

Щ Н И Д И

Я $\frac{136}{257}$

ГАЗИФИКАЦИЯ ТВЕРДЫХ ТОПЛИВ

19

МАШГИЗ • 1951

МИНИСТЕРСТВО ТЯЖЕЛОГО МАШИНОСТРОЕНИЯ СССР
ГЛАВЛОКОМОБИЛЬДИЗЕЛЬ
ЦЕНТРАЛЬНЫЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ДИЗЕЛЬНЫЙ ИНСТИТУТ
ЦНИДИ

Я 136
257

ГАЗИФИКАЦИЯ ТВЕРДЫХ ТОПЛИВ

Под редакцией В. В. НИКИФОРОВА

19



МАШГИЗ
ГОСУДАРСТВЕННОЕ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ИЗДАТЕЛЬСТВО
МАШИНОСТРОИТЕЛЬНОЙ ЛИТЕРАТУРЫ
МОСКВА 1951 ЛЕНИНГРАД

№ 189

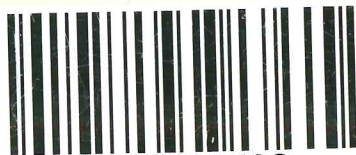
В данном выпуске трудов ЦНИДИ изложен ряд вопросов по газификации твердого топлива для получения силового газа для двигателей внутреннего сгорания.

В первой части приведены материалы по некоторым вопросам теории газификации мелкозернистого растительного топлива и создания газогенератора с „дистилляционной“ фазой подготовки топлива.

Помещен также материал итогов работы ЦНИДИ по созданию новой газомоторной установки с двигателем ГЧ 10,5/13 мощностью в 15 л. с.

Государственная
БИБЛИОТЕКА
СССР
им. В. И. Ленина

51-63251



2010504463

ЛЕНИНГРАДСКОЕ ОТДЕЛЕНИЕ МАШГИЗА

Редакция литературы по машиностроению
Зав. редакцией инж. Ф. И. Фетисов

Л. К. Коллеров

К ВОПРОСУ РАСЧЕТА КАМЕРЫ ГАЗИФИКАЦИИ ДЛЯ МЕЛКОЗЕРНИСТОГО РАСТИТЕЛЬНОГО ТОПЛИВА

Статья обобщает ряд экспериментальных материалов по исследованию камер газификации газогенераторов для газификации растительного мелкозернистого топлива.

На основе этого обобщения делается попытка физико-математического анализа некоторых сторон процесса, в результате которого предлагается схема конструктивного расчета камеры и выводятся некоторые ее основные параметры.

Практическое использование растительных отходов в качестве топлива для газомоторных установок является сравнительно новой областью советской газогенераторной техники впервые решившей принципиальные основы этого необычайно трудного вопроса.

По виду все растительные отходы могут быть разделены на два больших класса: стеблевидные и зернистые [1]. Основное различие этих двух классов растительных отходов заключается в величине и форме стебля или чешуйки, сыпучести и характере равномерности топлива в слое. Если к этому прибавить высокое содержание летучих и, для большей группы отходов, низкую точку плавления золы, то этим в большей мере определяется весь комплекс характеристик, типичных для этих видов топлива, а в связи с этим и трудностей, возникающих при их газификации в газогенераторе силового газа.

Исследование процесса газификации растительных отходов в газогенераторе силового газа показывает, что важнейшим фактором устойчивости процесса с точки зрения физических характеристик топлив является сыпучесть топлива и его равная газопроницаемость (равномерность) в слое.

Весь технологический процесс подготовки растительного топлива для газификации (кроме его предварительной подсушки) и заключается в обеспечении приведенных выше двух физических характеристик. Эти характеристики можно обеспечить тремя методами: приготовлением пресс-пакетов определенной плотности, уплотнением слоя топлива в шахте газогенератора с принудительным его продвижением и дроблением

А
И
М
Е
Т:
6/05

или резкой топлива. для получения однородной зернистой массы [2].

Центральный научно-исследовательский дизельный институт в своих работах по исследованию и разработке методики газификации соломы пошел по пути превращения стебля соломы в мелко изрезанную массу. В связи с этим вся последующая задача поставленного исследования решалась именно в направлении мелкозернистого растительного топлива.

В данном изложении, посвященном некоторым вопросам расчета камеры газификации для мелкозернистого растительного топлива, из всей суммы вопросов поставленной выше задачи мы остановимся на следующих: аэродинамика слоя мелкозернистого растительного топлива, подвод воздуха и связанный с этим расчет камеры газификации.

Изучение движения газоздушного потока сквозь пористую засыпку, коей по существу и является мелкозернистое растительное топливо, является наиболее существенной частью генераторного процесса, обусловленного законами аэродинамического взаимодействия проходящего воздуха со слоем топлива.

Газоздушный поток, попадая в слой топлива, разбивается на большое число отдельных струй, движущихся по очень сложным траекториям в межкусковых пространствах. Последние представляют каналы неправильной формы с переменным сечением, многократно соединенные между собой. Поэтому физическая, иначе структурная характеристика слоя может определяться следующими показателями: а) средний размер зерна в слое; б) порозность слоя; в) его шероховатость.

Для измельченного на соломорезке стебля растительного топлива (стебель соломы, камыша и др.) для условий узкого интервала зернистости средний размер зерна в слое, имея в виду равенство объемов реального и усредненного слоя, будет равен:

$$X_m = \sqrt[3]{\frac{2X_1^2 + X_2^2}{X_1 + X_2}} \quad (1)$$

Порозность является характеристикой плотности слоя пористой засыпки; при этом принимаемый коэффициент порозности устанавливает отношение объема пустот ко всему объему занимаемому слоем, т. е.

$$m = \frac{\gamma_{\text{каж}} - \gamma_{\text{нас}}}{\gamma_{\text{каж}}}, \quad (2)$$

где m — коэффициент порозности;

$\gamma_{\text{каж}}$ — кажущийся удельный вес твердого топлива;

$\gamma_{\text{нас}}$ — вес единицы объема слоя (насыпной удельный вес).

Если слой топлива в газогенераторе в зоне подвода воздуха имеет различную порозность (неравноплотен), то воздух устремляется основной массой по пути наименьшего сопро-

тивления, образует быстро выгорающие местные очаги, и распределение воздуха по сечению резко меняется.

В связи с малой теплоплотностью слоя таких типичных топлив, как солома, камыш и другие этот процесс образования местных прогаров развивается исключительно быстро, создает неустойчивость процесса, ликвидировать которую путем внешнего вмешательства бывает очень трудно. Следовательно, для организации устойчивого процесса газификации мелкозернистого растительного топлива первой задачей является обеспечение устойчивости слоя с необходимой и равномерной порозностью и такой предельной скоростью воздуха в межкусковых пространствах, при которой структура слоя не подвергалась бы резким изменениям.

Для топлив типа соломы-сечки наиболее важной величиной, характеризующей гидродинамику движения газа в слое, является коэффициент сопротивления.

Для фильтрации газа через слой зернистой засыпки сопротивление слоя Δ_p можно определить из следующего уравнения:

$$\Delta_p = \lambda_{\text{сл}} \frac{l}{d} \cdot \frac{\gamma}{g} w_{\phi}^2, \quad (3)$$

где Δ_p — сопротивление слоя высотой в l мм вод. ст. при скорости фильтрации w в м/сек и характерном размере частиц d в мм;

γ — вес газа в кг/м³;

g — ускорение силы тяжести;

$\lambda_{\text{сл}}$ — коэффициент сопротивления слоя, являющийся функцией Re_{ϕ} .

$$Re_{\phi} = \frac{w_{\phi} \cdot d}{\nu},$$

где ν — кинематическая вязкость.

Нормальный стационарный режим фильтрации устанавливается в том случае, если скорость фильтрации по условным межкусковым каналам одинакова, равномерна по сечению и соответствует нормальной для данной системы величине сопротивления слоя Δ_p .

Совершенно очевидно, что коэффициент порозности m связан с величиной d диаметра условного канала между частицами топлива.

По аналогии с движением жидкости в канале можно следующим образом подойти к определению диаметра d канала в слое для газификации мелкозернистого топлива [3].

Ламинарная область для труб характеризуется критерием Лагранжа, умноженным на $\frac{d}{l}$ (где d — диаметр канала, l — длина канала)

$$\frac{\Delta p d}{\omega_{\phi}} \frac{d}{l} = La \frac{d}{l} = 32. \quad (4)$$

Для пористой засыпки этому критерию аналогичен критерий Павловского

$$Pa = \frac{\Delta p \delta^3}{Q \mu H} = \frac{\lambda_{cl} Re}{2}, \quad (5)$$

величина которого есть величина постоянная в области ламинарной фильтрации только для величины данной порозности.

В случае перехода к другой порозности величина $Pa = C(m)$ должна определяться экспериментально.

Если нам известен коэффициент порозности m , то связь между диаметром δ зерна топлива и диаметром d , эквивалентного по сопротивлению канала, можно найти из соотношения:

$$\frac{\Delta p_1 d^2}{\omega \mu L} : \frac{\Delta p_2 \delta^2}{m \omega \mu H} = \frac{32}{C(m)}. \quad (6)$$

Здесь:

$$\Delta p_1 = \Delta p_2 \quad \text{и} \quad L = H,$$

где H — высота слоя, для которого справедлива данная величина перепада давления Δp .

Тогда формула, определяющая диаметр условного канала и учитывающая фактор порозности формы и расположения кусков топлива в слое, примет следующий вид:

$$d = \delta \sqrt{\frac{32}{C(m) m}}. \quad (7)$$

Проведенными ЦНИДИ исследованиями процесса газификации соломы-сечки установлено, что при высоте засыпки H от колосниковой решетки до зоны подачи воздуха в 300 мм сопротивление слоя Δp при отборе газа $Q \cong 60 \text{ м}^3/\text{час}$ возрастает в среднем в течение часа от 100 до 1000 мм вод. ст. Согласно приведенному выше, возрастание сопротивления связано с уменьшением диаметра d межкусковых каналов и увеличением скорости фильтрации ω_{ϕ} , что приводит к увеличению кислородной зоны, увеличению тепловых потерь и ухудшению процесса газификации.

Следовательно, нормальными для условий газификации мелкозернистого топлива типа соломы-сечки будут структурные требования к слою, которые обеспечивают:

- а) требуемый размер „зерна“ топлива и
- б) необходимый коэффициент порозности m слоя топлива, сохраняемый равномерно по сечению и по времени работы слоя.

Для слоя золы и растительного кокса, лежащего на колосниковой решетке, характерно отсутствие сводов давления, обычно характеризующих степень устойчивости слоя.

Чем выше сопротивление слоя золы и растительного мелкозернистого кокса между кислородной зоной и колосниковой решеткой и чем выше скорость фильтрации в этом слое, тем

такой слой быстрее теряет свою устойчивость. Способность частиц слоя такого топлива к „саморазгону“ при резко меняющихся сопротивлениях является одной из характерных особенностей слоя растительного мелкозернистого топлива, заставляющих применять в газогенераторе зажимающие колосниковые решетки малого живого сечения.

Решение вопроса о структурных требованиях к слою мелкозернистого растительного топлива при его газификации тесно связано с методом подачи воздуха в слой топлива и его распределением.

Избранный по условиям термической стойкости золы низкотемпературный процесс газификации соломы-сечки определяется часовой интенсивностью примерно 160—200 кг/м². При этом оказывается необычайно важным создать такое распределение дутья по сечению слоя, при котором отсутствовали бы участки с относительно малым теплоотводом в восстановительную зону.

Решая вопрос о распределении дутья в слое растительного мелкозернистого топлива с определенным коэффициентом порозности, следует прежде всего остановиться на дальнобойности воздушной струи, выходящей из фурмы, на определении границ и величины той площади камеры, которая может быть обеспечена необходимым количеством воздуха, поступающего из данной фурмы.

Здесь следует сразу указать на то обстоятельство, что слой растительного топлива и полукокса, находящийся в кислородной зоне, следует рассматривать как слой полустационарный с различной подвижностью частиц. Сказанное особо следует отнести к полости воздушно-газового протока (область активного окислительного процесса перед устьем фурмы), где под действием кинетической энергии поступающего из фурмы воздуха частицы кокса находятся в непрерывном движении.

Рассматриваемый случай соответствует такому положению, при котором скорость воздушно-газовой струи превышает некоторую скорость ω_1 , при которой давление потока уравновешивается весом средней по массе частицей растительного кокса.

С величиной ω_1 критическая скорость ω_2 связывается следующим выражением

$$\omega_1 = \omega_2 \sqrt{I^n}, \quad (8)$$

где I^n — показатель разрыхления слоя частиц в покое;

n — коэффициент, зависящий от размера частиц и характера материала.

Имея в виду, что $\sqrt{I^n}$ всегда меньше единицы, скорость воздушно-газовой струи в протоке, при которой начинается перемещение кокса в слое, должна быть меньше критической скорости для отдельных его частиц.

Под дальностью струи воздуха, выходящей из фурмы, или глубиной ее проникновения в слой понимается способность струи сохранять необходимые скорости на определенном расстоянии x от устья. Дальность струи зависит от начальной скорости в устье w_0 и от диаметра d отверстия истечения:

$$\frac{w}{w_0} = \frac{8,26}{\left(\frac{x}{d}\right)^{1,137}} \quad \left(\text{для } \frac{x}{d} \geq 12\right), \quad (9)$$

при этом дальность увеличивается при постоянном диаметре с увеличением начальной скорости, а при постоянной скорости с увеличением диаметра.

При постоянном расходе большая дальность достигается применением малых диаметров устья и соответственно больших скоростей истечения. Перемещение частиц топлива в зоне действия воздушно-газового потока обуславливается работой воздушно-газовой струи и может быть выражено энергетическим уравнением движения

$$\frac{C^2 - C_1^2}{2g} + h - h_1 + \int_{p_1}^p \frac{dp}{\gamma} + \int_{s_1}^s w_s ds = \int_{t_1}^t \frac{1}{\gamma} \frac{\partial p}{\partial t} dt. \quad (10)$$

Если в уравнение (10) внести энергетический запас одного килограмма газа в форме

$$E = \frac{C^2}{2g} + h + \int \frac{dp}{\gamma}, \quad (11)$$

то его можно переписать следующим образом:

$$E - E_1 + \int_{s_1}^s w_s ds + \int_{t_1}^t \frac{1}{\gamma} \frac{\partial p}{\partial s} ds, \quad (12)$$

откуда видно, что изменение энергетического запаса, сложенное с работой сил трения газа о частицы топлива, равно интегралу от величины $\frac{1}{\gamma} \frac{\partial p}{\partial s}$. Это же уравнение в дифференциальной форме можно представить так:

$$\frac{dE}{dt} + cw_s = \frac{1}{\gamma} \frac{\partial p}{\partial t}. \quad (13)$$

Если движение струи из фурмы установившееся, то тогда

$$\frac{\partial p}{\partial s} = 0.$$

Значит

$$E - E_1 \int_{s_1}^s w_s ds = 0, \quad (14)$$

т. е. мы видим, что запас энергии при установившемся движении расходуется на работу сил сопротивления.

Каков же будет коэффициент полезного действия воздушно-газовой струи в потоке.

Введем выражения:

$$h_c = \frac{C^2}{2g} \quad \text{— для скоростного напора,}$$

$$h \quad \text{— для геометрического напора,}$$

$$h_p = \int \frac{Pd}{\gamma} \quad \text{— для пьезометрического напора,}$$

$$h_r = \int_{s_1}^s w_s ds \quad \text{— для потеряннного напора.}$$

Принимая во внимание, что все эти величины имеют линейную размерность, мы получим, что при установившемся движении в любой точке сумма четырех приведенных выше напоров будет равна запасу энергии в начальной точке, т. е.

$$E + h_r = h_c + h + h_p + h_r = E_1. \quad (15)$$

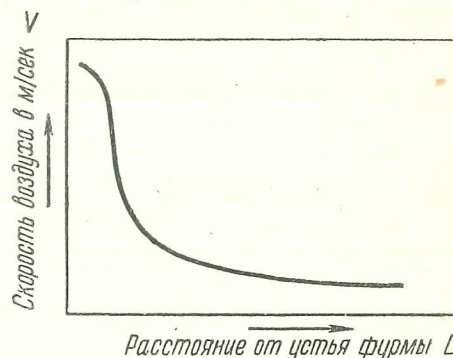
Это уравнение дает возможность получить понятие о коэффициенте полезного действия данной воздушно-газовой струи

$$\eta = \frac{E}{E_1} = 1 - \frac{h_r}{E_1}. \quad (16)$$

Если силы сопротивления отсутствуют, то $\eta = 1$ и $E = \text{const}$, что соответствует уравнению Д. Бернулли в гидравлике.

Рассматривая вопрос о дальности струи воздуха, выходящей из фурмы газогенератора в слой топлива, и связанные с этим конструктивные решения, следует остановиться на некоторых характеристиках работы фурм. Под осевой характеристикой фурмы понимается графическое изображение скорости воздушной струи в зависимости от расстояния рассматриваемой точки от устья фурмы в направлении ее оси.

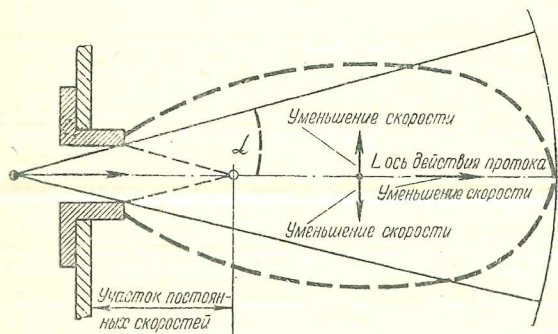
Из приведенного графика (фиг. 1) видно, что вблизи устья фурмы центральная часть струи не испытывает на этом участке тормозящего влияния окружающей среды и обладает постоянной скоростью, при этом ширина области постоянных скоростей равна диаметру отверстия фурмы (фиг. 2) и по мере удаления от устья фурмы сужается до нуля.



Фиг. 1. Осевая характеристика воздушной фурмы

Ширина всей струи, наоборот, непрерывно расширяется за счет увлечения неподвижных частиц окружающей среды, а скорость потока при этом снижается. В результате работы струи в слое мелкозернистого топлива (типа соломы-сечки) образуется воздушно-газовый проток с „взвешенными“ в нем частицами топлива.

В границах площади этого воздушно-газового протока (изображенного на фиг. 2 жирной штриховой линией) на процесс газификации расходуется поступающий через фурму кислород воздуха. Какова при этом длина оси действия протока L , как быстро



Фиг. 2. Схема воздушно-газового протока

затухает скорость воздушной струи по мере ее удаления от фурмы?

В общем виде затухание скорости выразится первой производной от скорости $v = f(x)$, при этом затухание скорости будет прямо пропорционально квадрату скорости. Диаметр фурмы имеет большое значение в быстроте падения скорости по мере удаления от фурмы при одном и том же значении начальной скорости.

Уменьшение этой скорости тем значительнее, чем меньше диаметр фурмы. Скорость струн в данной точке на расстоянии x от устья фурмы будет равна:

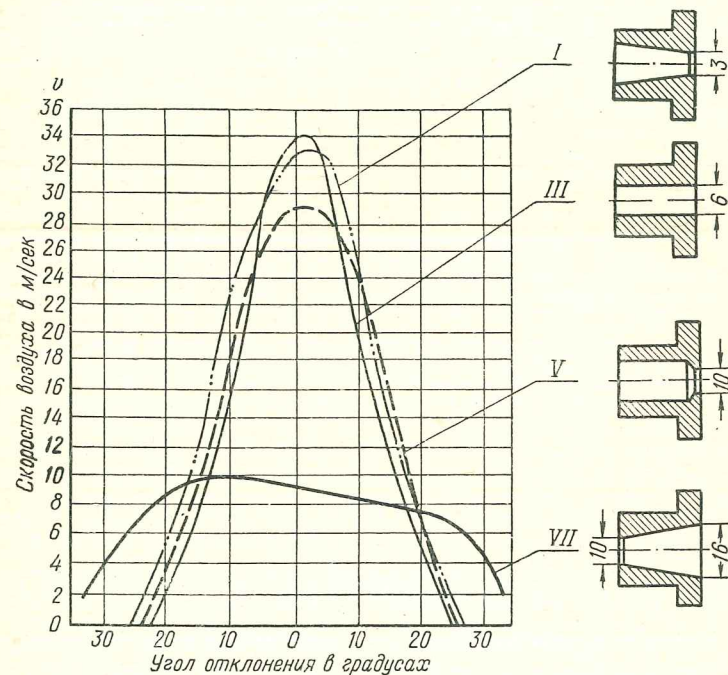
$$v = \frac{0,96v_0}{\frac{ax}{R_0} + 0,29} \text{ м/сек.} \quad (17)$$

Значит, при уменьшении диаметра фурмы, равного $2R_0$, дробь $\frac{ax}{R}$ и знаменатель правой части уравнения возрастают, а скорость v уменьшается (если при этом начальная скорость v_0 остается без изменения). Следовательно, дальностью струи при одинаковом напоре возрастает вместе с увеличением диаметра фурмы, скорость же струи на значительном расстоянии от фурмы обратно пропорциональна диаметру фурмы.

Показанная на фиг. 2 ось действия протока L определяет, по существу, радиальную характеристику протока для данных его координат. Изменяя диаметр фурмы и ее профиль, можно изменять и радиальную характеристику протока (углы отклонения α и длину оси L), приближаясь к такому построению границ площади протока, которое наиболее полно обеспечи-

вает насыщение кислородом воздуха данный участок слоя топлива при соблюдении требуемых его гидравлических характеристик.

Изменение радиальных характеристик в зависимости от профиля фурмы по данным НАТИ приведено на фиг. 3 для расстояния $L = 5 \text{ см}$. Здесь следует обратить внимание на характеристику фурмы VII, где не наблюдается направленного действия струи вдоль оси.



Фиг. 3. Радиальные характеристики различных фурм при гидростатическом напоре $h^0 = 200 \text{ мм вод. ст.}$ и при $x = 5 \text{ см}$

Скорость воздуха не превышает 10 м/сек и почти не меняется до угла отклонения в 20° .

Если известна начальная скорость воздуха в устье фурмы v_0 , то его расход будет равен:

$$v_b = \alpha f v_0 \text{ м/сек,} \quad (18)$$

где α — коэффициент сжатия струи

f — минимальная площадь сечения фурмы

Действительная скорость v_0 в устье фурмы будет меньше теоретической скорости v_r вследствие потерь на трение и будет выражаться коэффициентом скорости φ , т. е.

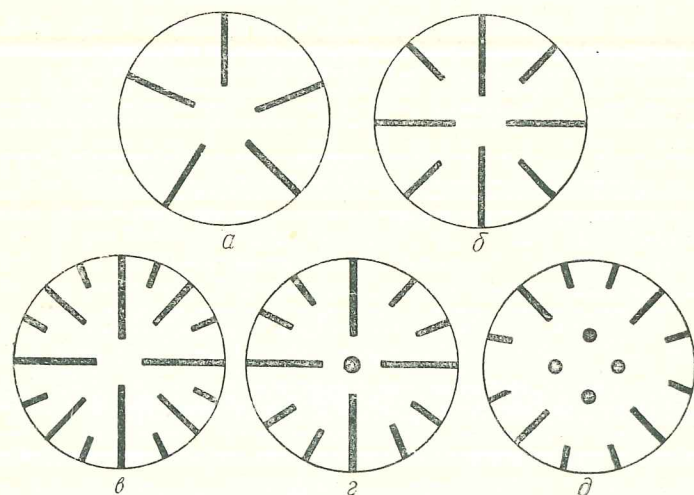
$$\varphi = \frac{v_0}{v_r}. \quad (19)$$

Произведение коэффициентов $\alpha\varphi$ называют коэффициентом расхода и обозначают μ .

Тогда окончательно:

$$v_b = 6\mu f \sqrt{\frac{2gh_0}{\gamma_b}} \text{ л/мин.} \quad (20)$$

Величина площади насыщения δ_n слоя воздушно-газовой средой играет важную роль в протекании низкотемпературного редуционного процесса газификации растительного топлива типа соломы-сечки и связана с величиной смолосодержания в газе (не более 0,4—0,5 г/м газа). В связи с этим построение системы распределения воздуха в слое такого топлива является необычайно ответственным этапом проектирования газогенератора для газификации этого топлива на силовой газ.



Фиг. 4. Принципиальные схемы установки фурм в камере газогенератора для газификации топлива типа соломы-сечки в свободнасыпном слое

При исследовании процесса газификации соломы-сечки в свободнасыпном слое был принят точечный принцип распределения воздуха. Основным элементом построения такой системы явился воздушно-газовый проток, создаваемый в слое углубленной фурмой. Сочетание системы протоков дало возможность создать в плоскости подачи дутья своеобразную «воздушно-газовую решетку», которую мы и принимаем в качестве основы построения кислородной зоны в редуционном низкотемпературном газогенераторе для газификации соломы-сечки в свободнасыпном слое.

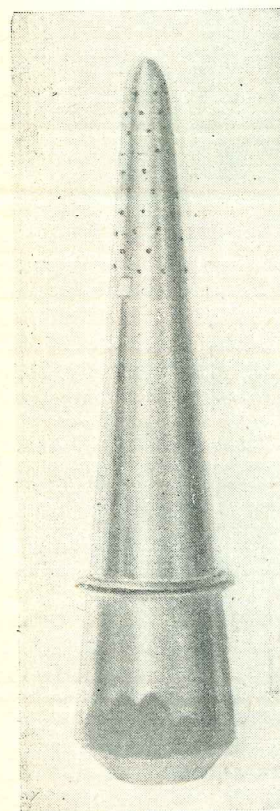
В зависимости от диаметра камеры газификации воздушно-газовая решетка может быть построена путем различного сочетания углубленных в слой фурм.

На фиг. 4 приведено несколько таких принципиальных схем. В основу построения этих схем принято положение о том, что при установленном коэффициенте порозности слоя соломы-сечки размером стебля 10—15 мм длина оси активной части воздушно-газового протока L не превышает 30—35 мм при установленной скорости воздуха в сопле фурмы на холодное дутье 10—12 м/сек.

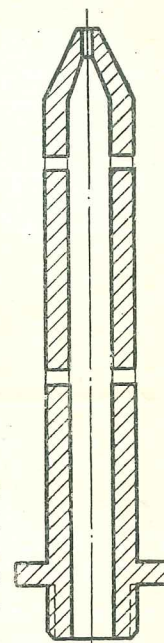
При этой скорости воздуха слой кокса, находящийся в сфере действия протока, имеет сравнительно невысокую подвижность, легко наблюдаемую на глаз, при которой устойчивость слоя в целом не нарушается и не ведет к колебаниям количественного и качественного выхода газа.

Как видно из приведенных на фиг. 4 схем построения воздушно-газовой решетки, воздухоподводящим элементом камеры является углубленная в слой топлива фурма (фиг. 5), имеющая, в зависимости от ее расположения в слое топлива, одно, два или несколько сопел.

Схемы *a, б, в* (фиг. 4) решены путем комбинации различных длин периферийных фурм. В случае, если диаметр камеры достаточно велик и не позволяет решить построение воздушно-газовой решетки по приведенным выше схемам, следует прибегать к схемам *г* и *д*. Эти схемы построены на основе сочетания периферийных поперечных и вертикальных фурм, которые могут быть введены в слой снизу или опущены сверху шахты. Конструктивное решение принимается в каждом отдельном случае в зависимости от конкретного вида топлива и его характеристик, а также назначения газогенератора.



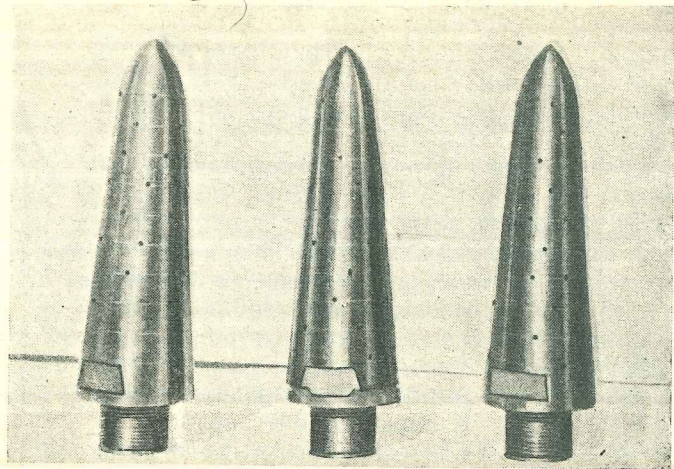
Фиг. 6. Общий вид вертикальной центральной фурмы для работы в сочетании с периферийными



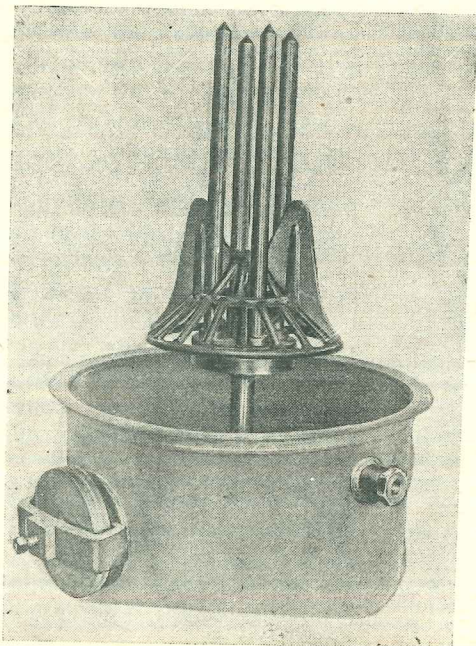
Фиг. 5.

Схема фурмы решены путем комбинации различных длин периферийных фурм. В случае, если диаметр камеры достаточно велик и не позволяет решить построение воздушно-газовой решетки по приведенным выше схемам, следует прибегать к схемам *г* и *д*. Эти схемы построены на основе сочетания периферийных поперечных и вертикальных фурм, которые могут быть введены в слой снизу или опущены сверху шахты. Конструктивное решение принимается в каждом отдельном случае в зависимости от конкретного вида топлива и его характеристик, а также назначения газогенератора.

На фиг. 6 приведен общий вид центральной фурмы для работы в сочетании с плоскими фурмами. На фиг. 7 приведены три типа наконечников для этой центральной фурмы с различными количеством и размерами сопел. На фиг. 8 изображен центральный элемент воздухоподвода, состоящий из четы-

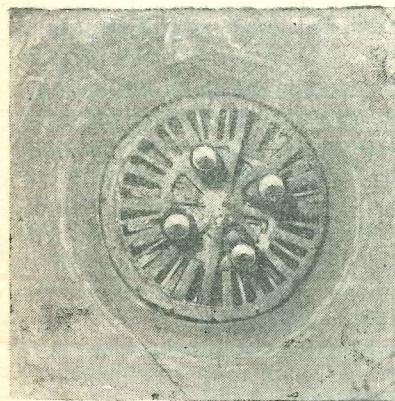


Фиг. 7. Три типа воздушных распылителей для центральной фурмы (фиг. 6)

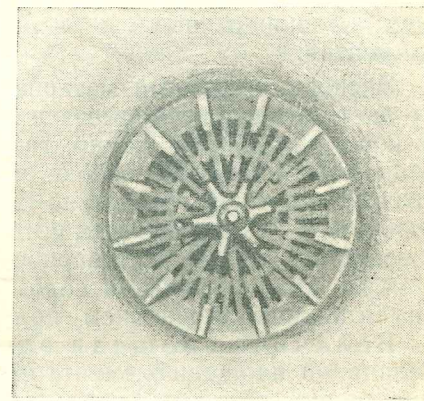


Фиг. 8. Центральный воздухоподвод, состоящий из четырех вертикальных фурм и плоских периферийных

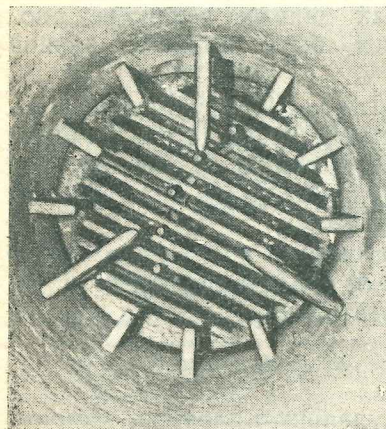
рех вертикальных фурм, углубленных в слой топлива снизу, с плоскости конической колосниковой решетки. На фиг. 9 приведен вид сверху на эту систему, установленную в шахте газогенератора.



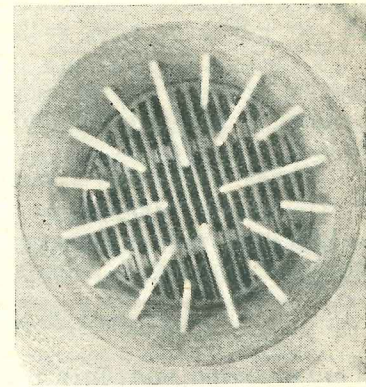
Фиг. 9. Вид на центральный воздухоподвод (фиг. 8) сверху



Фиг. 10. Система комбинированного воздухоподвода, состоящая из углубленных в слой поперечных фурм одинаковой длины и одной вертикальной фурмы (звездочки) с пятью фурмами



Фиг. 11. Система воздухоподвода, состоящая из двух типов поперечных фурм



Фиг. 12. Система сложного воздухоподвода, состоящая из трех типов поперечных фурм

На фиг. 10 изображена система воздухоподвода, состоящая из углубленных в слой поперечных фурм одинаковой длины и одной вертикальной фурмы „звездочки“ с пятью фурмами-соплами.

На фиг. 11 изображена система воздухоподвода, состоящая из двух типов поперечных фурм — длинных и коротких. На фиг. 12 изображен сложный воздухоподвод, состоящий из трех типов поперечных фурм.

Опыт ЦНИДИ показывает, что поперечные фурмы дают возможность наиболее целесообразно разрешить вопрос подачи воздуха в слой для диаметра камеры до 500 мм. Для построения воздушно-газовой решетки в камерах большего диаметра следует останавливаться на комбинированных системах, состоящих из поперечных и вертикальных воздухоподводящих элементов.

Экспериментальный материал по газификации соломы еще не дает сегодня исчерпывающих данных по методике расчета и конструированию камер газификации с воздушно-газовой решеткой. Однако на основе рассмотрения явлений, сопровождающих развитие воздушно-газового потока в слое, можно говорить о тех параметрах, которые дают возможность подойти с известной мерой достоверности к расчету и проектированию камеры для газификации соломы-сечки с последующим экспериментальным уточнением полученных данных:

Величина площади элемента насыщения δ_n . Под величиной площади элемента насыщения в камере газификации для соломы-сечки мы условимся понимать площадь, ограниченную осями граничных протоков, в которых распределение кислорода воздуха обеспечивает отсутствие локальных „холодных“ участков.

На основании экспериментальных данных величина площади элемента насыщения может быть принята равной $22 \text{ см}^2 \pm 8\%$, т. е. $\delta_n = 22 \text{ см}^2 \pm 8\%$.

Удельная площадь камеры Δ_p . Под удельной площадью камеры мы условимся понимать площадь (за вычетом площади, занимаемой фурмами), отнесенную к выходу 1 м^3 газа.

Тогда величина $\Delta_p \cong 26,5 \text{ см}^2/\text{м}^3$ газа.

Принимая удельный расход соломы двигателем $g_T = 1,25 \text{ кг}/\text{э. л. с-час}$ и выход газа из 1 кг соломы равным $2,3 \text{ м}^3/\text{кг}$, получим удельный расход газа двигателем

$$g_{\text{газ}} = 1,25 \times 2,3 = 2,88 \text{ м}^3/\text{э. л. с-час}.$$

Тогда можно получить расчетную удельную площадь камеры, отнесенную к 1 л. с.

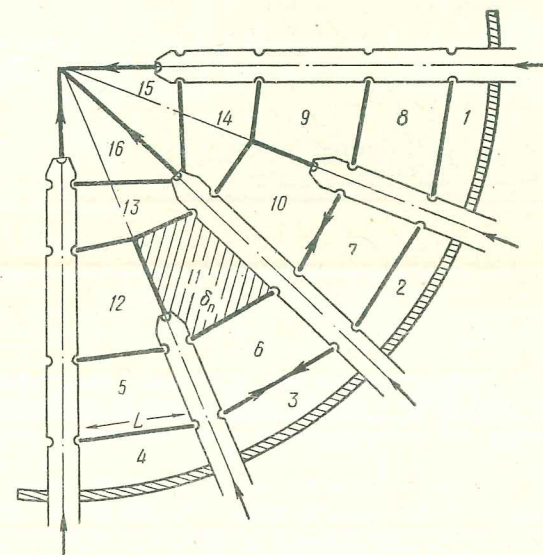
$$\Delta_p' = 26,5 \times 2,88 = 75,5 \text{ см}^2/\text{э. л. с.}$$

Напряженность процесса газификации R . Расчетная тепловая напряженность процесса R_t принимается в пределах $500-600 \text{ тыс. ккал}/\text{м}^2\text{-час}$, что соответствует весовой напряженности $160-180 \text{ кг}/\text{м}^2\text{-час}$.

На фиг. 13 приведена схема построения воздушно-газовой решетки ($1/4$ часть площади) в камере газификации газогенератора для газификации соломы-сечки для двигателя в 17 л. с.

Воздухоподводящие элементы этой камеры состоят из трех типов поперечных цилиндрических фурм различной длины: коротких 85 мм , средних 135 мм и длинных 175 мм .

Исходя из часового расхода воздуха, потребного для газификации топлива, скорости воздуха и средней расчетной площади насыщения (δ_n на фиг. 13) произведено построение воздушно-газовой решетки для рассматриваемого типа камеры.



Фиг. 13. Схема построения воздушно-газовой решетки ($1/4$ часть площади камеры) в газогенераторе для питания газового двигателя мощностью в 17 л. с.

Решетка образована 16 поперечными фурмами: 4 длинных, 4 средних и 8 коротких. Каждая из этих фурм имеет по одному торцевому соплу и от двух до четырех боковых. Оси протоков L построены таким образом, что в пределах расчетной площади насыщения воздушно-газовая решетка складывается из 64 отдельных элементов насыщения со средней расчетной площадью каждого элемента равной примерно 21 см^2 .

Величина элемента насыщения δ_n должна иметь определенное значение для каждого вида растительного отхода и его структурной характеристики (величина зерна, коэффициент порозности). Чем выше коэффициент порозности, тем должна быть выше и величина δ_n и, наоборот, с уменьшением коэффициента порозности должна сокращаться и площадь насыщения.

Разобранные в данной статье некоторые вопросы, связанные с газификацией растительного мелкозернистого топлива, являются, по существу, первыми попытками обобщения неболь-

шой части материала, полученного в результате экспериментальных работ, проведенных ЦНИДИ за последние годы. Дальнейшее развитие работ по газификации растительного топлива и необходимость создания для народного хозяйства газомоторных установок больших мощностей потребует проведения не только экспериментальных исследований самого процесса газификации, но и осуществления ряда теоретических и экспериментальных изысканий в области его моделирования. Стабильность и автономность воздушно-газового потока в камере газогенератора делают такие изыскания обещающими и перспективными. Проведение же этих изысканий на статических и динамических моделях может значительно ускорить решение необходимых теоретических и практических вопросов газогенераторной техники.

ЛИТЕРАТУРА

1. Коллеров Л. К., Газификационные характеристики растительных отходов. Труды ЦНИДИ, кн. 15, Машгиз, 1950.
2. Коллеров Л. К., Исследование сушки газогенераторного топлива отработавшими газами двигателя внутреннего сгорания. Труды ЦНИДИ, кн. 13, Машгиз, 1949.
3. Исследование процессов горения натурального топлива, под ред. проф. Кнорре Г. Ф., Госэнергоиздат, 1948.

В. А. Крон

ГАЗИФИКАЦИЯ ДРЕВЕСНОГО ТОПЛИВА ПОВЫШЕННОЙ ВЛАЖНОСТИ В МАЛОГАБАРИТНЫХ ГАЗОГЕНЕРАТОРАХ

Статья представляет краткое изложение основ газификации влажного древесного топлива по методу, разработанному автором статьи, в основе которой лежит наиболее глубокий процесс термической подготовки топлива по определенной схеме. Приводятся схема газогенераторной установки и фотографии экспериментальных установок для мотовозов и грузовых автомобилей.

Возможность газификации древесного топлива повышенной влажности и получение при этом достаточно высокого по качеству генераторного газа является важным эксплуатационным показателем газогенератора.

В современной практике газогенераторостроения предварительная подсушка древесины происходит в достаточно развитом по высоте бункере газогенератора за счет лучистой энергии горячих зон газогенератора и вытяжки паров через пароотводящую трубу.

Однако в этом случае повышаются габариты газогенератора, а с отводимыми парами уходит часть высококалорийных газов сухой перегонки и легких погонов смол, что в итоге ведет к снижению к. п. д. процесса газификации топлива и ухудшению состава газа.

Решение задачи газификации древесного топлива повышенной влажности в малогабаритном газогенераторе следует искать в таком способе предварительной термической подготовки топлива, при котором значительно повышается качество самого топлива, а получаемые парообразные и газообразные продукты могут быть использованы для обогащения генераторного газа.

С точки зрения указанных выше условий большие возможности открывает бурая или так называемая карбонизированная древесина, получаемая в процессе термической обработки обычной древесины без доступа воздуха при температуре 270—290° С.

Бурая древесина отличается повышенной теплотворностью и не содержит смол и кислот.

Автор в проводимых работах по созданию нового типа газогенератора (карбогенератор) поставил перед собой задачу осуществить за счет интенсивного подогрева топлива в бункере процесс его карбонизации с отводом парообразных и газообразных продуктов в нижние горячие зоны газогенератора. В связи с указанным, процесс газификации топлива должен был протекать в следующем порядке:

- 1) подогрев топлива,
- 2) сушка топлива,
- 3) карбонизация топлива и возгонка его летучих;
- 4) зона неполного сгорания топлива и его летучих,
- 5) зона восстановления в генераторный газ продуктов неполного горения топлива и летучих,
- 6) зона горения генераторного газа и смол,
- 7) зона диссоциации водяных паров топлива,
- 8) зона восстановления продуктов горения генераторного газа и частичная зона образования окиси углерода за счет кислорода, выделившегося при диссоциации водяных паров.

Таким путем была создана трехзонная камера для газификации древесного топлива повышенной влажности.

На фиг. 1 показан однобункерный карбогенераторный автомобиль.

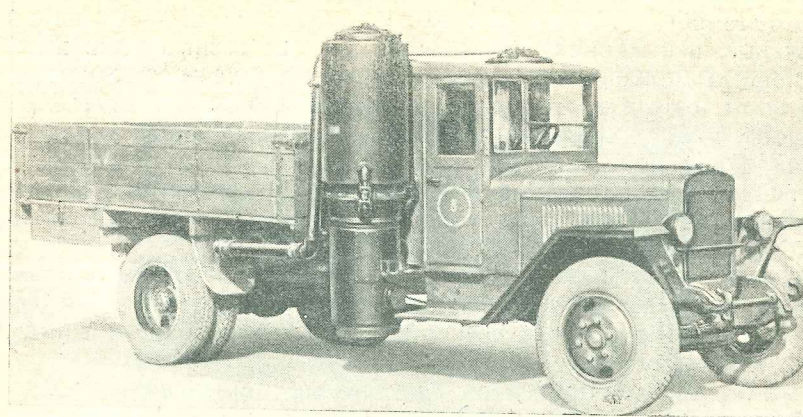
На фиг. 2 показан общий вид карбогенераторной установки для мотовоза узкой колеи, а на фиг. 3—схема транспортного карбогенератора.

Карбогенератор имел две шахты газификации обращенного процесса. Общий бункер вмещал 270 кг древесного топлива влажностью в 30%, что обеспечивало работу мотовоза без заправки топливом до 6 час. Мощность двигателя мотовоза 60 л. с.

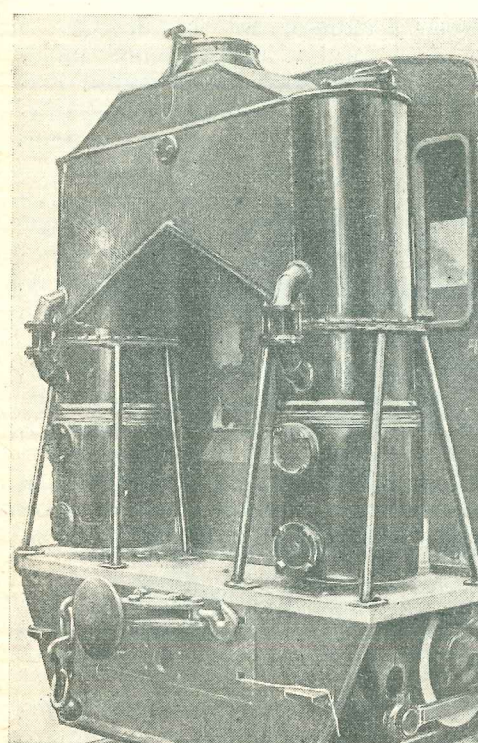
Бункер карбогенератора имел полный обогрев топлива за счет тепла отводимых газов и высокий (до 500° С) подогрев воздуха для газификации за счет использования избыточного тепла активной зоны каждой из шахт газогенератора, при этом было установлено, что чем дольше и равномернее происходит процесс обогрева топлива в бункере, тем устойчивее работа двигателя и тем меньше расход топлива.

В период испытаний большое внимание было уделено определению долговечности отдельных узлов камеры газификации. Для изучения жаростойкости камер два автомобиля ЗИС-21 с карбогенераторными установками, имеющими камеры газификации, выполненные путем электросварки из четырехмиллиметровой листовой стали Ст. 3 были направлены на междуведомственные испытания газогенераторных автомобилей в 1949 г.

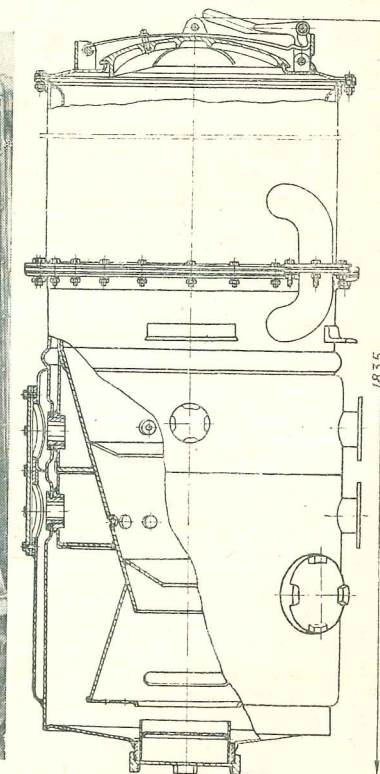
Можно было бы предполагать, что после первой тысячи километров пробега камеры газификации сгорят на уровне верхнего фурменного пояса. Этого не случилось, благодаря особой системе отражения горячих потоков в камере.



Фиг. 1. Однобункерный карбогенераторный автомобиль



Фиг. 2. Карбогенератор на мотовозе узкой колеи



Фиг. 3. Схема транспортного карбогенератора

После общего пробега в 10 000 км (из них 8000 км на специальных испытаниях) трехзонные камеры газификации имели случайные механические повреждения кожуха восстановительной зоны, отрыв одной из фурм из-за неправильной шуровки и трещину в месте приварки нижнего газоотражающего вкладыша из нержавеющей стали (фиг. 5). Эта камера была подвергнута дальнейшей эксплуатации без какого-либо ремонта и прошла пробег в 20 000 км, что больше пробега стандартной литой камеры автомобиля ЗИС-21.

Смеситель после пробега 8000 км имел следы легкого налета сажи без какого-либо смолистого отложения (фиг. 6). Карбогенератор работал все время на высоковлажном топливе и испытывался также на свежерубленной древесине.

Были также проведены испытания аналогичных камер в двухшахтном карбогенераторе автомобиля ЗИС-150, при этом испытывалась камера с конусом из нержавеющей стали и конусом из стали Ст. 3.

Наименование конструкций	Расход топлива в кг (березовая чурка) в пересчете на абсолютно сухую массу топлива на 100 км пробега	
	с кузовом	с прицепом
Карбогенератор № 8 . . .	95	114
ЦНИМЭ 20	150	нет данных
ЛТА	152	не работал
ЗИС-21	108	156

После пробега 30000 км конус из стали Ст. 3 имел разрушения ниже второго ряда фурм. Конус из нержавеющей стали ЭЖ-1 никаких следов деформации не имел.

В таблице приводятся сравнительные данные междуведомственных испытаний по расходу топлива для четырех типов

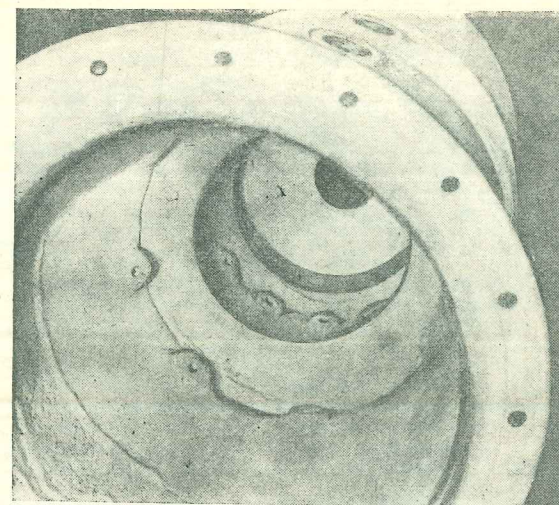
автомобильных газогенераторных установок.

В последних конструкциях карбогенераторных установок достигнута еще большая экономичность процесса и исключены уносы в систему очистки в виде мелких кусков угля, сажи и паров смол.

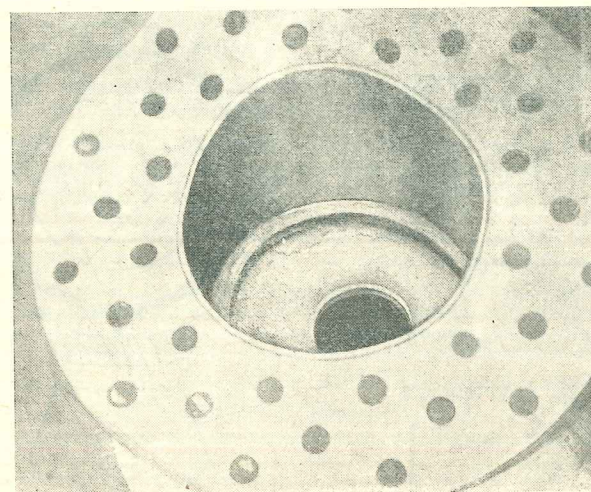
Указанное обстоятельство позволило запроектировать и длительно испытать новую систему очистки газа, вес которой составляет всего лишь 50 кг, для установок мощностью от 10 до 50 л. с.

С учетом результатов испытаний в 1950 г. были построены три малогабаритных карбогенератора стационарного типа. Два из них имеют литую часть третьей зоны камеры газификации (фиг. 7).

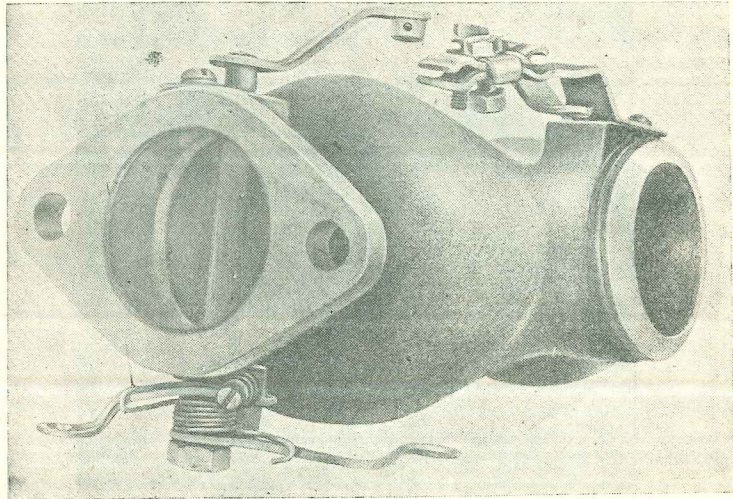
Указанные установки работают в производственных условиях и газифицируют топливо с относительной влажностью до 35% (фиг. 8). Газ, получаемый от этих карбогенераторных установок, содержит от 20 до 28% водорода и отличается полной бессмолистостью.



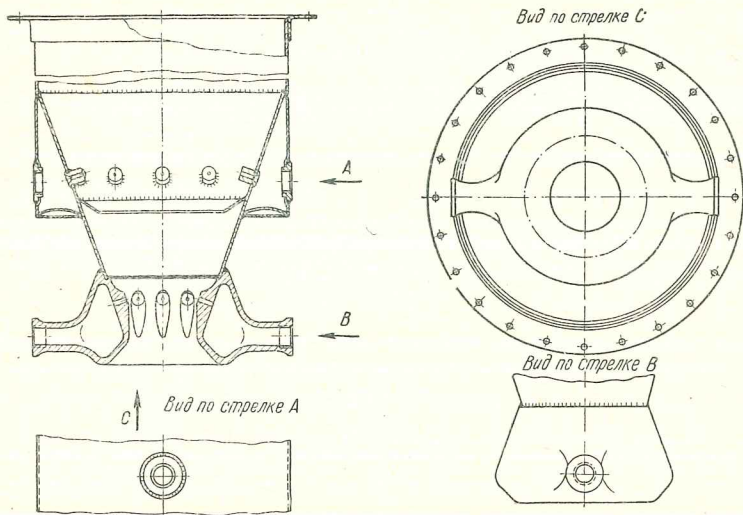
Фиг. 4. Общий вид сварной камеры газификации после 10 000 км пробега автомобиля ЗИС-21



Фиг. 5. Разрушение сварочного шва у нижнего газоотражателя камеры газификации (снимок НАМИ)



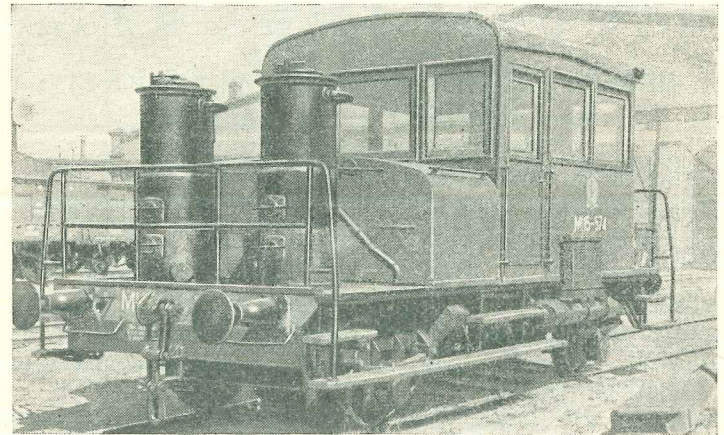
Фиг. 6. Общий вид смесителя после 8000 км пробега автомобиля ЗИС-21 (снимок НАМИ)



Фиг. 7. Камера газификации стационарного карбогенератора с литой нижней частью

В настоящее время в ЦНИДИ изучаются вопросы создания малогабаритного карбогенератора, могущего работать на топливе с относительной влажностью от 15 до 50% и одновременно идет подготовка к тщательному исследованию процесса газификации для получения теоретического и расчетного материала.

Общий вес карбогенераторной установки для двигателей мощностью от 15 до 45 л. с. предполагается в 200—450 кг. Удельный расход древесного топлива от 900 до 1500 г/л. с.-час.



Фиг. 8. Карбогенераторная установка на моторном вагоне широкой колеи

Перенесение опыта транспортных конструкций карбогенераторов в условия стационарных установок открывает возможности для создания экономичных малогабаритных передвижных и стационарных газомоторных установок для различных отраслей народного хозяйства.

Н. П. Хухлович

ПЕРЕВОД ДВИГАТЕЛЯ ДИЗЕЛЯ 2Ч-10,5/13 НА ГАЗООБРАЗНОЕ ТОПЛИВО

В статье описываются способ перевода двигателя дизеля 2Ч-10,5/13 на газообразное топливо и основные результаты доводочных и заводских испытаний газового двигателя 2ГЧ-10,5/13 с газогенераторной установкой ОГ-14.

Газовый двигатель 2ГЧ-10,5/13 был создан на базе серийного двигателя дизеля 2Ч-10,5/13 мощностью 20 л. с. при 1500 об/мин. конструкции ЦНИДИ, производства завода имени Микояна (фиг. 1).

Двигатель 2Ч-10,5/13 — двухцилиндровый четырехтактный бескомпрессорный дизель с вихревым смесеобразованием. Перевод дизеля 2Ч-10,5/13 на газообразное топливо был осуществлен при максимальном сохранении его узлов и деталей.

Газовый двигатель 2ГЧ-10,5/13 (фиг. 2, 3 и 4) цельноблочной конструкции. Он состоит из блок-картера, служащего основанием для монтажа на нем шатунно-кривошипного механизма, систем аппаратуры для подачи смазки и охлаждения (дизельный вариант), шестеренчатой передачи, магнето и др.

Блок-картер — чугунный, цельнолитой, с вставными гильзами цилиндра, охлаждаемыми снаружи водой. В поперечных перегородках блок-картера расточены отверстия под шарикоподшипники коленчатого и распределительного валов.

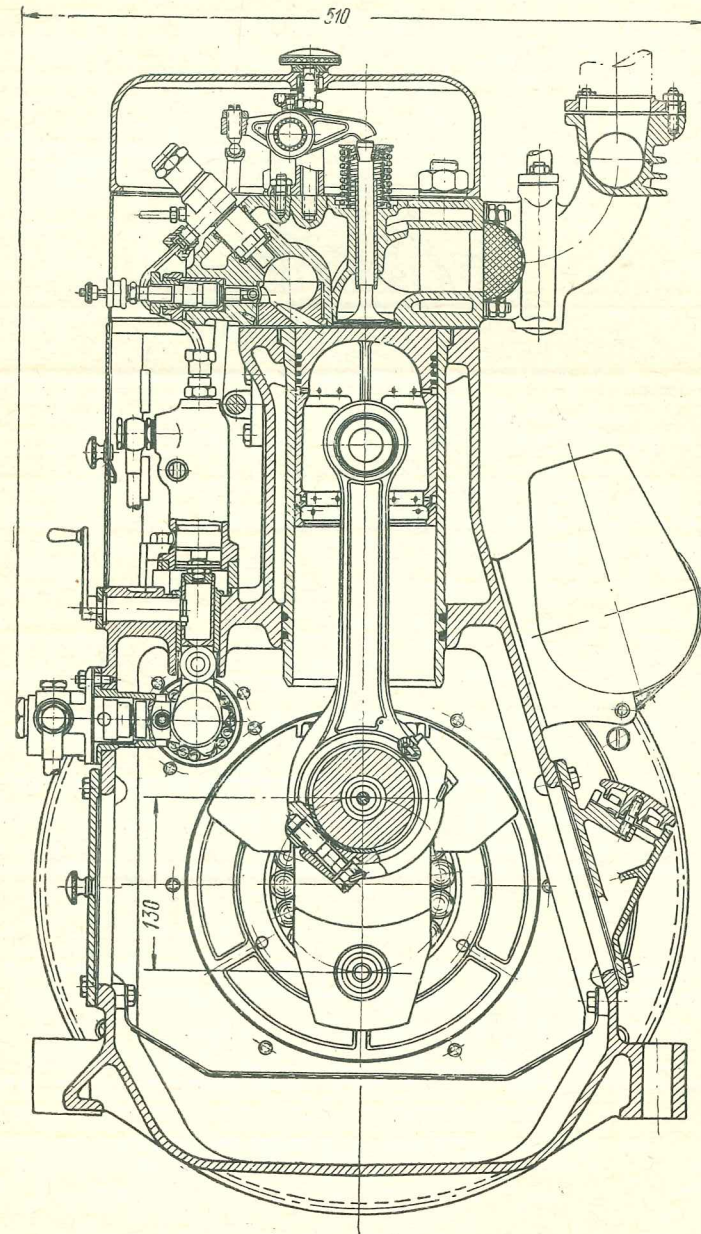
В боковой полости блок-картера расположены регулятор и шестерни распределения.

Коленчатый вал. Коленчатый вал двухопорный, снабжен противовесами. Коренные подшипники — шариковые, шатунные — скольжения.

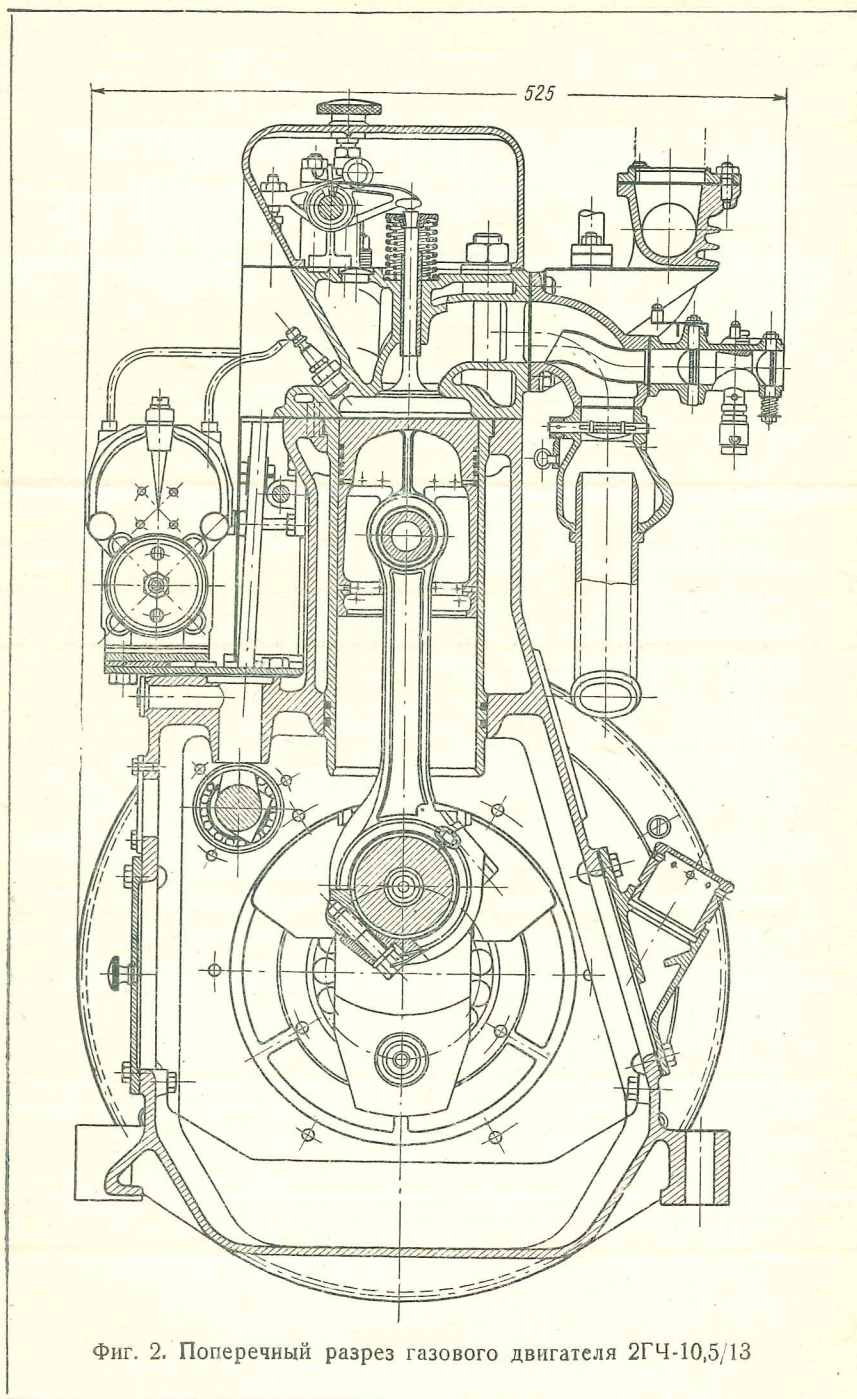
На конце коленчатого вала расположена шестерня для привода деталей газораспределения.

По оси и в щеках вала просверлены маслоподводящие каналы. Торцевая часть маслоподводящей шейки вала имеет паз, в который устанавливается вкладыш привода масляного насоса.

На заднем конце вала расположен маховик, обеспечивающий степень неравномерности двигателя — 1/125.



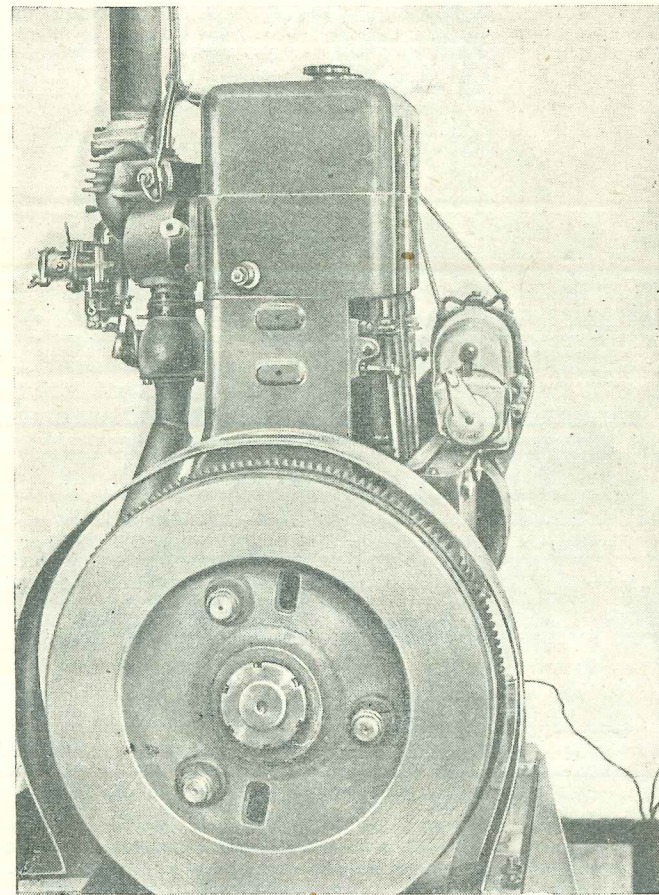
Фиг. 1. Поперечный разрез двигателя 2Ч-10,5/13



Фиг. 2. Поперечный разрез газового двигателя 2ГЧ-10,5/13

Шатун. Шатун штампованный, двухтаврового сечения, с разъемом нижней головки под углом 45° , что обеспечивает выем поршня с шатуном через втулку цилиндра.

Вкладыш шатунного подшипника выполнен из алюминиево-никелевого сплава АН-2,5. В верхнюю головку шатуна запрессована бронзовая втулка.

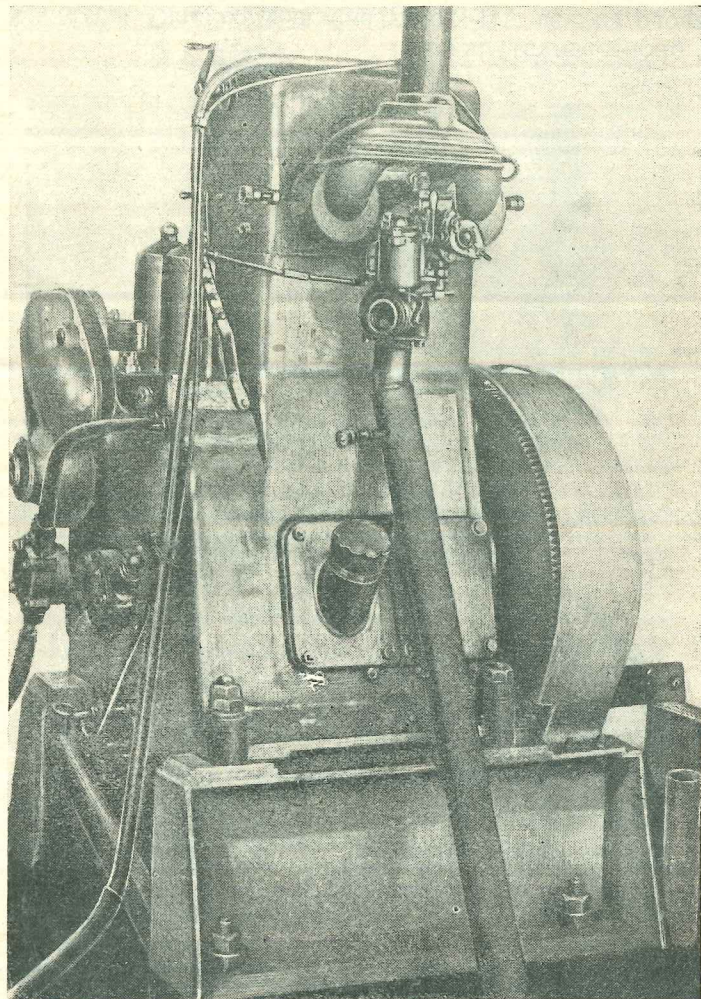


Фиг. 3. Общий вид двигателя 2ГЧ-10,5/13 на стенде (со стороны маховика)

Поршень. Поршень цельный, отлит из чугуна. Днище поршня снаружи плоское.

Поршневой палец — плавающий и фиксируется от бокового перемещения стопорными кольцами. Распределительный вал, выполненный за одно целое с кулаками, смонтирован на двух шарикоподшипниках.

Система смазки — комбинированная. Коренные и шатунные подшипники смазываются под давлением, а цилиндры, поршневые пальцы, шарикоподшипники и остальные детали — раз-



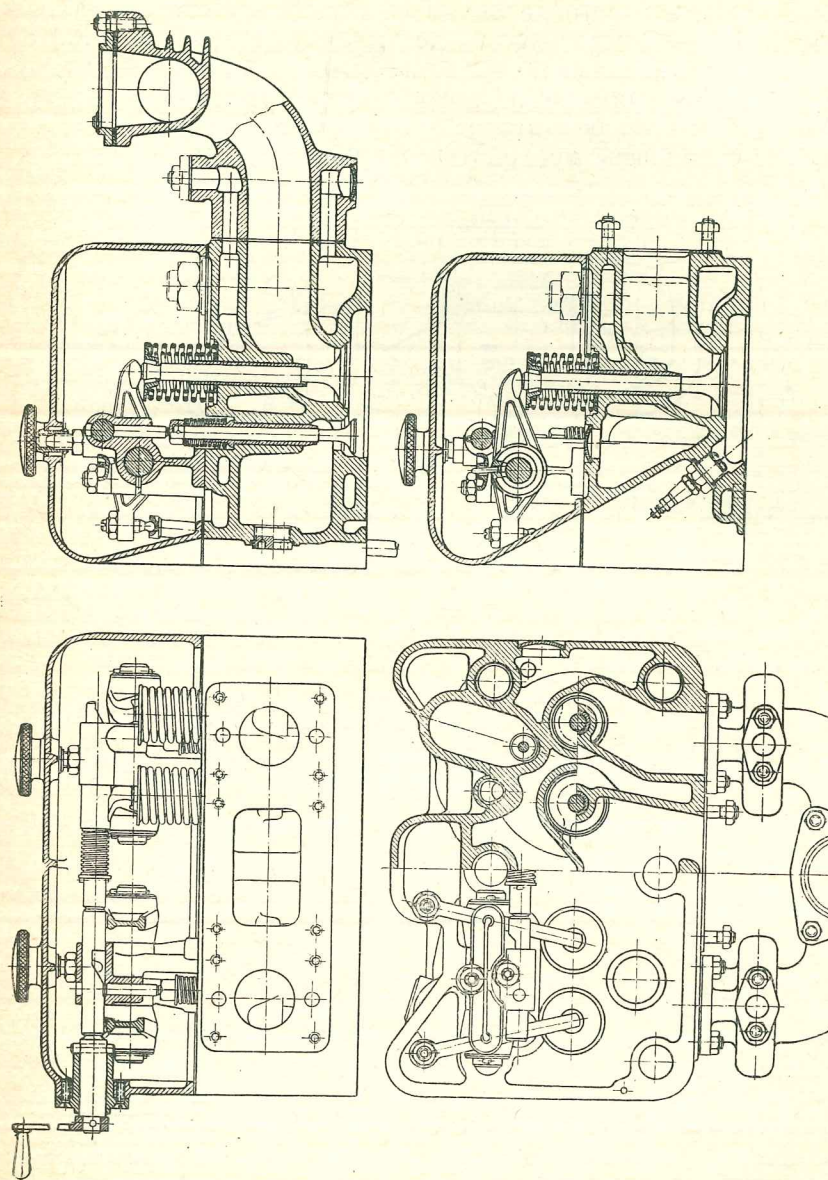
Фиг. 4. Общий вид двигателя 2ГЧ-10,5/13 на стенде (со стороны смесителя)

брызгиванием. Коромысла клапанов смазываются при помощи фитилей, помещенных в масляные ванночки.

Двигатель снабжен центробежным регулятором, установленным на распределительном вале.

Крышка цилиндра (фиг. 5). На газовом двигателе установлена новая крышка, общая для двух цилиндров, отлитая из чугуна. Внутри крышки над каждым цилиндром имеются

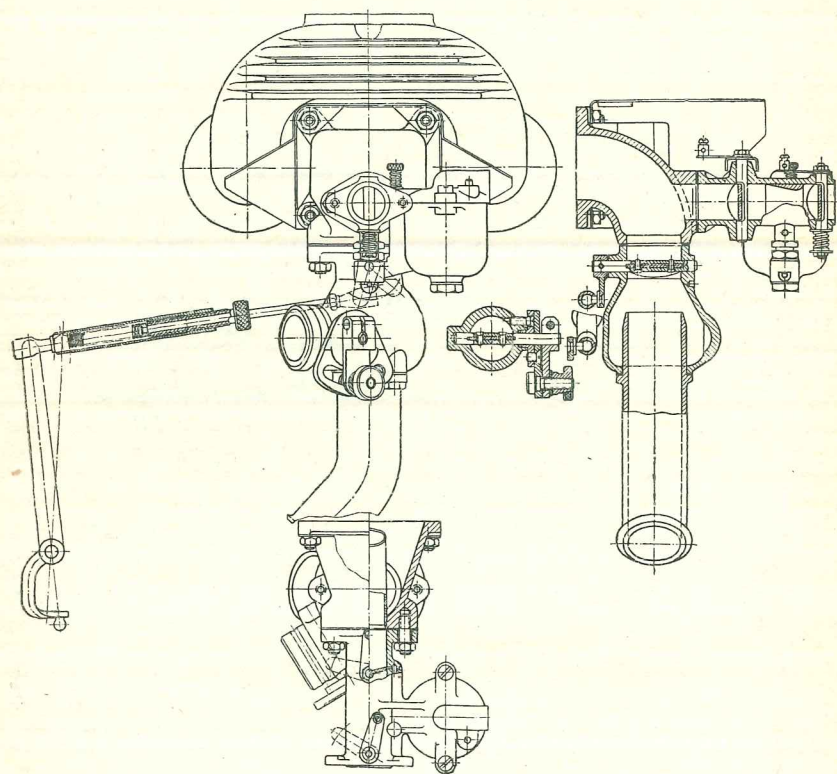
две камеры сжатия: основная (рабочая) и дополнительная, между которыми устроено отверстие с перепускным клапаном,



Фиг. 5. Крышка цилиндров двигателя 2ГЧ-10,5/13

Основная камера сжатия, расположенная в нижней части крышки, обеспечивает работу двигателя на генераторном газе со степенью сжатия 9, вместо 18 у дизеля. Дополнительная камера, расположенная выше основной, включается в работу в момент пуска двигателя на бензине, при этом степень сжа-

тия понижается до 5. Включение дополнительной камеры в работу производится путем открытия перепускного клапана, смонтированного в крышке рядом со всасывающим и выхлопным клапанами. На верхней плоскости крышки крепится чугунная стойка с неподвижной осью, на концах которой находятся стальные коромысла, приводимые в движение трубчатыми штангами. Через второе отверстие стойки над штоком перепускного клапана проходит валик с наклонными вырезами.



Фиг. 6. Всасывающий коллектор со смесителем и карбюратором двигателя 2ГЧ-10,5/13.

Весь клапанный механизм закрывается колпаком.

При пуске двигателя на бензине поворачивают рукоятку, смонтированную в колпаке крышки, и перемещают вдоль оси валик, который нажимает на стержень перепускного клапана и открывает его. При переводе двигателя с бензина на газ валик, под действием пружины, отводится в первоначальное положение, и перепускной клапан садится на седло, выключая тем самым из работы дополнительную камеру. Рядом с выхлопным коллектором смонтирован всасывающий коллектор с присоединенными к нему газовым смесителем и пусковым карбюратором (фиг. 6).

Смеситель с воздушной и дроссельной заслонками заимствован от автомобильного газового двигателя типа ГАЗ-42.

Для пуска двигателя на бензине установлен пусковой карбюратор марки К-13 производства Ленинградского карбюраторного завода. Для зажигания рабочей смеси в боковой стенке крышки установлены запальные свечи, а на площадке, прикрепленной сбоку блок-картера, магнето типа СС-4. Привод магнето осуществлен при помощи шестеренчатой передачи, смонтированной в передней крышке двигателя.

В табл. 1 приводятся данные двигателей 2Ч-10,5/13 и 2ГЧ-10,5/13.

Таблица 1
Основные данные двигателей 2Ч 10,5/13 и 2ГЧ 10,5/13

№ по пор.	Наименование	Единица измерения	Дизель 2Ч-10,5/13	Газовый двигатель 2ГЧ-10,5/13
1	Номинальная мощность	э. л. с.	20	15
2	Допустимая перегрузка	—		10% в течение часа
3	Число цилиндров	—	2	2
4	Диаметр цилиндра	мм	105	105
5	Ход поршня	мм	135	135
6	Число оборотов	об/мин.	1500	1500
7	Тактность	—	4	4
8	Средняя скорость поршня	м/сек	6,5	6,5
9	Среднее эффективное давление	кг/см ²	5,34	4,0
10	Степень сжатия	—	18	8,5—9
11	Рабочий объем цилиндров	л	2,25	2,25
12	Топливо	—	дизельное топливо	генераторный газ
13	Регулятор	—	центробежный	
14	Система охлаждения	—	водяная, принудительная	
15	Водяной насос	—	коловратный	
16	Система смазки	—	циркуляционная под давлением	
17	Масляный насос	—	шестеренчатый	
18	Способ пуска	—	ручной	ручной на бензине
19	Вес маховика	кг	81	81

Фазы газораспределения у газового двигателя оставлены такими, как и у дизеля.

Испытание газового двигателя. Опытный газовый двигатель был изготовлен на заводе имени Микояна по чертежам ЦНИДИ и был доставлен в лабораторию газомоторных установок института для испытаний.

Двигатель был смонтирован на стенде с электронагрузочным устройством.

После обмера объема основной и дополнительной камер, при помощи заливки их соляровым маслом и замера толщины прокладки между крышкой и блок-картером была получена действительная степень сжатия:

при работе на газе у I цилиндра	8,5
при работе на газе у II "	8,45
" " бензине у I цилиндра	5,28
при работе на бензине у II "	5,17

При зазоре между стержнем клапана и наконечником коромысла: у всасывающего — 0,35 мм, у выхлопного — 0,4 мм были получены фазы газораспределения, приведенные в табл. 2.

Таблица 2

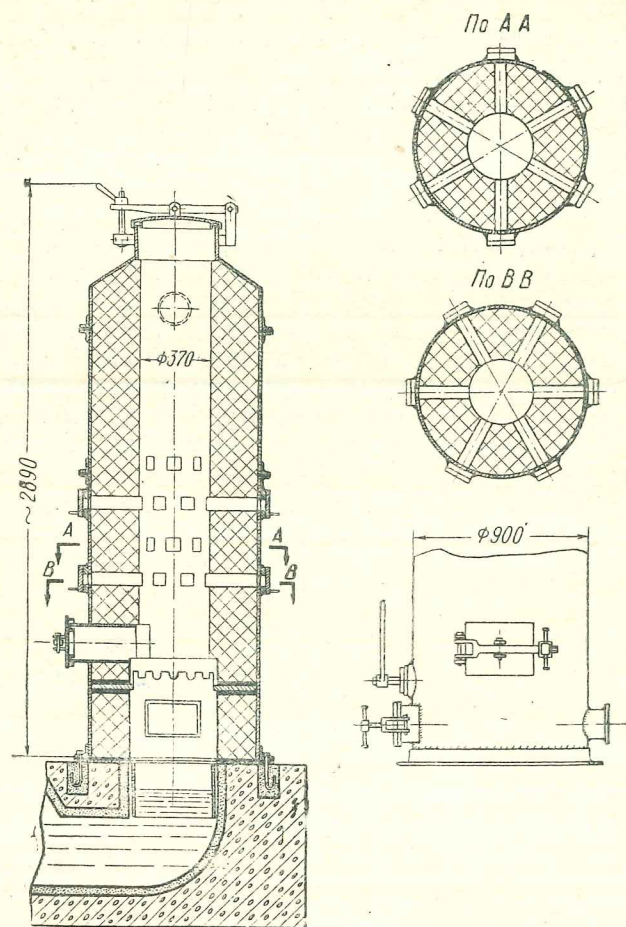
Фазы газораспределения двигателя 2ГЧ-10,5/13

Газораспределение	По инструкции завода	На опытном двигателе	
		I цилиндр	II цилиндр
Всасывающий клапан			
Открытие до в. м. т.	-4°	8°	10°
	+8°		
Закрытие после н. м. т.	-4°	36°	35°
	+11°		
Продолжительность открытия	219°	224°	225°
Выхлопной клапан			
Открытие до н. м. т.	-7°	30°	31°
	+8°		
Закрытие после в. м. т.	-3°	12°	11°
	+11°		
Продолжительность открытия	219°	222°	222°

Двигатель 2ГЧ-10,5/13 проходил доводочные и заводские испытания с газогенераторной установкой ОГ-14 конструкции ЦНИДИ, работающей на древесной чурке с повышенной влажностью.

Основные данные газогенераторной установки

Газогенератор. Газогенератор (фиг.7) обращенного процесса с периферийным подводом воздуха состоит из метал-



Фиг. 7. Разрез газогенератора ОГ-14 для работы на древесном топливе

лического кожуха с кирпичной футеровкой, колосниковой решетки, приводящейся в качательное движение от ручного привода для сброса очаговых остатков в зольник, рабочих и подготовительных фурм для подвода воздуха в шахту, дымовой трубы для разжигания и отвода избыточных водяных паров из шахты наружу при работе газогенератора на дровах с повышенной влажностью и др.

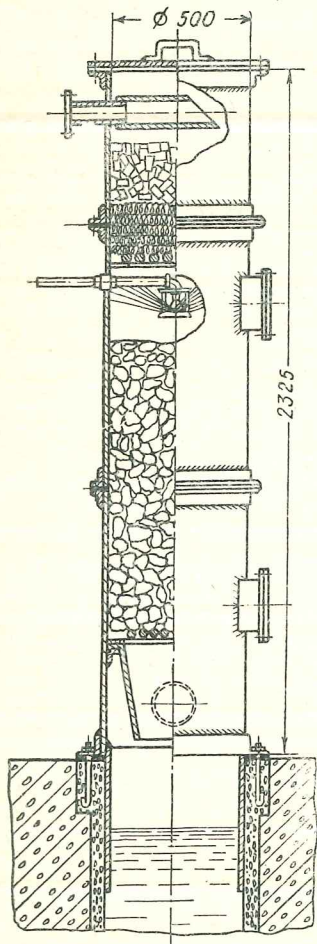
Комбинированный очиститель (фиг.8) состоит: из нижней части — скруббера с коксовой насадкой, орошаемой холодной

водой, и верхней части — сухого очистителя, заполненного металлической и древесной стружками.

Габаритные размеры установки

Внутренний диаметр шахты	370 мм
Наружный диаметр шахты	900 "
Высота шахты (от колосниковой решетки до верхнего уровня топлива)	2000 "
Диаметр комбинированного очистителя	500 "
Высота комбинированного очистителя	2325 "

Во время испытаний газомоторной установки производились замеры характеристик по приборам, показанным на схеме установки (фиг. 9):



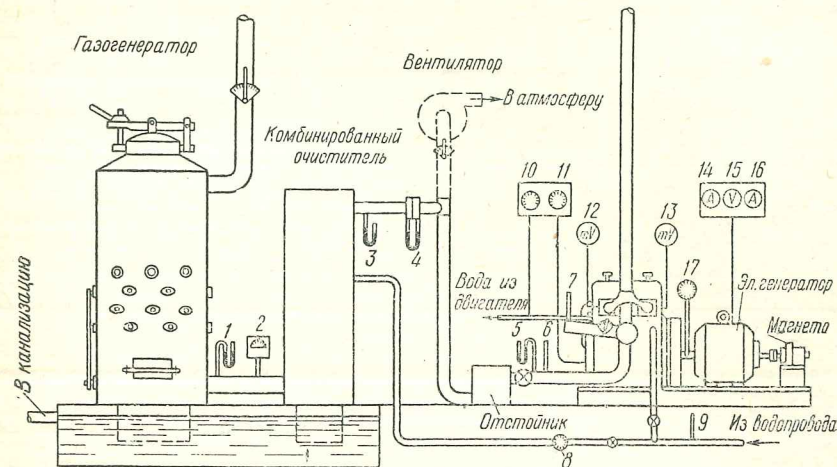
Фиг. 8. Разрез комбинированного очистителя установки ОГ-14

1 — пьезометр для замера разрежения за газогенератором; 2 — термопара для замера температуры газа за газогенератором; 3 — пьезометр для замера разрежения за очистителем; 4 — пьезометр для замера разрежения перед двигателем; 5 — дроссельная шайба для определения расхода газа; 6 — термометр для замера температуры газа перед двигателем; 7 — термометр для замера температуры воздуха; 8 — водомер для замера расхода воды на скруббер; 9 — термометр для замера температуры холодной воды; 10 — аэротермометр для замера температуры воды, выходящей из двигателя; 11 — аэротермометр для замера температуры масла в картере двигателя; 12 — термопара для замера температуры выхлопных газов у I цилиндра; 13 — термопара для замера температуры выхлопных газов у II цилиндра; 14 — амперметр ток возбуждения; 15 — вольтметр; 16 — амперметр нагрузочного тока; 17 — тахометр с ременным приводом.

В период доводочных испытаний двигатель 2ГЧ-10,5/13 проработал 154 часа.

При работе на дровах-березе, а также одних мягких пород (осина, ель, ольха) с относительной влажностью до 56% двигатель развивал проектную номинальную мощность 15 л. с. при 1500 об/мин. и перегрузочную мощность 16,5 л. с.

В табл. 3 приводятся данные обработки диаграмм, полученных при осциллографировании двигателя на разных углах опережения зажигания.



Фиг. 9. Схема испытательного стенда с двигателем 2ГЧ-10,5/13, газогенераторной установкой ОГ-14 и измерительными приборами

Таблица 3

Характеристика работы двигателя 2ГЧ-10,5/13

№ по пор.	Мощность двигателя в л. с.	Число об/мин.	Угол опережения зажигания в град. ψ	Угол после в. м. т., соответствующий максимальному P_z в град. ψ	Максимальное давление вспышки в $кг/см^2$ P_z	Примечания
1	16,0	1540	59,5	4,4—7,8	35—44	} Оптимальный угол опережения зажигания
2	16,2	1545	64,3	4,85	41—48	
3	15,8	1570	68,5	3,7	49—52	} Понижение мощности с увеличением угла опережения
4	15,1	1540	77,5	2,58	48—55	
5	14,2	1520	50,0	11—16,5	31—32	Понижение мощности с уменьшением угла опережения

На фиг. 10 показаны осциллограммы, полученные при работе двигателя с оптимальным углом опережения зажигания.

В табл. 4 приведены основные результаты работы газомоторной установки, полученные при испытании с 2/XI по 15/XII 1950 г.

Таблица 5

Химический состав газа

Дата	Топливо и влажность (относительная)	Состав в % по объему							Теплотворность газа ккал/м ³
		CO ₂	CO	H ₂	CO ₁	C _n H _m	O ₂	N ₂	
25/XII	Ель, 34%	12,4	18,0	16,3	1,5	0,2	0,4	51,2	1125
28/XII	Смесь (ель, береза, осина), 35,4%	9,5	19,2	15,8	1,6	0,0	0,4	53,5	1130

температур 55°C — 18 л/л. с. час. Удельный расход масла на двигатель 4 г/л. с. в час.

На основании результатов заводских испытаний комиссия сделала следующие выводы:

1. Двигатель 2ГЧ-10,5/13 с газогенераторной установкой ОГ-14 работает надежно и устойчиво на всех режимах нагрузки. Газомоторная установка развивает заданную мощность и соответствует техническому заданию на проектирование газовых двигателей ряда ГЧ-10,5/13 и газогенераторных установок к ним для работы на древесном топливе.

2. Комиссия рекомендует двигатель 2ГЧ-10,5/13 с газогенераторной установкой ОГ-14 для производства опытной партии.

Одновременно с испытаниями двигателя 2ГЧ-10,5/13 в ЦНИДИ на заводе имени Микояна в г. Мелитополе проводились заводские испытания газового двигателя 4ГЧ-10,5/13 аналогичной конструкции в четырехцилиндровом выполнении с газогенераторной установкой ОГ-15 конструкции ЦНИДИ.

Испытания проводились на древесных чурках (85% — твердой породы и 15% — мягкой), с относительной влажностью 25 — 35%.

Удельный расход топлива составлял 1,334 кг/л. с. в час, удельный расход масла — 2,37 г/л. с. в час.

Комиссия признала результаты 200 час. испытаний газового двигателя 4ГЧ-10,5/13 с газогенераторной установкой ОГ-15 удовлетворительными и рекомендовала газомоторную установку для выпуска опытной партии.

СОДЕРЖАНИЕ

	Стр.
Л. К. Коллеров. К вопросу расчета камеры газификации для мелкозернистого растительного топлива	3
В. А. Крон. Газификация древесного топлива повышенной влажности в малогабаритных газогенераторах	19
Н. П. Хухлович. Перевод двигателя дизеля 2Ч-10,5/13 на газообразное топливо	26

Корректор Е. С. Кушлю

Подписано к печати 13/VIII 1951 г. М 35895. Формат бумаги 60×92 1/16.
Печ. л. 2,75. Уч.-изд. лист. 2,5. Тираж 2000 экз. Зак. 3/841

Типография № 3 Углетехиздата Министерства угольной промышл. СССР,
Ленинград, ул. Салтыкова-Щедрина, 54.

**ЦЕНТРАЛЬНЫЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ДИЗЕЛЬНЫЙ ИНСТИТУТ (ЦНИДИ)**

НА СКЛАДЕ ИНСТИТУТА ИМЕЮТСЯ

Книга 1. Иностранная техника в дизелестроении

- Н. А. АНДРЕЕВСКИЙ — Тенденции развития дизельной топливной аппаратуры (обзор современных конструкций и патентной литературы).
- Н. Н. ИВАНЧЕНКО — Основные расчетные и конструктивные параметры М9V 40/46 СВ конструкции фирмы МА для подводных лодок.
- М. И. ЛЕВИН и Н. Ф. МОРОЗОВ — Аппаратура автоматизированных дизельных установок.

6 п. л., 1947, ц. 7 руб.

Книга 2. Дизелестроение

- Л. В. ГЕНДЛЕР — О критерии быстроходности двигателей внутреннего сгорания.
- Н. Н. ИВАНЧЕНКО — Основные расчетные и конструктивные параметры двигателей дизеля конструкции Научно-исследовательского дизельного института.
- Г. И. КОБЫЛЯНСКИЙ — Применение литых коленчатых валов в дизелестроении.
- З. М. МИНКИН — Об общих приемах или способах регулировки двигателей в процессе их доводки.
- А. К. БОГДАНОВ — Из опыта производства и ремонта прецизионных деталей топливной аппаратуры двигателей дизеля.

10¹/₄ п. л., 1947, ц. 15 руб.

Книга 3

- Л. Я. ВОЛЧОК — Свайные молоты и дорожные трамбовки внутреннего сгорания.

7¹/₄ п. л., 1947, ц. 9 руб.

Заявки направлять по адресу — Ленинград, 14, Парадная ул., д. 8,
Центральный научно-исследовательский дизельный институт.

**ЦЕНТРАЛЬНЫЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ДИЗЕЛЬНЫЙ ИНСТИТУТ (ЦНИДИ)**

НА СКЛАДЕ ИНСТИТУТА ИМЕЮТСЯ

Книга 5. Исследование рабочих процессов в дизелях

- Н. А. АНДРЕЕВСКИЙ и А. А. ФАДИН — Экспериментальное исследование работы и расчет насос-форсунки дизеля Дженера Моторс 278-А.
- О. С. АМЕЛЬКИН — Применение камер сгорания вихревого типа в быстроходных двигателях конструкции НИДИ.
- Л. В. ГЕНДЛЕР — Проектирование кулачков для клапанных приводов быстроходных дизелей.

7 п. л., 1948, ц. 8 р. 60 к.

**Книга 6. Регулирование и автоматизация
в современных дизельных установках**

- А. М. КАЦ — Новые конструкции прецизионных регуляторов импортных дизелей.
- М. И. ЛЕВИН и Н. Ф. МОРОЗОВ — Вопросы автоматизации дизельных установок.

11 п. л., 1948, ц. 7 р. 50 к.

Книга 10. Вопросы конструирования дизелей

- Л. В. ГЕНДЛЕР — Проектирование клапанных пружин.
- А. М. КАЦ — Некоторые вопросы расчета регуляторов прямого действия для дизелей.
- М. И. ЛЕВИН и Н. Ф. МОРОЗОВ — Из опыта автоматизации дизелей малой мощности.

7 п. л., 1949, ц. 6 р. 50 к.

Книга 11. Экспериментальные исследования дизелей

- О. С. АМЕЛЬКИН — Исследование шаровой камеры в поршне на быстроходном дизеле конструкции НИДИ.
- Д. М. ВЕЛИКСОН — Опыт малой модернизации двигателя завода «Коммунист» — марки 2Д-16/20, конструкции НИДИ.
- З. М. МИНКИН — Исследование тонкой фильтрации масла у быстроходных дизелей.

6¹/₂ п. л., 1949, ц. 6 руб.

Заявки направлять по адресу — Ленинград, 14, Парадная ул., д. 8,
Центральный научно-исследовательский дизельный институт.

**ЦЕНТРАЛЬНЫЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ДИЗЕЛЬНЫЙ ИНСТИТУТ (ЦНИДИ)**

НА СКЛАДЕ ИНСТИТУТА ИМЕЮТСЯ

Книга 12. Эксплоатация дизелей

- Б. Н. АХУН — Характеристики конструкций современных маломощных дизелей.
Л. И. БАРАНОВСКИЙ и Г. С. ИГУМНОВ — Эксплоатация импортных дизелей в отечественных условиях.

6 п. л., 1949, ц. 6 руб.

Книга 13. Газификация соломы

- Л. К. КОЛЛЕРОВ — Исследование сушки газогенераторного топлива отработавшими газами двигателя внутреннего сгорания.
В. В. САЛТЫКОВСКИЙ и Н. Д. ЗАПОРОЖЕЦ — Опыт эксплуатации газомоторной установки, работающей на соломе.

3¹/₂ п. л., 1949, ц. 4 руб.

Книга 14. Материалы в дизелестроении

- М. Д. НИКИТИН — Пористохромовое покрытие деталей двигателя.
С. М. БАРАНОВ — О рациональном выборе марок конструкционной стали.

3¹/₂ п. л., 1950, ц. 2 р. 20 к.

Книга 15

- Л. К. КОЛЛЕРОВ — Газификационные характеристики растительных отходов.

4¹/₄ п. л., 1950, ц. 3 руб.

**Книга 16. Вопросы конструирования
вспомогательных агрегатов дизелей**

- А. М. КАЦ — Сравнительный анализ динамики важнейших схем прямого регулирования скорости дизелей.
М. И. ЛЕВИН и Н. Ф. МОРОЗОВ — Дистанционное пневматическое управление двигателями.
З. М. МИНКИН — Унификация основных размеров фильтрующих элементов для грубой и тонкой очистки масла в дизелях мощностью до 4000 л. с. в агрегате.

5¹/₄ п. л., 1950, ц. 3 р. 15 к.

**Каталог-справочник двигателей внутреннего
сгорания**

15¹/₂ п. л., 1945, ц. 21 руб.

Заявки направлять по адресу — Ленинград, 14, Парадная ул., д. 8,
Центральный научно-исследовательский дизельный институт.

826-1
9K-1

Цена 1 р. 50 к.

35 6 90



Ленинградское отделение Машгиза
Ленинград, Невский пр., 58