б. СССР в больших количествах в Донецком и Кузнецком каменноугольных бассейнах [Большая Советская энциклопедия. – М.: Советская энциклопедия, 1929.-Т.14.- Стлб.276.].

- 3) 1 свеча (сила света) = 1 канделе.