

7⁴⁸
76

Я. П. ПЕТРОВ

**ГАЗИФИКАЦИЯ ШВЫРКА
В СУДОВОМ ГАЗОГЕНЕРАТОРЕ
И ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЕГО ОСНОВНЫХ
ПАРАМЕТРОВ**

Техническая 105 информация

ЛЕНИНГРАД
1953

МИНИСТЕРСТВО ЛЕСНОЙ И БУМАЖНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ СССР
ТЕХНИЧЕСКОЕ УПРАВЛЕНИЕ ПО ЛЕСОЗАГОТОВКАМ И СПЛАВУ
ЦЕНТРАЛЬНЫЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ
ЛЕСОСПЛАВА
„ЦНИИЛесосплава“

Z⁴⁸
76

Я. П. ПЕТРОВ,
кандидат технич. наук,
лауреат Сталинской премии

ГАЗИФИКАЦИЯ ШВЫРКА
В СУДОВОМ ГАЗОГЕНЕРАТОРЕ
И ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЕГО ОСНОВНЫХ
ПАРАМЕТРОВ

Техническая 105 информация

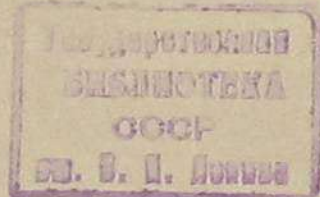
ЛЕНИНГРАД

1953

Общественный

экземпляр

П-54-1972



Редактор Кутуков Г. М.

М-58438. Зак. 1603. Подп. к печ. 30/XII-53 г. Тираж 500 экз. Объем 2¹/₂ печ. л.

Типография им. Володарского. Ленинград, Фонтанка, 57.

ВВЕДЕНИЕ

Опыт использования мелкоразделанных дров (чурок) в качестве газифицируемого топлива принес весьма ценные результаты и широко практикуется сейчас в области автотранспорта и при эксплуатации тракторов.

В последнее время на речном транспорте все большее распространение стала находить газификация длинных дров-швырка, впервые опробованных на опытных судовых газогенераторах конструкции ЦНИИЛесосплава.

Существенным преимуществом эксплуатации этих установок является дешевизна заготовки для них топлива (швырка) по сравнению с заготовкой чурок.

Однако, как показывают исследования, применение швыркового топлива в газогенераторах имеет специфические особенности, осложняющие процесс газификации. К числу их относятся:

1. Неравномерность горения швырка в газогенераторе.
2. Плохая осадка этого вида дров по мере их сгорания.

Причины указанных особенностей кроются в зависимости физико-химических процессов горения, совершающихся внутри газогенератора, от положения дров в камере газификации.

Укладка чурок навалом (беспорядочной массой), как правило, увеличивает поверхность соприкосновения кислорода воздуха с топливом, способствуя равномерному течению процессов горения внутри газогенератора.

Уплотненная же в виде поленицы укладка швырка в газогенераторе приводит к сокращению свободных пространств между отдельными поленьями препятствует равномерному горению топлива по всему сечению камеры, так как этот процесс может происходить лишь на открытых частях, доступных обтеканию воздуха.

Расположение швырка торцами в одну сторону еще более усиливает неравномерность горения, вследствие того, что на торцах горение совершается интенсивнее, чем на боковой поверхности, так как при неравномерной линейной усушке поленьев на их торцах образуются трещины, способствующие лучшему проникновению воздуха в толщу топлива, а это активизирует процесс горения на торцевых поверхностях.

Неравномерность же процесса горения по сечению камеры влечет ухудшение состава газа.

Вторым затруднением при газификации швырка являются своды и заклинивания, образующиеся в камере газификации из-за плохой осадки швырка по мере его сгорания.

Поэтому при изыскании наиболее рационального типа судового газогенератора, предназначенного для работы на швырке, необходимо было создать такую конструкцию, при которой указанные затруднения были бы устранены.

Попытка использовать для данной цели уже существующие газогенераторы установки, питаемые древесной чуркой, не дали желаемых результатов.

Газогенераторы, разработанные в 1932 году ЦНИИЛесосплава для газификации полуметрового швырка, оказались неудачными и нежизнеспособными.

Одна из причин неудачи заключалась в том, что конструирование первых экспериментальных судовых газогенераторов проводилось не на основе научно-исследовательских материалов.

Правильное конструктивное решение было найдено лишь после того, как ЦНИИЛесосплава провел ряд исследований по газификации швырка в судовых газогенераторах, т. е. с момента, когда накопились научно обоснованные предпосылки для проектирования опытной установки наиболее рационального типа.

Для исследований и опытов, проведенных нами, был разработан специальный экспериментальный газогенератор, по которому и определялись главные параметры судового газогенератора, предназначенного работать на швырке.

Примененный нами метод исследований, практические результаты их проведения с основами технического расчета этого газогенератора приведены в настоящей брошюре. Брошюра ставит своей задачей помочь инженерно-техническим работникам лесной промышленности с наибольшей эффективностью осуществлять и развивать газификацию длинного топлива в виде швырка, как весьма рационального мероприятия.

1. ВЫБОР ТИПА КАМЕРЫ ГАЗИФИКАЦИИ, ЕЕ КОНФИГУРАЦИИ И РАЗМЕРОВ

Камера газификации имеет решающее значение в процессе газификации древесного топлива и во многом предопределяет качество получаемого генераторного газа.

Камера газификации судового газогенератора должна:

1. Обеспечивать устойчивый процесс газификации топлива при любых режимах работы газогенератора с двигателем заданной мощности.

2. Получать генераторный газ с содержанием смолы не выше 0,3 г на кубометр газа.

3. Обладать высокой температурной устойчивостью и долговечностью в работе.

Устойчивый процесс газификации с незначительным содержанием смол возможен лишь при наличии высоких температур в камере газификации, что может быть достигнуто путем увеличения интенсивности горения топлива на единицу поперечного сечения камеры, иначе говоря, за счет повышения жаронапряженности горения*.

Исследованием установлено, что при швеллевании древесины объем топлива в зоне горения сильно сокращается. Как следствие этого, в камерах газификации большого диаметра возникают пустоты, нарушающие равномерность процесса горения. В центральной части таких камер образуются зоны, недоступные для проникновения воздуха, вследствие чего газообразование здесь становится неинтенсивным.

На рис. 1 представлена камера подобного типа с достаточно большой площадью сечения. Воздух, поступающий по периферии, поддерживает горение не по всему сечению этой камеры, а только в кольце, прилегающем к ее стенкам. В центральной же части камеры (на рис. 1 отмеченной пунктиром) топливо не раскаляется, так как воздух, встречая при своем движении сопротивление топлива, не достигает середины камеры, в результате чего создается так называемая непрогорающая зона с неактивным процессом горения, в которой не развивается высокая температура.

Величина этой непрогорающей зоны зависит от расстояния

* Под жаронапряженностью горения подразумевается количество килограммов топлива, сжигаемого на 1 м² сечения камеры в течение одного часа.

между центром камеры газификации и периферийными отверстиями, подводящими воздух, а также от скорости выхода воздуха из этих отверстий.

В указанную центральную часть камеры проходят дистилляты (уксусная кислота, древесный спирт и др.), выделяющиеся внутри бункера при швеллевании топлива, и среди них в большом количестве пары смол.

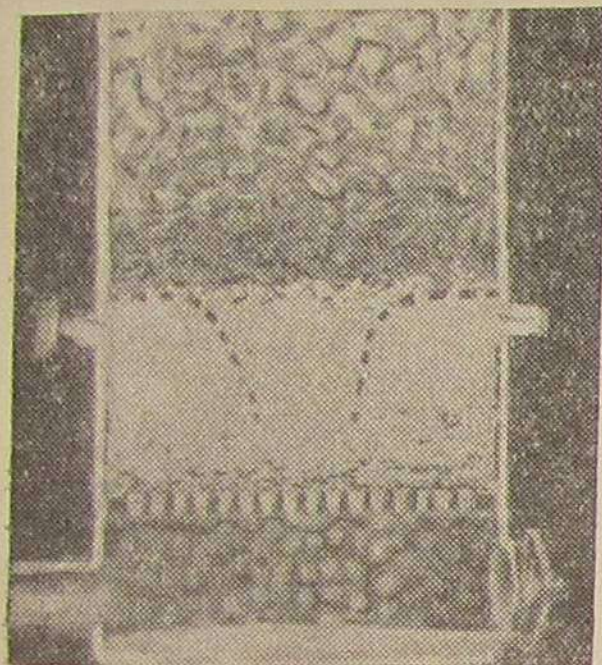


Рис. 1

Пары смол выделяются также и в процессе горения при попадании кусков топлива в зону горения. В условиях низкого температурного режима смолы не изменяют своей химической структуры и входят в состав генераторного газа как механические примеси, отрицательно отражаясь на его качестве.

Поэтому весьма важным является выбор такой конструкции камеры газификации, которая способствовала бы устранению указанных недостатков.

Проведенными ранее исследованиями* установлено, что это может быть достигнуто посредством придания камере газификации суженной (конической) формы (рис. 2 и 3).



Рис. 2

Сужение камеры способствует:

- а) уплотнению топлива,
- б) повышению температуры горения,

* См. Мензин И. С. „Транспортные газогенераторы“, ОГИЗ Сельхозгиз, 1948.

в) концентрации максимального количества тепла в камере и

г) увеличению скорости протекающего газа.

Эти соображения в свое время были положены в основу при разработке камер газификации газогенераторов для двигателей автомобилей и тракторов, работающих на древесных чурках и вполне оправдались в процессе эксплуатации.

Однако использовать эти камеры для судовых швырковых газогенераторов на представилось возможным, так как они не приспособлены для газификации крупного топлива, а также из-за их недолговечности в работе. Отсюда вытекала необходимость разработки новой конфигурации камеры для газификации швырка, опираясь на имеющийся практический опыт развития газогенераторных установок и на результаты произведенных теоретических исследований.

Опытом установлено, что газификация древесины в газогенераторе, с нормальной цилиндрической (или прямоугольной) формой камеры газификации, работающем по обратному процессу, при питании газом двигателя внутреннего сгорания, не может обеспечить надлежащего эффекта. Это происходит потому, что при частых и резких изменениях нагрузки процесс газификации в таких газогенераторах протекает неустойчиво и при малых нагрузках дает обильное засмоление газа.

Согласно данным исследований, с увеличением диаметра камеры газификации в области фурменного пояса, возрастает теплотворная способность генераторного газа, а следовательно, увеличивается мощность газового двигателя за счет присутствия в газе неразложившихся продуктов сухой перегонки. Но наряду с этим нарастает и смолосодержание в газе, что неизбежно ведет к засмолению двигателя. Поэтому размеры камеры газификации в области фурм должны быть строго увязаны с размерами горловины узкой части камеры, понижающей смолосодержание в газе.

Исходя из указанных предпосылок, основные размеры камеры газификации для судового швыркового газогенератора должны проектироваться с таким расчетом, чтобы движущийся поток сухой перегонки при газификации в камере мог встречаться на уровне фурм (или несколько ниже) с главным, раскалиненным потоком газов и в присутствии кислорода воздуха

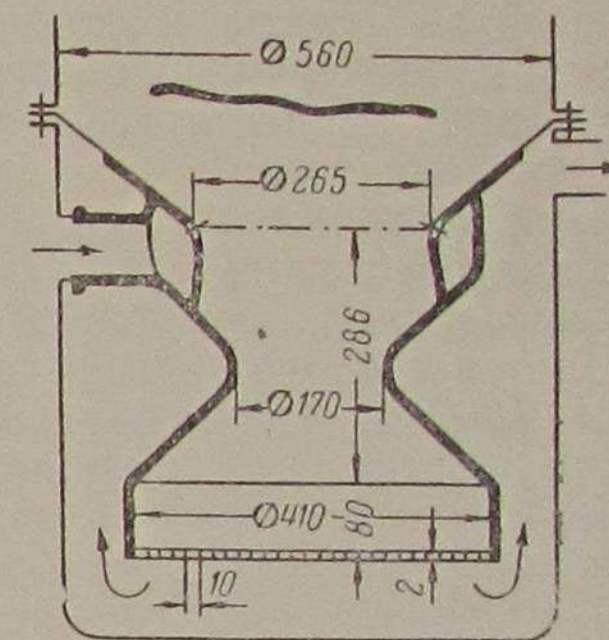


Рис. 3

эти продукты смогли бы вступать в крекинг — процесс и в частичное сгорание паров смол под влиянием высоких температур.

Как было указано выше, при газификации дров загруженное в газогенератор топливо претерпевает физико-химическое изменение; причем это изменение протекает наиболее интенсивно в верхней части камеры газификации.

Вследствие того, что за счет сильного выделения продуктов сухой перегонки и сгорания углерода, в зонах сухой перегонки и горения совершается непрерывный процесс уменьшения объема газифицируемого топлива — камера газификации ниже фурм должна иметь уменьшенное сечение. В противном случае из-за нарушения опускания топлива может произойти нарушение процесса газификации и возрасти сопротивление для прохода газа.

При сужении камеры газификации сверху вниз в зоне горения обеспечивается интенсивное разложение паров смолы, так как воздух, выходящий из фурм, со скоростью 35 м/сек. создает в суженной части раскаленное ядро с температурой 1100—1200°С. Таким образом путем сужения камеры газификации достигаются высокие температуры в активной зоне камеры, что особенно важно при изменении режима газогенератора или после стоянок газохода.

При периферийной подаче воздуха через фурмы и при расположении швыркового топлива в газогенераторе поленницей воздух, поступающий в камеру газификации, будет стремиться пройти по пути наименьшего сопротивления. Такой путь наиболее вероятен у стенок камеры газификации, где слой топлива представляет меньшую плотность.

Наличие же кислорода воздуха у стенок способствует повышению температуры стенок.

Прорыв кислорода воздуха вдоль стенок камеры газификации влечет за собой также неравномерное распределение зеркала горения и температурного режима по сечению камеры. При этом происходит неравномерное обогревание и обугливание кусков топлива, отчего в нижние слои могут поступать куски различной обугленности, что может привести здесь к повышенному содержанию смол в газе.

Суживающаяся же часть камеры газификации устраняет возможности прорыва кислорода воздуха вдоль стенки камеры.

Форма камеры газификации в сильной степени влияет на качество генераторного газа, поэтому ниже фурм в камере газификации был предусмотрен пояс сужения с постепенным его расширением вниз. Сужение в этой части обеспечивает создание повышенной скорости газового потока в узком сечении, а это способствует благоприятному выходу метана. Кроме того в этой суженной части создается наиболее благоприятный температурный режим и контакт компонентов генераторного

газа с раскаленным углем, последнее способствует окончательному разложению паров смолы. При отсутствии сужения и при наличии вертикальных стенок в этой части камеры газификации будет иметь место образование повышенного содержания окиси углерода. Указанное явление происходит потому, что воздух, выходя из фурм, встречается со слоем топлива, который оказывает сопротивление, изменяя направление движения воздуха: часть его прорывается в глубь топлива, а часть направляется к стенкам камеры газификации. Этот поток, перемещаясь вниз вдоль вертикальных стенок камеры газификации, вступает в реакцию с раскаленным углем, образуя угольную кислоту. При конически суживающейся форме камеры газификации раскаленный уголь непрерывно уплотняется вблизи стенок камеры, устраняя явление образования угольной кислоты.

Однако нельзя допускать чрезмерного сужения камеры ибо, это приведет к сильному уплотнению топлива в суженной части, что уменьшит активную поверхность раскаленного угля и повысит сопротивление проходу потока газа.

Нижняя часть камеры газификации над колосниковой решеткой должна быть выполнена уширенной по следующим соображениям:

а) раскаленный уголь, попадая в уширенное пространство, разрыхляется, тем самым увеличивается поверхность для соприкосновения газа с раскаленным углем;

б) по мере расширения конуса скорость газа будет уменьшаться, а время контакта газа с раскаленным углем возрастать.

Условия работы камер газификации судовых газогенераторов с периферийной подачей воздуха характеризуются большим перепадом температур в камере и подводом мало подогретого воздуха при эксплуатации; наличие же высоких температур у стенок камеры, создает исключительно неблагоприятные условия работы для стенок камеры.

Проведенный анализ существующих камер газификации автомобильных и тракторных газогенераторов показал, что металлические камеры газификации поэтому весьма недолговечны в эксплуатации.

Учитывая недолговечность металлических камер, был применен более прочный шамотный огнеупорный материал в виде стандартного кирпича или в виде керамических плит, которыми облицовывались стенки камеры газификации. Помимо прочности футерованная часть стенок имеет и то преимущество, что она способствует созданию наиболее устойчивой температуры в камере газификации за счет излучения тепла футерованной стенкой камеры, а это благоприятно сказывается на процессе разложения паров смолы.

Вышеприведенные теоретические установки с учетом размеров топлива, подлежащего газифицированию, а также воз-

возможностей получения генераторного газа с малым содержанием смол и были заложены в качестве основы при разработке конфигурации и размеров камеры газификации экспериментального швыркового газогенератора. При разработке его конструкции была выбрана прямоугольная форма камеры, так как цилиндрическая форма для газификации длинных дров оказалась малоприменимой по следующим соображениям:

1. При цилиндрической камере газификации загрузку топлива необходимо производить торцами вниз. Если эта загрузка будет производиться отдельными поленьями, то создается беспорядочное положение дров в бункере газогенератора, которое нарушит процесс работы в камере газификации из-за неравномерного опускания топлива.

Укладка же топлива пучками с диаметром, равным диаметру загрузочного отверстия бункера, теоретически возможна, но на практике неудобна, т. к. при больших диаметрах бункеров вес вязанки дров может достигнуть 80 кг, что затруднит операцию загрузки дров в газогенератор. Кроме того, такая вязанка при падении с высоты 0,5 м может сильно измельчить уголь в камере газификации и привести к увеличению сопротивления реакционного слоя проходу газа.

2. При вертикальной укладке топлива не представляется возможным использовать полный объем бункера, вследствие того,

что для такого использования необходимо иметь к моменту загрузки высоту свободного объема бункера равной или удвоенной длине полена, что в условиях эксплуатации газогенераторов установить очень трудно.

На рис. 4 представлен газогенератор с камерой газификации первых опытных швырковых газогенераторов. Камера имела вид усеченной четырехгранной пирамиды с меньшим нижним основанием. При этой форме камеры предполагалось получить наибольшее уплотнение реакционного слоя в зоне, расположенной ниже пояса фурм, что и оправдалось.

Однако, это сопровождалось большими эксплуатационными

неудобствами, так как при указанной форме камеры сильно возрастало сопротивление проходу газа со стороны реакционного слоя. Это увеличение сопротивления проходу газа совершалось постепенно и представляло следующую картину. В начальный период поток наиболее интенсивно проходил вдоль

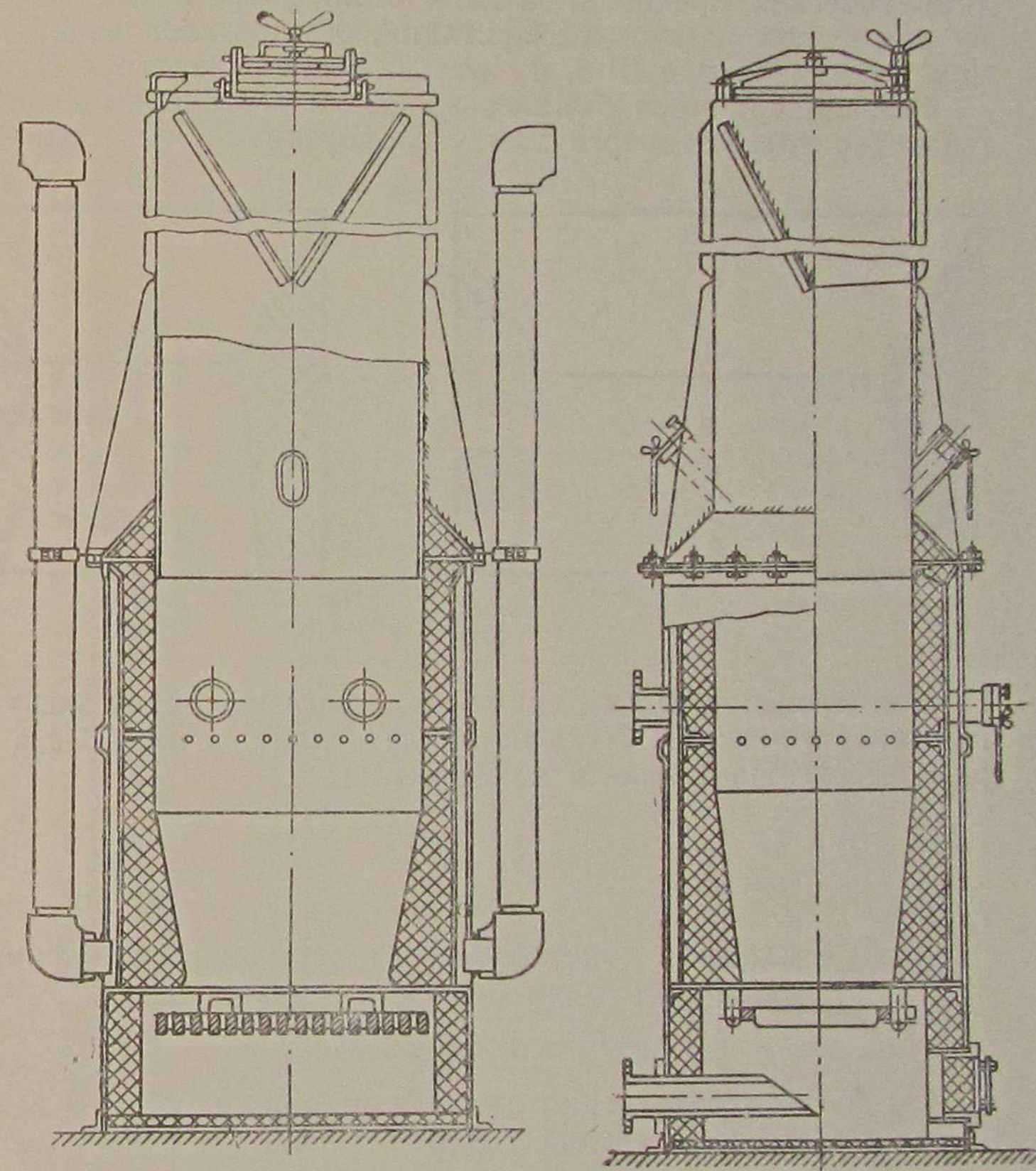


Рис. 5

стенок камеры. Затем, по мере того как зазоры между кусками топлива у ее стенок забивались мелким углем — он перемещался к центру камеры. Сопротивление реакционного слоя проходу газа при этом увеличивалось до 600 мм водяного столба и, нарушая процесс газификации, приводило к снижению мощности двигателя.

Несколько лучше протекал процесс газификации в камере газогенератора, представленного на рис. 5, однако и в ней

наблюдалось повышение сопротивления реакционного слоя, которое в отдельных случаях доходило до 250—300 мм водяного столба. Для судовых газогенераторов такое сопротивление является величиной неприемлемой.

Обобщив опыт работы вышеупомянутых камер с учетом теоретических предпосылок нами была разработана отличная от них форма камеры газификации, осуществленная в серийном газогенераторе Ш-6, а затем и в газогенераторе Ш-7.

Указанная камера была применена и в экспериментальном газогенераторе, подвергнутом исследованию.

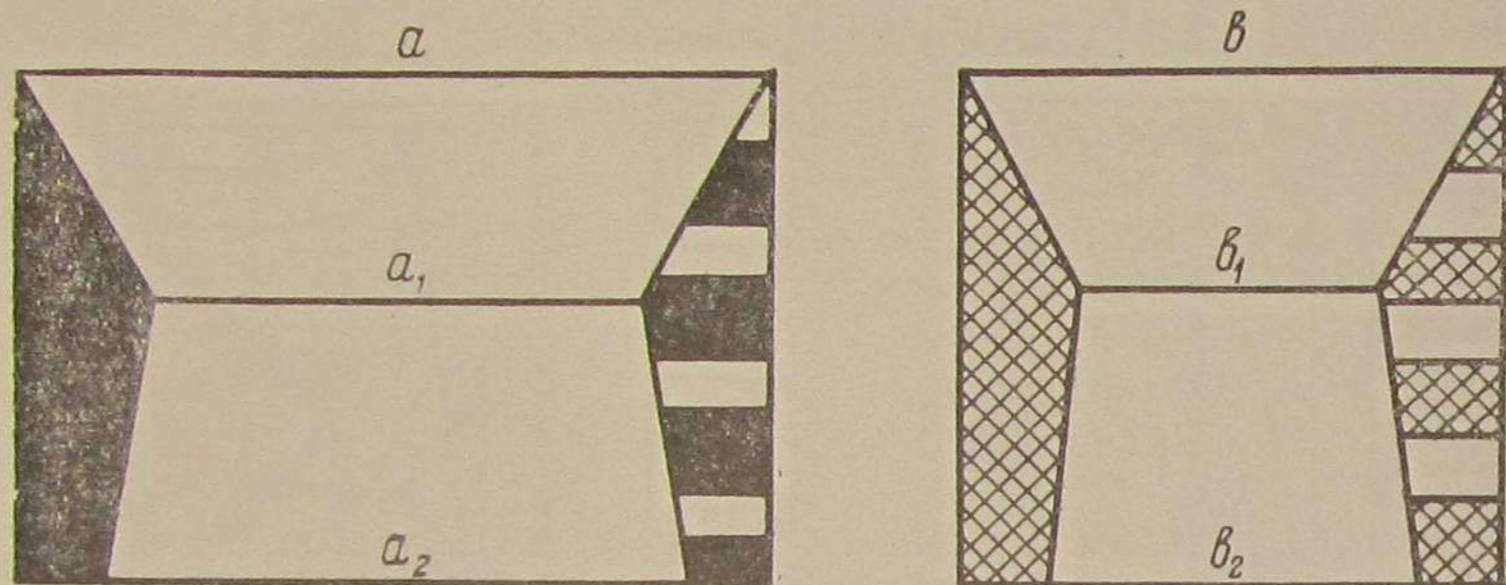


Рис. 6

При дровах в 50 см длиной камера газификации опытного газогенератора (рис. 7) была принята длиной $a = 53$ см, ширина ее (b) определялась по формуле:

$$F_k = \frac{G}{R} \quad (1)$$

где:

F_k — площадь поперечного сечения камеры газификации на уровне фурм равная

$$F_k = a \times b \text{ м}^2, \text{ где}$$

a и b — соответственно длина и ширина камеры в м,

G — часовой расход топлива в кг,

R — интенсивность процесса газификации $\frac{\text{кг}}{\text{м}^2 \text{ час}}$.

Согласно опытным данным интенсивность процесса газификации древесного топлива есть величина непостоянная. В зависимости от влажности дров она колеблется в широких пределах от 240 до $650 \frac{\text{кг}}{\text{м}^2 \text{ час}}$.

Часовой расход топлива также величина непостоянная, зависящая от влажности топлива, мощности двигателя и совершенства процесса газификации. По данным ЦНИИЛесо-

сплава фактически удельный расход древесного топлива колеблется в пределах от 0,9 до $2,2 \frac{\text{кг}}{\text{элсчас}}$.

Основываясь на опыте работы выполненных конструкций камер и приняв условно интенсивность газификации на уровне фурм $R = 300 \frac{\text{кг}}{\text{м}^2 \text{ час}}$, а часовой расход древесного топлива при работе газогенератора с двигателем мощностью 50—60 л. с.

$$G = 63 \text{ кг},$$

Мы получим

$$F_k = a \cdot b = \frac{G}{R}$$

Откуда:

$$b = \frac{G}{aR} = \frac{63}{0,53 \cdot 300} = 0,4 \text{ м}.$$

Суживающаяся часть опытной камеры газификации была изготовлена съемной, что давало возможность менять основные размеры, а следовательно, и конфигурацию данной части.

Основные размеры съемной части камеры газификации (рис. 6) приведены в таблице:

Тип съемной части камеры газификации	Размер в мм			
	a_2	b_1	a_2	b_1
I	360	410	230	280
II	300	350	200	250
III	250	300	270	220

II. УСТРОЙСТВО ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОГО ГАЗОГЕНЕРАТОРА

Экспериментальный швырковый газогенератор¹ состоит из трех частей: бункера, шахты и зольниковой камеры (рис. 7).

Бункер (1) имеет прямоугольную форму с внутренними размерами 53 см на 40 см. Высота его вместе с крышкой и зажимным устройством составляет 107,5 см. Он снабжен двумя кожухами: внутренним (2) и наружным (3), расстояние между которыми было равно 3,5 см.

Внутренний кожух имеет два ряда отверстий (4), предназначенных для отбора водяного пара и продуктов сухой перегонки, выделяющихся из топлива при подогреве его в бункере. В промежутке между кожухами продукты сухой перегонки и водяной пар конденсировались в воду и стекали вниз, где через отверстие трубки (5) отбирались в измерительный бачок.

По его высоте в бункере с двух сторон устроены штуцера (6), в которые устанавливались термодары или термометры для замера температуры. На противоположных сторонах бункера устроены 10 лючков (7), закрываемых крышками (8), имеющими заслонки (9) заподлицо внутреннего кожуха бункера.

Лючки предназначались для наблюдения за процессом изменения древесины при ее постепенном подсушивании. Для измерения температуры стенок внутреннего кожуха бункера служили специально приваренные к стенке трубки (10), в которые вставлялись термометры.

Замер температуры наружной стенки бункера производился при помощи кошельков (11).

В верхней части бункера расположено загрузочное отверстие (12) сечением 53 × 30, закрываемое крышкой (13), которая плотно закрывалась специальным зажимным устройством (14). В нижней части бункера приварен фланец (15) с отверстиями для соединения бункера с шахтой.

Шахта газогенератора также прямоугольного сечения, размером 66 × 53 см, высотой — 1261 см. Внутри она выло-

жена огнеупорным шамотным стандартным кирпичом. Футеровка (16) камеры газификации в нижней части опирается на

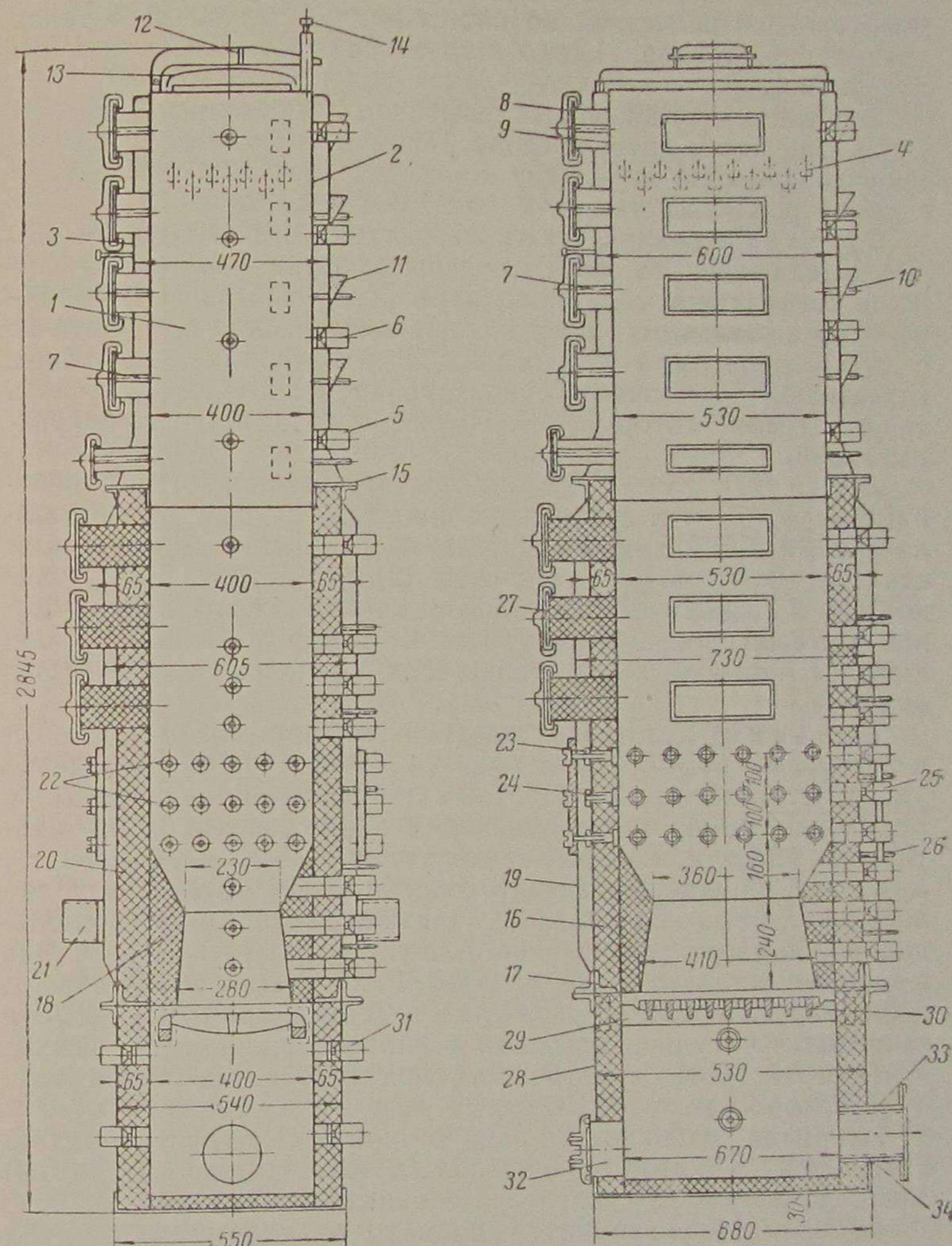


Рис. 7

раму (17), изготовленную из угольника, приваренного с внутренней стороны стенок шахты. В верхней части футеровка зажимается фланцем бункера. Конфигурация камеры газификации

¹ В разработке конструкции газогенератора помимо автора принимали участие ст. научный сотрудник Пузанов Н. Ф. и мл. научный сотрудник Гречко Г. Е.

в нижней части могла изменяться, что достигалось путем кладки из специальных фасонных кирпичей (18) различных размеров.

Воздух подогревался в пространстве между наружной (19) и внутренней (20) стенками шахты за счет излучаемого тепла внутренней стенкой. Подвод воздуха осуществлялся через два патрубка (21).

В средней части камеры газификации находились три ряда фурм (22), через которые подогретый воздух поступал в камеру горения. По периметру каждого ряда было по 20 фурм с диаметром отверстий от 7 до 20 мм каждая.

Фурмы впрессовывались в приваренные к стенкам планки (23). Для исключения из работы отдельных фурм и их рядов служили специальные заглушки (24) с резьбой. Для замера температур в различных зонах камеры газификации по высоте ее с двух сторон были установлены 20 штуцеров (25), в которые вставлялись термодатчики. Температура стенок шахты замерялась термометрами, которые вставлялись в специально приваренные трубки (26).

Лючки (27) служат для наблюдения за процессом изменения древесины при сухой перегонке. Они закрываются металлическими крышками, а в отдельных случаях — термостойким стеклом. Всего по высоте шахты с двух сторон было установлено 6 лючков. Шахта соединялась с бункером и зольниковой камерой посредством фланцев. Между фланцами прокладывался листовой асбест толщиной 5 мм и плотно зажимался болтами.

Зольниковая камера (28) — прямоугольного сечения с размерами 66 × 53 см и высотой 50 см, футерована огнеупорным шамотным стандартным кирпичом. К двум противоположным стенкам зольниковой камеры изнутри были приварены ушки, в которые вкладывались два металлических бруска (29), поддерживающие колосники. На бруски размещались 9 чугунных колосков (30). Для замера температуры в зольниковой камере с двух сторон были установлены 4 штуцера (31), в которые вставлялись термодатчики. Чистка зольниковой камеры производилась через круглый люк (32) диаметром 13,5 см. Люк закрывался чугунной крышкой и плотно прижимался зажимным устройством. Герметичность закрытия лючка достигалась прокладкой асбестового шнура в пазик крышки.

Напротив зольникового люка был расположен патрубок (33) с фланцем, в который вставлялась газоотборная труба (34) для подачи газа из генератора в охладитель (скруббер).

Во время экспериментов диаметр съемной газоотборной трубы изменялся, что позволяло определять влияние диаметра трубопровода на сопротивление проходу генераторного газа.

С целью изменения скорости подачи воздуха были предусмотрены сменные фурмы различного диаметра, что позволяло определять наиболее выгодную скорость воздуха в фурмах.

Для определения наиболее выгодной высоты реактивного слоя в камере газификации имелись три ряда фурм и опускающаяся колосниковая решетка.

Изменение конфигурации камеры газификации достигалось посредством съемных шамотных плит.

Охладитель (скруббер). Охладитель газа (рис. 8) цилиндрической формы, изготовлен из листового железа. Он имел следующие размеры: диаметр 35 см, высоту 124 см. Нижней и верхней части корпуса была придана коническая форма, в центре его имелись приваренные патрубки диаметром 2,5". Нижний патрубок (1) служил для отвода воды из охладителя, верхний (2) — для отвода газа в очиститель. В средней части охладителя был приварен патрубок (3) с трубой (4), расположенной в центре; патрубок предназначался для подвода газа из газогенератора. С внутренней стороны нижней части охладителя по окружности были приварены угольники, на которые укладывались конус (5) и решетка (6). На решетку засыпался кокс (7) или древесные чурки.

В центре охладителя над коксом был установлен съемный распылитель воды (8), представлявший собою ряд конусов, скрепленных между собою болтом с распорками. Между отдельными конусами имелись зазоры в 1—2 мм. Распылитель воды посредством уголка крепился к трубе, подводившей воду к охладителю. Для очистки охладителя и загрузки его коксом корпус охладителя в верхней части был сделан разъемным.

Гидравлический очиститель газа. Гидравлический очиститель газа (рис. 9) представлял собой разъемный на 4 части цилиндр диаметром 35 см, общей высотой 103,5 см. В центре конусного дна (1) очистителя был приварен патрубок (2) с фланцем для отвода воды из очистителя, а к нижней цилиндрической части корпуса — патрубок (3) с фланцем для подвода газа из охладителя. Верхняя часть очистителя (4) имела сферической формы днище, к которому был приварен патрубок (5) для отвода газа в конденсатор.

По высоте очистителя с внутренней стороны его располагались два диффузора (6) с резьбовыми кольцами (7). В резь-

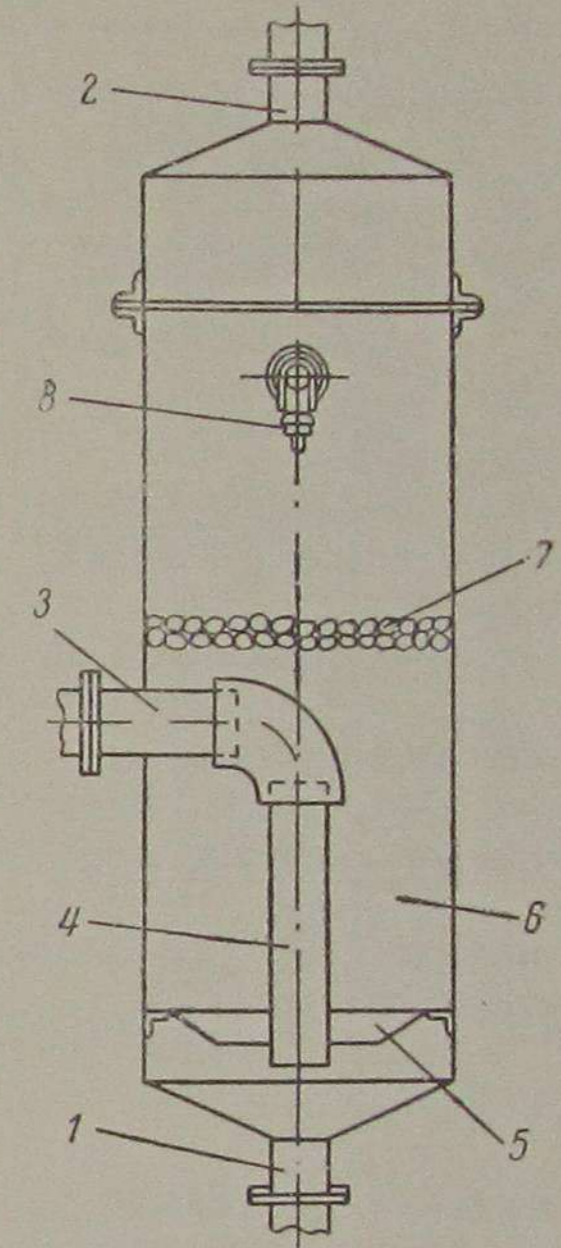


Рис. 8

бовые кольца ввинчивались форсунки (8). Каждый диффузор имел по 4 форсунки диаметром по 6 мм.

Вода к форсункам подводилась по трубе (9) через диффузоры.

Для ввертывания форсунок и прочистки их в случае засорения в корпусе очистителя были устроены отверстия с пробками (10).

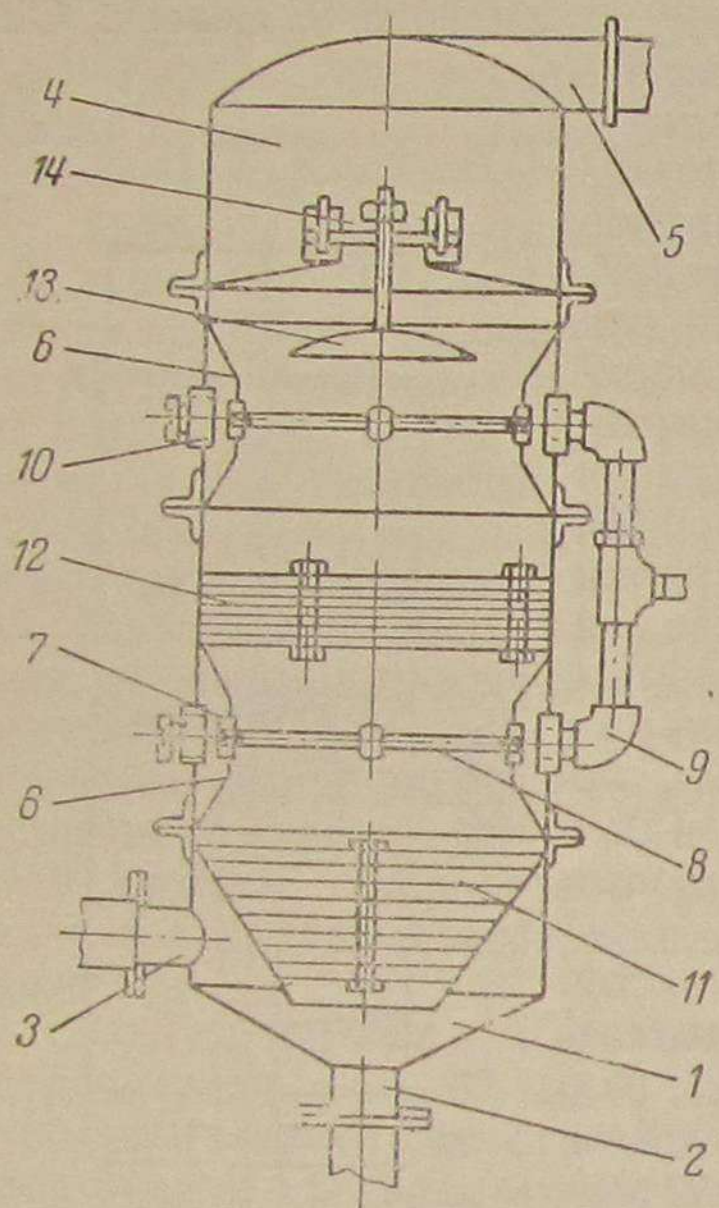


Рис. 9

Увеличение поверхности соприкосновения газа с водой достигалось за счет укладки внутрь очистителя металлических решеток. Первая секция решеток (11) конусообразной формы в количестве 10 шт. находилась в нижней части корпуса очистителя, а вторая секция решеток (12) цилиндрической формы в количестве 8 шт. расположена была в средней части корпуса очистителя. Для отделения механической влаги от газа служил сферический диск — отражатель, с отбойником (13). Сферический диск — отражатель предназначался изменять скорость и направление движения газа, а также частично отделять от него „механическую“ влагу.

В верхней части гидравлического очистителя был установлен отбойник (14) в виде усеченного конуса, к меньшему диаметру которого было приварено цилиндрическое кольцо. К этому кольцу болтами прикрепляется сферический диск для создания удара потоку газа, проходившему между диском и кольцом. Поток газа при ударе о диск изменял направление, по выходе из щели значительно снижал свою скорость. „Механическая влага“, содержащаяся в газе в виде капелек, при этом осаждалась на поверхности конуса и через отверстия стекала в низ очистителя.

III. ПОДГОТОВКА ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЙ УСТАНОВКИ К ИССЛЕДОВАНИЯМ И МЕТОДИКА ИХ ПРОВЕДЕНИЯ

Экспериментальная установка была смонтирована на стенде в теплотехнической лаборатории ЦНИИЛесосплава по схеме, приведенной на рис. 10.

Перед испытанием газогенераторная установка была разобрана и тщательно проверена. Газовый двигатель ЧТЗ-60, предназначенный для работы с экспериментальной газогенераторной установкой, подвергался среднему ремонту, после которого был отрегулирован и опробован на жидком топливе. С особой тщательностью проверялась вся система электрооборудования, а также нагрузочные реостаты.

Необходимая для исследования процесса газификации измерительная аппаратура была апробирована в палате мер и весов и протарирована с составлением кривых градуировки.

Все приспособления были проверены и вместе с измерительной аппаратурой размещены в различных точках установки, согласно разработанной схеме (рис. 10).

Термопары были установлены в точках 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9 и 10.

В точках 11, 12, 13, 14 и 15, ввиду низких температур, вместо термопар были установлены ртутные термометры.

Температура внутри газогенератора на уровне фурм замерялась термоэлектрическими пирометрами, которые предварительно подверглись тарировке. Поправка на температуру холодного спая вносилась согласно выражению:

$$t = t_1 + Ct_0,$$

где:

t — температура горячего спая,

t_1 — отсчет по милливольтметру в переводе на градусы Цельсия,

t_0 — температура холодного спая,

C — отношение среднего температурного градиента электродвижущей силы в интервале от 0° до T° к градиенту при t значение C принималось по данным нижеследующей таблицы:

Железо — константан	Хромель-алюмель	Платино-платинородий
температура в град. Цельсия		
0 ÷ 100 коэффициент 1,00	0 ÷ 800 коэффициент 1,00	265 ÷ 450 коэффициент 0,65
100 ÷ 600 коэффициент 0,95	более 800 коэффициент 1,05	450 ÷ 650 коэффициент 0,60
600 ÷ 1000 коэффициент 0,85		650 ÷ 1000 коэффициент 0,55
		более 1000 коэффициент 0,50

При измерении температуры применялись: термопары железо-константан и хромель-алюмель для температур до 800°C и термопары платино-платинородий для температур выше 800°C.

Температура газа в выходном патрубке газогенератора измерялась термопарой.

Термометры в точках t_{10} и t_{11} показывали температуру генераторного газа после охлаждения в скруббере и гидравлическом очистителе. Температура воды после охлаждения газа замерялась термометрами, расположенными в точках t_{13} — t_{14} .

Температура наружной поверхности газогенератора замерялась термометрами в точках $t_1, t_2, t_3, t_4, t_5, t_6, t_7$ и t_8 , помещенными в целях получения надежных результатов замера в специально приваренные к наружным стенкам карманы, заполненные песком.

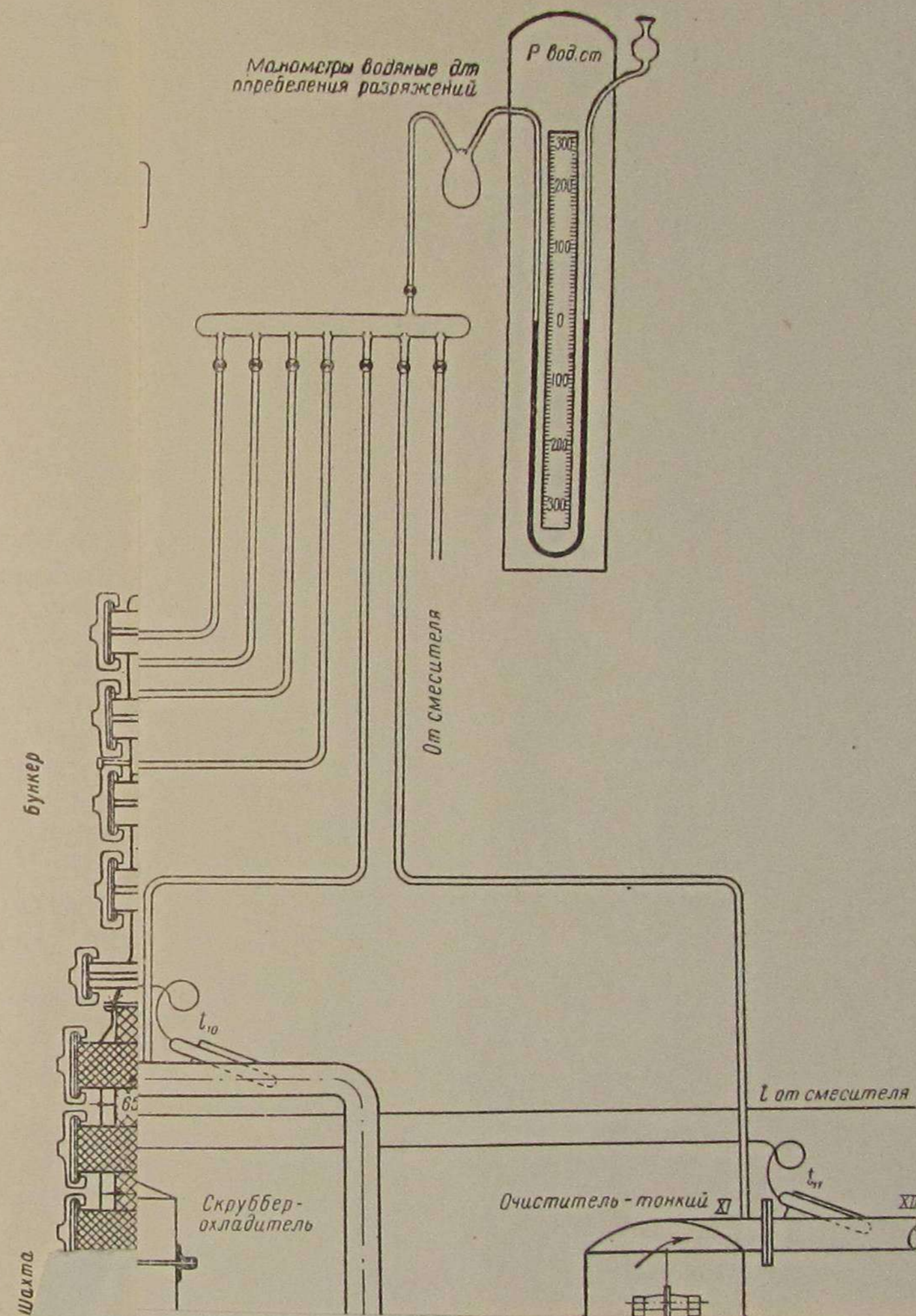
В качестве пьезометров служили изогнутые стеклянные трубки, наполненные подкрашенной водой. Измерительные трубки были смонтированы на щите и измеряли разряжение в 12 точках, отмеченных на схеме цифрами I—XII. Пьезометр P_1 показывал разряжение в верхней части, а пьезометр P_2 — средней части бункера. Пьезометр P_3 измерял разряжение в камере газификации газогенератора на уровне фурм.

Разряжение в зольнике газогенератора измерялось пьезометром P_4 , не показанным на схеме.

Разряжение на пути движения газа от газогенератора к охладителю, гидравлическому очистителю и двигателю замерялось пьезометрами.

Давление атмосферы измерялось с помощью барометра в мм ртутного столба, а влажность окружающего воздуха — по данным психрометра.

Анализ генераторного газа производился газоанализатором Норзе и ВТИ.



Качественная работа газогенератора оценивалась мощностью двигателя, что приближало опыты к условиям эксплуатации.

Замер мощности двигателя проводился с помощью электрогенератора, соединенного с ним и нагруженного водяным реостатом.

Напряжение и сила тока измерялись мескофером.

Мощность подсчитывалась по формуле:

$$N_e = \frac{VJ \sqrt{3} \cos \varphi}{736 \eta_g} \quad (2)$$

где:

V — напряжение в вольтах,

J — сила тока в амперах,

η_g — кпд электрогенератора.

Число оборотов определялось ручным тахометром.

Определение расхода газа и воздуха производилось с помощью трубок Пито и дроссельных шайб, включаемых в трубопроводы газового и воздушного потоков.

Методика испытаний проводилась в соответствии с ГОСТ 491-41 и 1970-43.

До начала замеров опытных данных газосиловая установка и газовый двигатель работали в течение двух часов, что обеспечивало восстановление нормального теплового режима газогенератора и двигателя.

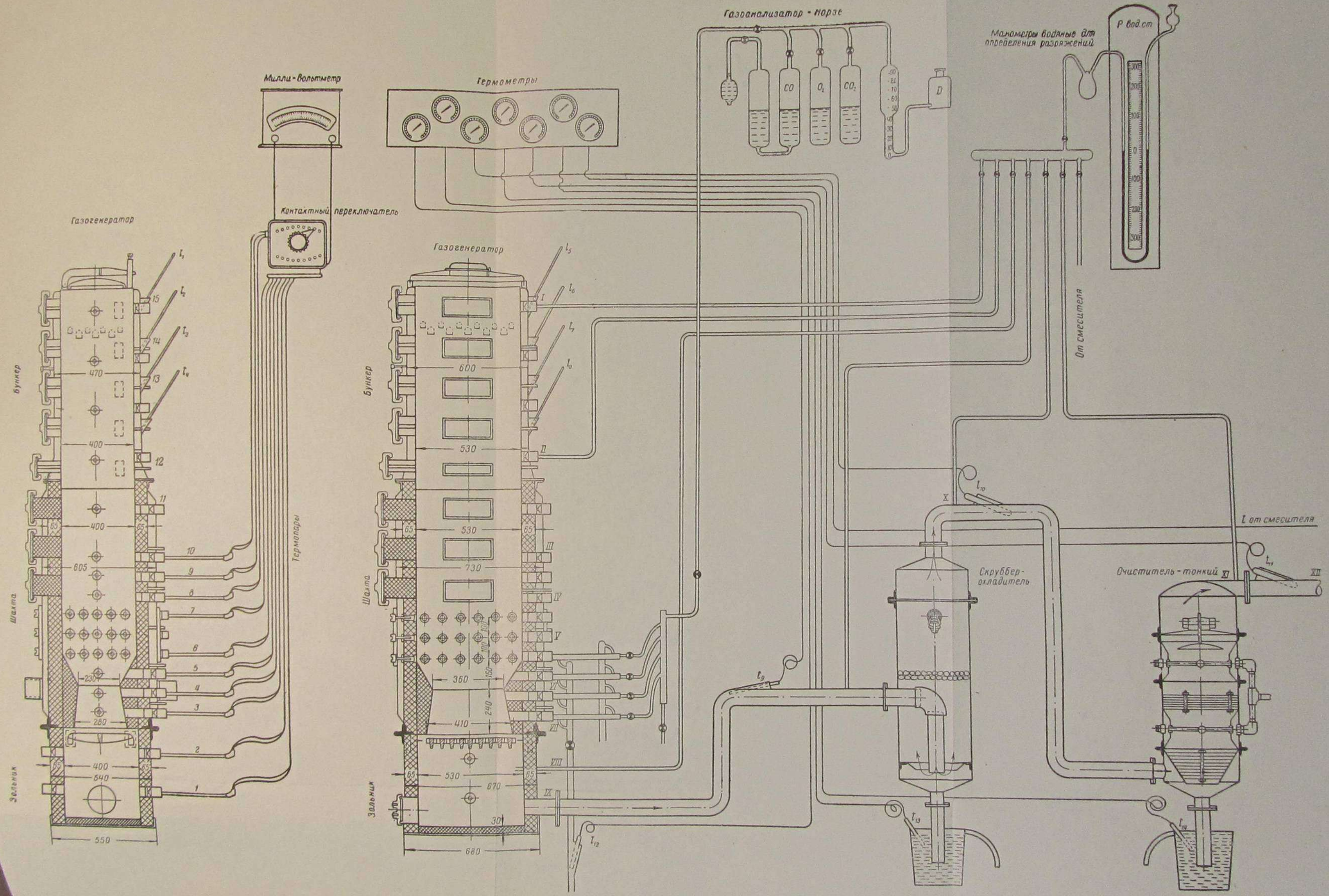
Все отсчеты по приборам проводились одновременно и регулярно, в точно определенные промежутки времени при испытаниях продолжительностью 1—2 часа — через каждые десять минут, при длительных испытаниях (в течение нескольких часов) — не реже, чем через 30 минут.

Окончательные результаты испытаний устанавливались на основании средних значений наблюдаемых величин за время опытов, явно ошибочные показатели при подсчетах исключались.

Загрузка экспериментальной газогенераторной установки швырковыми дровами перед испытаниями производилась в следующей последовательности: вначале в газогенератор засыпался выше уровня фурм древесный уголь, затем на него укладывались дрова — швырок, размером $500 \times 60 \times 60$ мм вязанками по 8—9 полен, и отдельными поленьями подавался в бункер газогенератора через загрузочный люк.

В процессе горения, под влиянием силы тяжести, топливо опускалось вниз по мере того, как нижележащие слои сгорали — газифицировались.

Образовавшийся генераторный газ отсасывался из газогенератора в зазоры колосниковой решетки и через газовый патрубок поступал в охладитель. Несгоревшие продукты (зола



Фиг. 10

и угольная мелочь) частично уносилась потоком в охладитель, а более крупная часть оседала под колосниковой решеткой в зольнике, откуда периодически удалялась.

В охладителе по вертикальной трубе газ двигался вниз, затем, перемешиваясь с водой, проходил в отверстие конуса и через зазоры решетки и пустоты между коксом поднимался вверх.

В этом движении навстречу потоку воды, равномерно перемешиваясь с ней, газ охлаждался и очищался.

Чистая вода — по трубе подавалась к распылителю, который с помощью форсунок разбрызгивал ее, а использованная в охладителе — стекала вниз и через патрубок гидравлического затвора удалялась в канализацию.

Охлажденный и предварительно очищенный газ направлялся в гидравлический очиститель, где подвергался еще большему охлаждению и дальнейшей очистке.

Поступая в очиститель через отверстие конуса и проходя затем через ряд решеток, газ выше форсунок встречал сферический отражатель, который изменял направление его потока и отделял от газа значительную часть „механически“ примешанной влаги.

Для окончательного отделения влаги газ пропусклся через щель конуса отбойника. Очищенный и охлажденный газ через верхний патрубок поступал в конденсатор для удаления остающейся еще в газе влаги из конденсатора. Охлажденный и сухой газ подавался по трубе к двигателю.

При работе двигателя разряжение из его цилиндров по трубопроводам передавалось в газогенераторную установку; таким образом, вся система установки находилась под разряжением. Под влиянием этого воздух, необходимый для газификации топлива, по трубам поступал в воздушную камеру, где нагревался излучаемым стенками шахты теплом и вступал через фурмы в камеру газификации.

В 1945—47 гг. опыты проводились при работе с двигателем ЧТЗ, конвертированным для работы на газе, а в 1949 году при работе экспериментальной газогенераторной установки с двигателем ЗД6-ГД.

Основная техническая характеристика упомянутых двигателей приведена в таблице 1.

Таблица 1

Техническая характеристика газовых двигателей

Основные параметры	Единица измерения	ЧТЗ-СГ-60	ЗД6-ГД
Нормальная мощность	л. с.	55	120
Нормальное число оборотов	об/мин.	650	1500
Рабочий объем цилиндров	л	18,45	19,1
Степень сжатия		6	14—15

IV. РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ ОСНОВНЫХ ПАРАМЕТРОВ ГАЗОГЕНЕРАТОРА

1. Высота реакционного слоя

При переходе твердого древесного топлива в газообразное возникает ряд промежуточных веществ, оказывающих влияние как на количество, так и на качество генераторного газа. К таким промежуточным веществам относятся водяной пар, продукты сухой перегонки топлива и т. д.

Качество генераторного газа оценивается его теплотворной способностью, которая зависит от совершенства процесса, протекающего в реакционном слое камеры газификации.

Совершенство же этого процесса зависит от ряда факторов. Главнейшими из них являются: температура реакционного слоя, его плотность, реакционная способность топлива и интенсивность процесса газификации.

В камере газификации опытного газогенератора было предусмотрено изменение толщины реакционного слоя; в пределах от 400 до 700 мм. Это достигалось за счет включения (и выключения) определенных рядов фурм, а также за счет опускания или подъема колосниковой решетки в зольниковой камере. Интенсивность газификации в суженной части камеры изменялась за счет сужения ее.

Качество генераторного газа оценивалось работой газового двигателя и контрольным химическим анализом его.

При проведении опытов число оборотов двигателя поддерживалось постоянным; газогенератор при этом работал на дровах постоянной влажности $W = 23\%$.

Изменение мощности газового двигателя в зависимости от высоты реакционного слоя приведено на рис. 11.

Кривая показывает, что с увеличением высоты реакционного слоя с 400 до 500 мм мощность газового двигателя возрастает. Дальнейшее увеличение высоты реакционного слоя не приводит к увеличению мощности двигателя, а в отдельных опытах наблюдается даже снижение ее, что может быть объяснено повышением сопротивления слоя топлива проходу газа.

Состав генераторного газа в момент работы двигателя с полной нагрузкой при 650 оборотах в минуту и в зависимости от высоты реакционного слоя представлен на рис. 12.

Расход газозооудшной смеси при этом составил $252 \text{ м}^3/\text{час}$.

Кривые рис. 12 показывают, что с увеличением высоты реакционного слоя происходит:

1) увеличение содержания H_2 ,

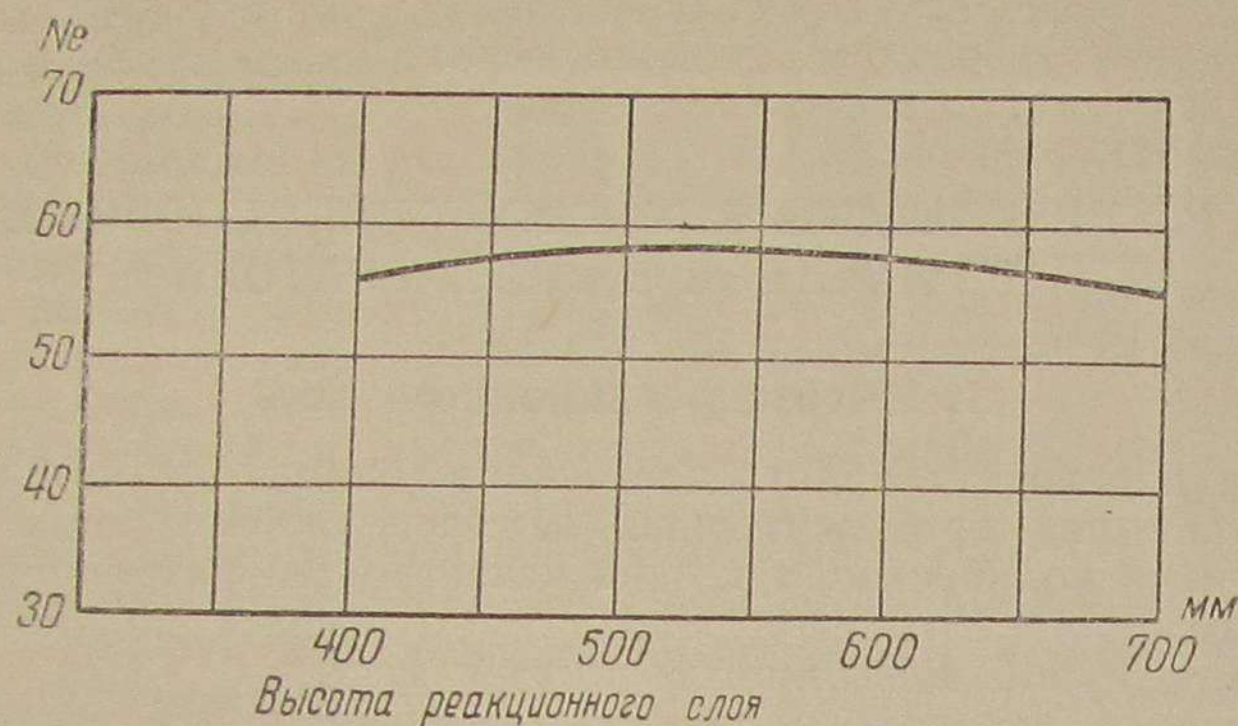


Рис. 11

2) вначале некоторое увеличение, а затем понижение окиси углерода CO , что объясняется наличием реакции восстановления $CO_2 + C = 2CO$.

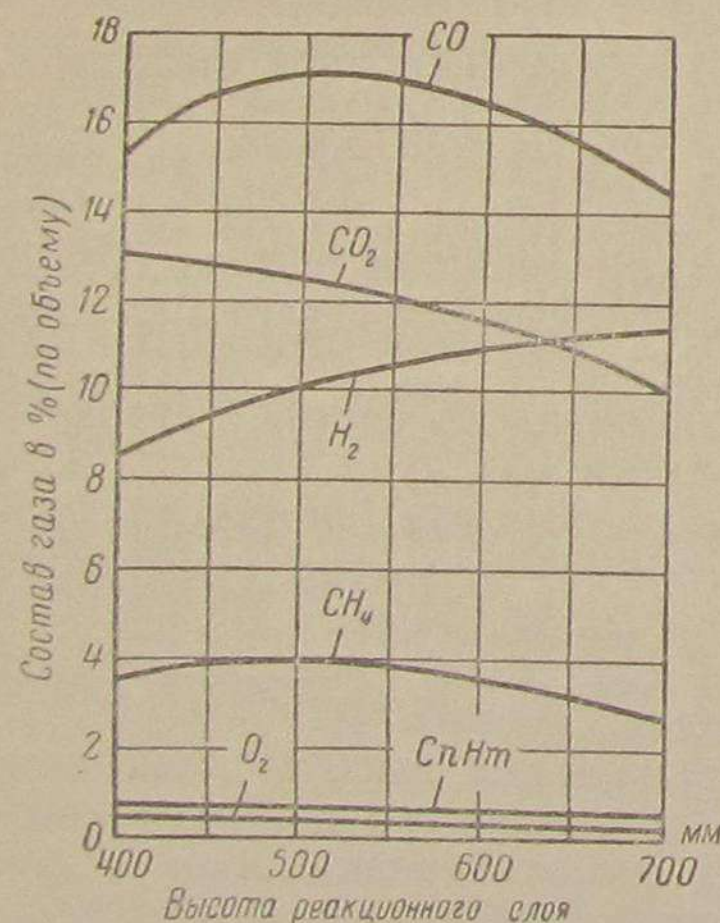


Рис. 12

Кроме того наблюдается некоторый рост содержания метана CH_4 — до высоты реакционного слоя в 500 мм, а затем его падение. Очевидно, причиной этого является снижение температуры реакционного слоя, что ясно видно из рис. 13.

Тяжелые углеводороды C_nH_m мало изменяются с изменением высоты реакционного слоя. Содержание их в газе объясняется реакциями разложения топлива выше фурм или разложением паров смолы в центре фурменного пояса и в узкой части камеры газификации.

Влияние высоты реакционного слоя на температуру внутри газогенератора приведено на рис. 13.

Кривая (1) замерена при высоте реакционного слоя 400 мм, кривая (2) — 500 мм и кривая (3) — 600 мм.

Как видно из кривых рис. 13, распределение температур в камере газификации неравномерное. Наибольших пределов (1100—1200°C) температура достигает в зоне горения на уровне фурм. С повышением высоты реакционного слоя с 400 до 500 мм снижает температуру газа на выходе из слоя на 60°C и повышает температуру слоя выше уровня фурм.

На основании проведенных исследований можно сделать вывод, что высота реакционного слоя топлива в судовом газо-

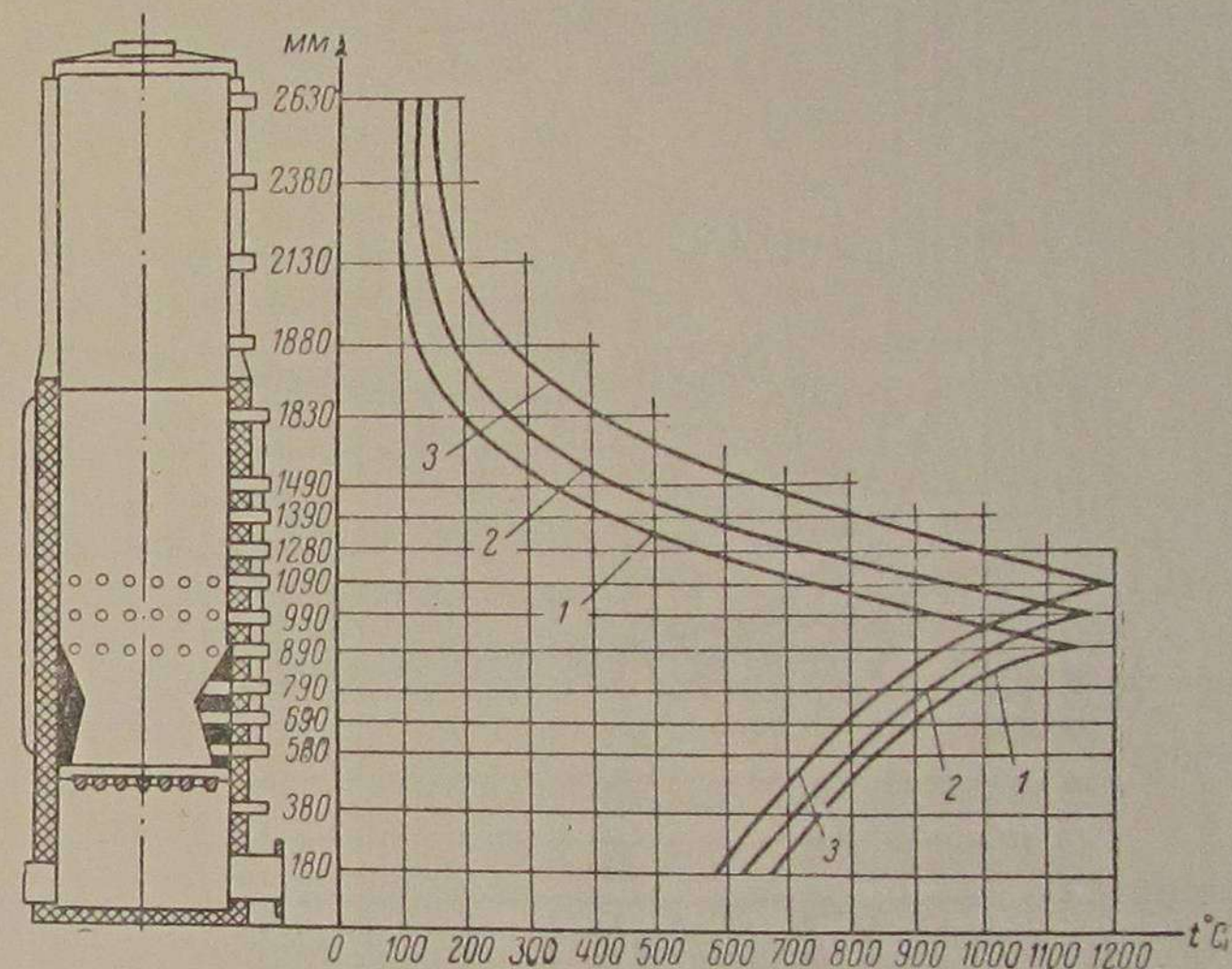


Рис. 13

генераторе, работающем с двигателями мощностью 50—75 л. с., должна быть в пределах 500—600 мм.

2. Сопротивление слоя топлива в газогенераторе

Величина сопротивления слоя топлива в камере газификации может быть определена как разность между разрежением в верхней части бункера и разрежением на выходе газа из камеры газификации.

Для установления истинного сопротивления слоя топлива было произведено несколько замеров разрежений в различных, по высоте слоя топлива, точках газогенератора. Результаты замеров приведены на рис. 14.

На рис. 14 нанесены две кривые. Первая кривая снята при

работе двигателя ЧТЗ СГ-60, с числом оборотов 650 в минуту. Расход газозвушной смеси — $252 \text{ м}^3/\text{час}$. Скорость газового потока на уровне фурм в камере газификации $V=1 \text{ м/сек}$. Вторая кривая получена при работе двигателя ЗД6-ГД с мощностью 80 л. с.

Расход газозвушной смеси $V_{\text{см}} 730 \text{ м}^3/\text{час}$. Скорость газового потока $V=2,8 \text{ м/сек}$.

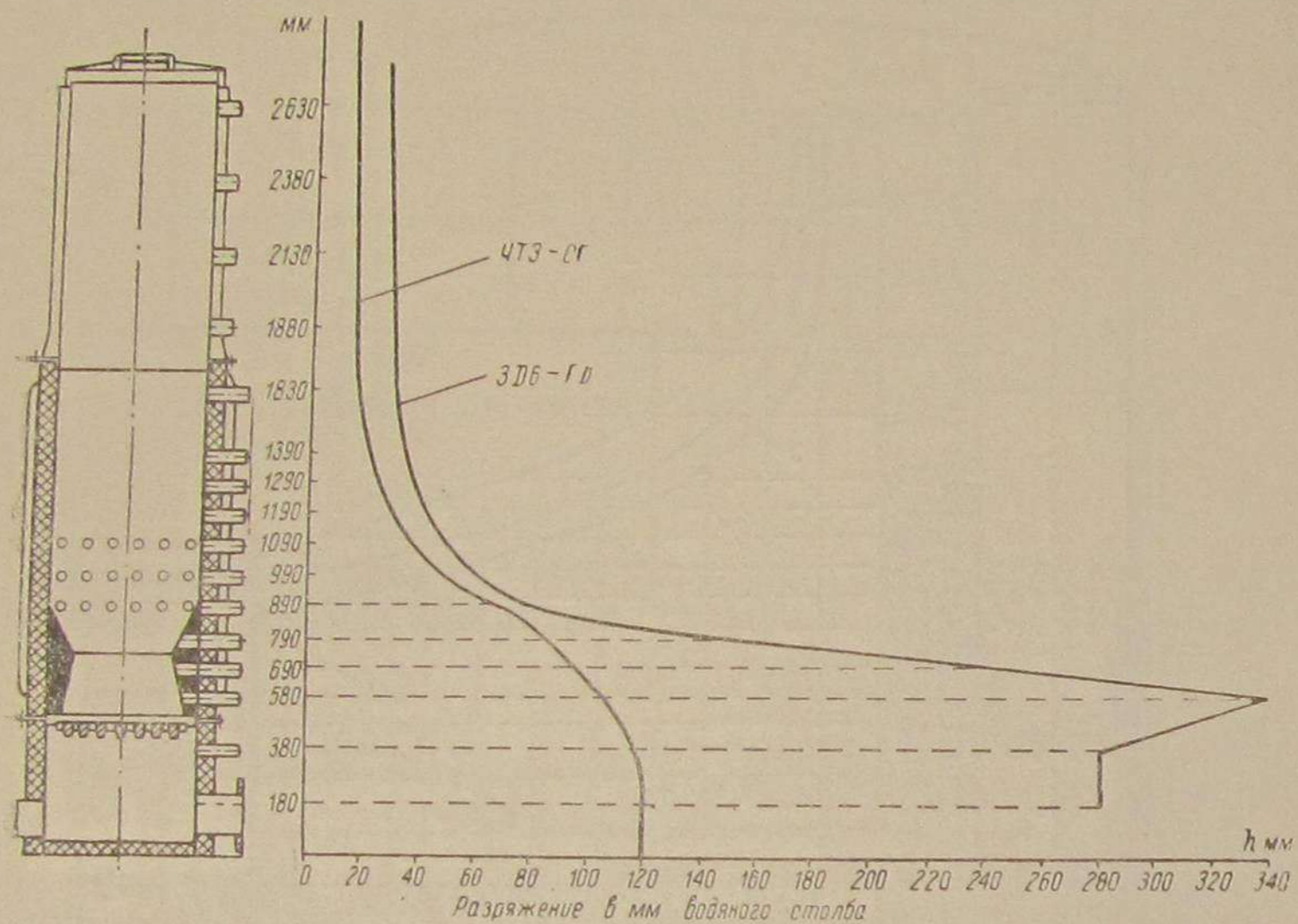


Рис. 14

Сопротивление слоя топлива в бункере при незначительном потоке газа составляет 20—30 мм водяного столба.

Большой интерес представляют данные разрежений, замеренные на уровне фурм и ниже. Наибольшая величина разрежения была получена в нижней части камеры газификации, под колосниковой решеткой. Вблизи колосниковой решетки для двигателя СГ-60 оно составляло — 120 мм, а для двигателя ЗД6-ГД — 340 мм водяного столба.

Полученные данные показывают, что при одной и той же высоте реакционного слоя топлива, но при увеличении скорости газового потока сопротивление слоя топлива в камере газификации увеличивается: на уровне фурм на 15%, а над колосниковой решеткой на 312%.

Увеличение сопротивления движению газа сказывается на

уменьшении коэффициента наполнения цилиндров, а следовательно, и на уменьшении мощности двигателя. Исследования автора* показали, что увеличение разрежения на 100 мм водяного столба влечет за собою уменьшение мощности двигателя на 1,5%. Поэтому камера газификации газогенератора должна иметь конструктивную форму, обладающую наименьшим сопротивлением проходу газа.

Во всех опытах поддерживалось постоянное число оборотов двигателя при расходе газозвушной смеси $V_{\text{см}} = 252 \text{ м}^3/\text{час}$. Скорость газового потока в камере газификации также была постоянной. Для определения сопротивления ре-

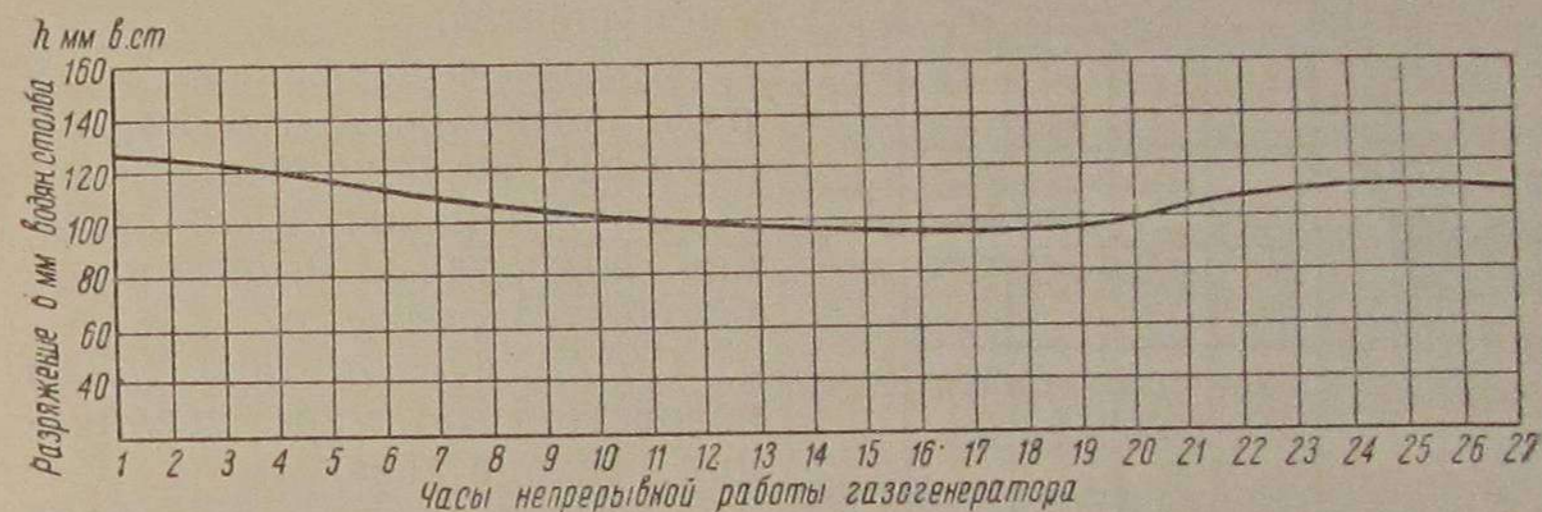


Рис. 15

акционного слоя проходу газа в зависимости от продолжительности непрерывной работы камеры газификации был проведен ряд опытов.

Данные этих опытов (рис. 15) показывают, что:

а) с увеличением продолжительности работы камеры газификации сопротивление реакционного слоя не только не возрастает, но

б) по мере выгорания первоначально засыпанного в камеру газификации угля сначала падает, а затем

в) устанавливается постоянным.

Величина этого сопротивления, замеренного на выходе газа из слоя, в испытанной газогенераторной установке составляет всего лишь 110 мм водяного столба. Последнее свидетельствует о правильно выбранной нами конфигурации камеры газификации.

* Петров Я. П. „Пути и возможности повышения мощности двигателей“ Журнал „Судостроение“ № 10, 1938.

3. Влияние расхода газа на состав его

Опыты, проведенные в судовом газогенераторе, показывают, что с увеличением расхода газа происходит улучшение качества его. Это наглядно подтверждают кривые, приведенные на рис. 16.

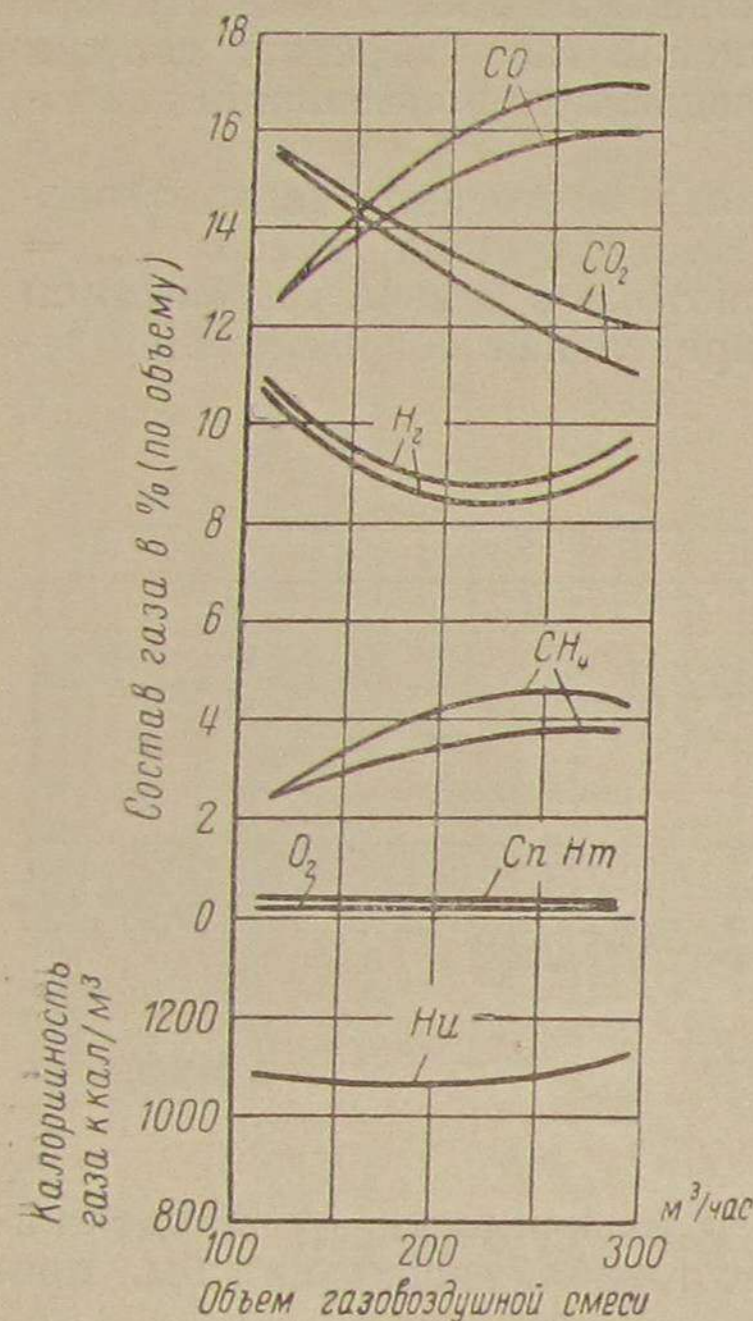


Рис. 16

Это объясняется, видимо, тем, что часть их сгорает при более высоких температурах.

Как видно из кривых рис. 16, с увеличением расхода газа возрастает содержание окиси углерода (CO), а содержание углекислоты (CO₂) уменьшается.

Кривая содержания водорода показывает, что до расхода 210 м³/час смеси происходит уменьшение содержания водорода (H₂), затем наблюдается рост его.

Содержание метана (CH₄) возрастает по мере увеличения расхода газа.

Содержание кислорода практически постоянно, это указывает на то, что кислород полностью расходуется в процессе газификации.

Содержание тяжелых углеводородов (C_nH_m), с увеличением расхода газозвушной смеси, незначительно падает.

Это объясняется, видимо, тем, что часть их сгорает при более высоких температурах.

V: ПРАКТИЧЕСКИЕ СООБРАЖЕНИЯ ПО ПРОЕКТИРОВАНИЮ СУДОВЫХ ГАЗОГЕНЕРАТОРНЫХ УСТАНОВОК

Метод общего расчета судового газогенератора, работающего по обращенному процессу, еще не разработан. Вследствие этого при конструировании новых типов судовых газогенераторов приходится ограничиваться расчетом лишь их основных конструктивных элементов.

На основе исследований и опыта работы судовых газогенераторов мы попытались изложить некоторые соображения по их проектированию, в которые внесли расчет отдельных элементов газогенераторов, а также показали конструкции судовых газогенераторов, осуществленных в ЦНИИЛесосплава и успешно используемых в производственных условиях.

1. Определение производительности газогенератора и расхода топлива

Производительность газогенератора зависит от основных параметров двигателя — его рабочего объема и числа оборотов коленчатого вала в единицу времени.

Указанная зависимость определяется из выражения:

$$V_{см} = \frac{V_h \cdot n \cdot 60 \eta_v}{2 \cdot 1000} \text{ м}^3/\text{час}, \quad (3)$$

где:

$V_{см}$ — объем рабочей газозвушной смеси, поступающей в цилиндры двигателя в м³/час, отнесенный к внешним условиям, согласно определению η_v ;

V_h — рабочий объем всех цилиндров в литрах,

n — число оборотов двигателя в минуту,

η_v — коэффициент наполнения цилиндров двигателя. При работе на генераторном газе η_v может быть принят равным 0,7—0,8.

$V_{см}$ включает в себя объем сухого генераторного газа, необходимый объем воздуха для сгорания его и некоторую долю водяных паров, нормально составляющих около 10%.

$V_{см}$ можно выразить в виде суммы

$$V_{см} = V_r + V_r \alpha L_0 + V_r W \text{ м}^3/\text{час}$$

Откуда:

$$V_r = \frac{V_{cm}}{1 + \alpha L_0 + W} \text{ м}^3/\text{час}, \quad (4)$$

где:

L_0 — теоретически необходимое количество воздуха для сгорания 1 м^3 газа.

α — коэффициент избытка воздуха для газовых двигателей $\alpha = 1,05 \div 1,2$.

W — содержание водяных паров. При приближенных расчетах значением можно пренебречь.

Теоретически необходимое количество воздуха для сгорания 1 м^3 газа колеблется в зависимости от состава генераторного газа и может быть определено по формуле:

$$L_0 = \frac{1}{21} 0,5 [COH_2 + 2CH_4 - O_2] \frac{\text{м}^3/\text{воздуха}}{\text{м}^3/\text{газа}}, \quad (5)$$

где: компоненты, входящие в состав генераторного газа, выражены CO, H_2, CH и O_2 в процентах к объему газа.

Согласно определению коэффициента наполнения объем газовой смеси отнесен к внешним условиям, а следовательно, к этим же условиям будет отнесен и объем V_r . Для расчета газогенератора удобнее привести V_r к нормальным физическим условиям (0°C и 760 мм ртутного столба), пользуясь уравнением:

$$V_r' = \frac{273}{T_0} \cdot \frac{P_0}{1,033} \cdot V, \quad (6)$$

где:

T_0 — температура (абс) окружающей среды $T_0 = 273 + t$;

P_0 — давление перед смесителем, зависящее от конструкции газогенератора, охладителя, очистителя и системы трубопроводов.

Величина P_0 для судовых газогенераторов колеблется в пределах от 300 до 1000 мм водяного столба, что составит $P_0 = 0,97 \div 0,90 \text{ атм}$.

Расход топлива может быть определен по следующей формуле:

$$G = q_t \cdot N_e \text{ кг/час}, \quad (7)$$

где:

q_t — удельный расход древесного топлива; для судовых газогенераторов q_t составляет от $0,9$ до $2,2 \text{ кг/элсчас}$

N_e — мощность заданного двигателя; определяется по формуле (2)

Удельный расход топлива q_t может быть определен из выражения:

$$q_t = \frac{632}{\eta_i Q_p^H E} \text{ кг/лсч}, \quad (8)$$

где:

η_i — для газовых двигателей $0,22 - 0,26$

Q_p^H — теплотворная способность топлива; берется по данным таблицы.

Расход топлива в час определяется из равенства

$$G = \frac{V_r'}{E} \text{ кг/час}, \quad (9)$$

где:

G — часовой расход топлива

V_r' — объем газа, засасываемого двигателем в час согласно формуле (6),

E — выход газа на 1 кг газифицируемого топлива (с учетом потерь углерода на унос и провал).

2. Расчет камеры газификации

При расчете камеры газификации подлежит определению следующие величины:

1. Диаметр камеры при газификации мелких чурок и размер сторон камеры при газификации полуметровых дров.

2. Высота активного реакционного слоя.

3. Количество и диаметр воздухоподводящих фурм.

Интенсивность процесса газификации, под которой подразумевается количество килограмм прогазифицированного в 1 час топлива (или количество килокалорий тепла, выделившегося при газификации топлива в 1 час) на 1 м^2 площади камеры газификации, может быть выражена формулой

$$F_k = \frac{G}{R} \text{ м}^2, \quad (10)$$

где:

F_k — площадь камеры газификации на уровне фурм м^2

G — часовой расход топлива согласно формулы (7,9)

R — интенсивность процесса (напряженность) горения; для судовых газогенераторов, работающих на дровах R , можно принимать от 240 до $650 \text{ кг/м}^2 \text{ час}$.

В зависимости от конфигурации сечения камеры газификации линейные размеры ее можно определить из выражений:

а) Для круглого сечения:

$$d = \sqrt{\frac{4F_k}{\pi}} \quad (11)$$

б) Для прямоугольного сечения

$$a = \frac{F_k}{b}, \quad (12)$$

где: a и b — стороны прямоугольного сечения камеры на уровне фурм.

Для судовых газогенераторов, работающих на швырке полуметровой длины и имеющих камеру газификации прямоугольного сечения, сторона принимается в пределах 0,52—0,53 м.

Стороны a_1 и b_1 (рис. 6) узкого сечения камеры могут приниматься на основании опытных данных ЦНИИЛесосплава равными:

$$a_1 = (0,5 \div 0,6) a \text{ и } b_1 = (0,5 \div 0,6) b.$$

Количество фурм, их диаметр и скорость движения воздуха в них выражаются формулой

$$f_{\text{ср}} = \frac{L_g}{3600 V_n} \text{ м}^2 \quad (13)$$

где:

$f_{\text{ср}}$ — площадь сечения фурмы

L_g — количество воздуха, поступающего в газогенератор в $\text{м}^3/\text{час}$

V — скорость воздуха в фурмах; для судовых газогенераторов V принимается равный 25—40 м/сек.

n — число фурм; принимается по конструктивным соображениям.

Диаметр фурмы определяется из выражения:

$$d_{\text{ср}} = \sqrt{\frac{4f_{\text{ср}}}{\pi}}, \quad (14)$$

где:

$f_{\text{ср}}$ согласно принятому выше (по формуле 13).

Высота активной зоны (или точнее расстояние от колосниковой решетки до уровня фурм) на основании опытных данных может приниматься в зависимости от типа газогенератора от 500 до 800 мм.

3. Определение размеров бункера

Объем бункера определяется из выражения:

$$U_6 = \frac{GZ}{\delta} \text{ м}^3, \quad (15)$$

где:

G — часовой расход топлива в кг

Z — время непрерывной работы двигателя на одной загрузке в часах; для судовых газогенераторов применяют $Z = 1—1,5$ часа

δ — вес 1 м^3 топлива $\text{кг}/\text{м}^3$

Высота бункера при квадратном сечении его будет равна:

$$H = \frac{U_6}{a \cdot b} \text{ м} \quad (16)$$

При длине полена 0,5 м, учитывая отклонения на возможный косой распил дров по 15 мм в каждую сторону, длину камеры газификации можно считать равной 0,53 м.

Вторая сторона камеры газификации может быть различной; по данным опыта ее целесообразно принимать 0,35 ÷ 0,6 м.

Размеры зольника (главным образом его высота) выбираются, исходя из непрерывной работы газогенератора и способа отбора газа; для судовых газогенераторов высоту зольника можно рекомендовать 250—300 мм.

4. Нахождение коэффициента полезного действия газогенератора

Коэффициент полезного действия газогенератора представляет собой отношение теплотворной способности генераторного газа к теплотворной способности твердого топлива, затраченного на образование этого газа.

Коэффициент полезного действия определяется по формуле:

$$\eta_r = \frac{Q_{\text{гн}} E}{G_{\text{тн}}}, \quad (17)$$

где:

$Q_{\text{гн}}$ — низшая теплотворная способность 1 м^3 генераторного газа при 0°С и 760 мм ртутного столба

E — выход газа из 1 кг топлива в м^3 при нормальных условиях;

$G_{\text{тн}}$ — низшая теплотворная способность 1 кг топлива.

Коэффициент полезного действия судовых газогенераторов в зависимости от их конструкции, находится в пределах $\eta_r = 0,7—0,85$; чем выше кпд газогенератора, тем меньше потери в нем и тем выше экономический кпд двигателя, работающего на генераторном газе.

Если для нормальных бензиновых и керосиновых двигателей экономический кпд лежит в пределах 0,18 ÷ 0,22, то при работе подобных же двигателей на генераторном газе этот кпд снижается до значений 0,13 ÷ 0,17.

Для оценки газогенераторного процесса иногда пользуются термохимическим коэффициентом полезного действия, который представляет собой отношение количества тепла, способного выделяться из газа, к теплу углерода, затраченного на образование газа

$$\eta_0 = \frac{Q_{\text{газ}}}{Q_{\text{угл.}}},$$

где: $Q_{\text{газ}}$ — тепло, выделяемое газом

$$Q_{\text{угл.}} = \frac{12}{100 \cdot 22,4} \cdot [\text{CO}_2 + \text{CO} + \text{CH}_4 + 2\text{C}_n\text{H}_m] 8100 \quad (18)$$

5. Конструктивное оформление газогенераторных установок серийного выпуска, работающих на швырке, (Ш-6, Ш-7, ШЦ)

Результаты исследований легли в основу создания серийных судовых газогенераторов марок Ш-6, Ш-7 и ШЦ ЦНИИ Лесосплава, которые нашли широкое распространение на судах в лесной и бумажной промышленности.

Газогенераторы Ш-6 и Ш-7 работают на полуметровых дровах, а ШЦ на дровах длиной 0,33 м.

Камеры газификации этих установок по своей конфигурации аналогичны камере, полученной в результате исследования. Отличие их состоит лишь в основных размерах, приведенных ниже (см. таблицу 2).

Таблица 2

Типы газогенератора	Размеры сторон в мм						Высота реакционного слоя, в мм
	на уровне фурм		часть		На коло-сниках		
	<i>a</i>	<i>b</i>	<i>a</i> ₁	<i>b</i> ₁	<i>a</i> ₂	<i>b</i> ₂	
ШЦ	360	360	215	215	300	300	500
Ш-6	530	400	360	230	410	280	500
Ш-7	530	610	310	330	440	550	800

Материалом для облицовки стенок камеры газификации ШЦ и Ш-6 служит огнеупорный стандартный кирпич, а для Ш-7 огнеупорные керамические плиты.

Во всех названных типах газогенераторов применяется обратный процесс газификации.

Напряженность горения, на уровне фурм камеры газификации у ШЦ—230; Ш-6—260 и Ш-7—270 кг/м².

Подвод воздуха в эти газогенераторы осуществляется по периметру камеры газификации через фурмы, расположенные в один ряд; число фурм у ШЦ—16, Ш-6—22 и Ш-7—26. Скорость циркуляции воздуха в фурмах: у ШЦ—34, Ш-6—35 и Ш-7—40 м/сек.

Воздух подвергается частичному подогреву до температуры 120°С, что благоприятно влияет на процесс газификации.

Производительность газогенераторов (по газу): ШЦ—82, Ш-6—160 и Ш-7—250 м³/час.

Отбор генераторного газа осуществляется из подколосниковой решетки (из зольника) с помощью скошенного патрубка, расположенного в центре зольника, что обеспечивает равномерный отсос газа из камеры газификации и способствует частичному очищению зольника от золы и угольной мелочи.

ИСПОЛЬЗОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Предводителей А. С., Хитрин Л. И., Цуханова О. А., Колодцев Х. И., Гродзовский М. К. — „Горение углерода“. Изд. АН СССР, 1949.
2. Мезин И. С. — „Транспортные газогенераторы“, ОГИЗ Сельхозгиз, 1948.
3. Петров Я. П. — „Пути и возможности повышения мощности газовых двигателей“, Журнал „Судостроение“ № 10, 1938.

ОГЛАВЛЕНИЕ

	Стр.
Введение	1
I. Выбор типа камеры газификации, ее конфигурации и размеров	5
II. Устройство экспериментального газогенератора	14
III. Подготовка экспериментальной установки к исследованиям и метода их проведения	19
IV. Результаты исследования основных параметров газогенератора	
1. Высота реакционного слоя	23
2. Сопротивление слоя топлива в газогенераторе	25
3. Влияние расхода газа на состав его	28
V. Практические соображения по проектированию судовых газогенераторных установок	
1. Определение производительности газогенератора и расхода топлива	29
2. Расчет камеры газификации	31
3. Определение размеров бункера	32
4. Нахождение коэффициента полезного действия газогенераторов .	33
5. Конструктивное оформление газогенераторных установок серийного выпуска, работающих на швырке (Ш-6, Ш-7 и ШЦ)	34

ОГЛАВЛЕНИЕ

	Стр.
Введение	1
I. Выбор типа камеры газификации, ее конфигурации и размеров	5
II. Устройство экспериментального газогенератора	14
III. Подготовка экспериментальной установки к исследованиям и методика их проведения	19
IV. Результаты исследования основных параметров газогенератора	
1. Высота реакционного слоя	23
2. Сопротивление слоя топлива в газогенераторе	25
3. Влияние расхода газа на состав его	28
V. Практические соображения по проектированию судовых газогенераторных установок	
1. Определение производительности газогенератора и расхода топлива	29
2. Расчет камеры газификации	31
3. Определение размеров бункера	32
4. Нахождение коэффициента полезного действия газогенераторов .	33
5. Конструктивное оформление газогенераторных установок серийного выпуска, работающих на швырке (Ш-6, Ш-7 и ШЦ)	34

ОПЕЧАТКИ

в книге Я. П. Петрова „Газификация швырка в судовом газогенераторе и определение его основных параметров“

Страница	Строка		Напечатано	Следует читать
	сверху	снизу		
4	9		газогенераторы	газогенераторные
13	—	4	a_2	a_1
32	12	—	$f_{cp} = \frac{L_B}{3600 V_n} \text{ м}^2 (13)$	$f_{cp} = \frac{L_B}{3600 V_n} \text{ м}^2 (13)$

Зак. № 1 03 Петров

3 2 4 8 -

~~8798~~

ОПЕЧАТКИ

в книге Я. П. Петрова „Газификация швырка в судовом газогенераторе и определение его основных параметров“

Страница	Строка		Напечатано	Следует читать
	сверху	снизу		
4	9		газогенераторы	газогенераторные
13	—	4	a_2	a_1
32	12	—	$f_{cp} = \frac{L_B}{3600 V_n} M^2 (13)$	$f_{cp} = \frac{L_B}{3600 V_n} M^2 (13)$

Зак. № 1 03 Петров