

ИАМИ

ПОВЫШЕНИЕ МОЩНОСТИ
ДВИГАТЕЛЯ, РАБОТАЮЩЕГО НА
ГЕНЕРАТОРНОМ ГАЗЕ, ПУТЕМ
ПИРОЛИЗА В ГАЗОГЕНЕРАТОРЕ
МОТОРНОГО ТОПЛИВА М-3

Отделение газогенераторных
и газобаллонных автомобилей

ПОВЫШЕНИЕ МОЩНОСТИ ДВИГАТЕЛЯ,
РАБОТАЮЩЕГО НА ГЕНЕРАТОРНОМ ГАЗЕ,
ПУТЕМ ПИРОЛИЗА В ГАЗОГЕНЕРАТОРЕ
МОТОРНОГО ТОПЛИВА М-3

Технический отчет № 54

Директор А. В. ОСИПЯН

Зам. директора
по научной работе Н. Н. БРЫЗГОВ

ОТДЕЛ ТЕХНИЧЕСКОЙ ИНФОРМАЦИИ

В отчёте о работе по повышению мощности газового двигателя путём пиролиза нефтепродуктов в газогенераторе изложено лабораторное исследование процесса бинарной газификации в древесно-чурочном газогенераторе НАМИ Г-78 совместно с работой двигателя ЗИС-120 на бинарном газе.

Доказана возможность одновременного протекания в газогенераторе НАМИ Г-78 процессов газификации твердого топлива и пиролиза нефтепродуктов.

В качестве нефтепродуктов применялось тяжелое жидкое топливо М-3, которое до сих пор не находит применения в транспортных двигателях.

Подача в газогенератор моторного топлива в эксплуатационных условиях должна производиться только в тех случаях, когда требуется максимальный крутящий момент двигателя (во время разгона автомобиля, преодоления затяжного подъёма, движения по тяжелой дороге и пр.).

В результате бинарной газификации получен газ, теплотворная способность (высшая) которого достигла 3400 кал/м³ вместо 1400 кал/м³ у генераторного.

При работе на бинарном газе двигатель развил 57 л. с. против 39 л. с. на генераторном газе, что составляет прирост на 46%. Удельный расход моторного топлива при этом был равен 230 г/л.с.ч.

Прирост мощности может быть доведен до 53%, но при этом значительно увеличивается расход моторного топлива.

В отчёте освещены вопросы регулирования рабочего режима двигателя при работе на бинарном газе:

- а) определение наиболее выгоднейшего расхода моторного топлива,
- б) образование газозадушной смеси,
- в) установление опережения зажигания.

Работа проведена в 1948 г.

Замечания и пожелания по публикуемым Институтом работам шлите по адресу: Москва 183. НАМИ. Отдел технической информации.

Ответственный редактор Н. Н. Брызгов

Корректор Т. И. Кустова

Л 148648. Подп. к печ. 25 июня 1949 г. Уч. изд. л. 3. Печ. л. 5³/₄. Зак. 200. Тир. 150. Цена 17 руб.

Типография НАМИ. Москва, 183, Лихоборы

ВВЕДЕНИЕ

В настоящем отчете изложен 2-й этап работы по повышению мощности двигателя посредством пиролиза нефтепродуктов в газогенераторе. Первый этап работы был завершен в 1947 г. Тогда в результате проведенного экспериментального исследования по повышению калорийности генераторного газа путем применения пиролиза нефтепродуктов в газогенераторе был получен бинарный газ, который по теплотворной способности значительно превысил генераторный. Теплотворная способность бинарного газа достигла 3150 ккал/м³. 1/ Теплотворная способность генераторного газа была равна 1300 ккал/м³. Первое опробование работы двигателя ЗИС-21 на бинарном газе показало значительный /до 50%/ прирост мощности по сравнению с работой на генераторном газе. Работа двигателя на бинарном газе отличалась устойчивостью и мягкостью. Проведенное опробование показало, что бинарный газ может быть применен, как средство одутимого повышения мощности газогенераторного двигателя. Однако кратковременность проведенного опыта не позволила окончательно оценить величину прироста мощности двигателя, его экономичность и ряд других вопросов. В силу этого на втором этапе работы были изучены следующие вопросы:

- 1/ прирост мощности двигателя при работе на бинарном газе по сравнению с его работой на генераторном газе,
 - 2/ расход жидкого топлива,
 - 3/ тепловая и механическая напряженности двигателя,
 - 4/ регулирование рабочего режима двигателя,
 - 5/ процесс бинарной газификации в газогенераторе
- НАМИ Г-78.

I. ОБОРУДОВАНИЕ ЛАБОРАТОРИИ И МЕТОДИКА ЭКСПЕРИМЕНТИРОВАНИЯ

Экспериментальное исследование поставленных вопросов производилось на двигателе ЗИС-120 с газогенераторной установкой Г-78.

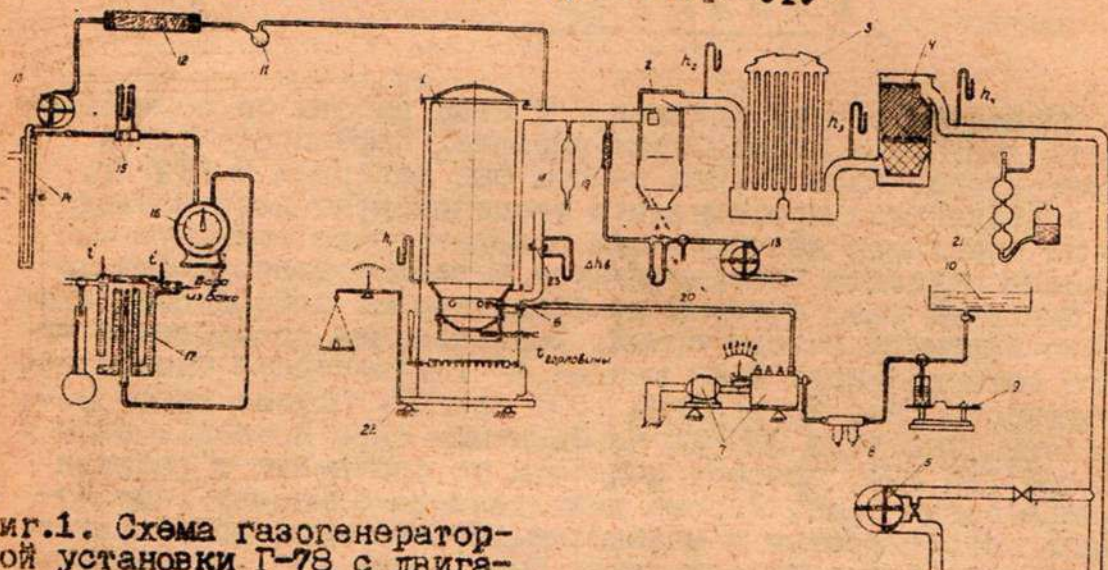
Древесно-чурочный газогенератор Г-78 является вполне удовлетворительным и по производительности удовлетворяет

- 1/ Процесс совместного протекания в газогенераторе газификации твердого топлива и пиролиза нефтепродуктов назван бинарным процессом, а газ, полученный в результате этого процесса - бинарным.

двигатель ЗИС-120.

Лабораторная установка, схема которой представлена на фиг.1, включала:

- а/ газогенератор с системой очистки и охлаждения газа,
- б/ тормозной стенд с двигателем,
- в/ аппаратуру для подачи нефтепродуктов в газогенератор,
- г/ контрольно-измерительную аппаратуру.



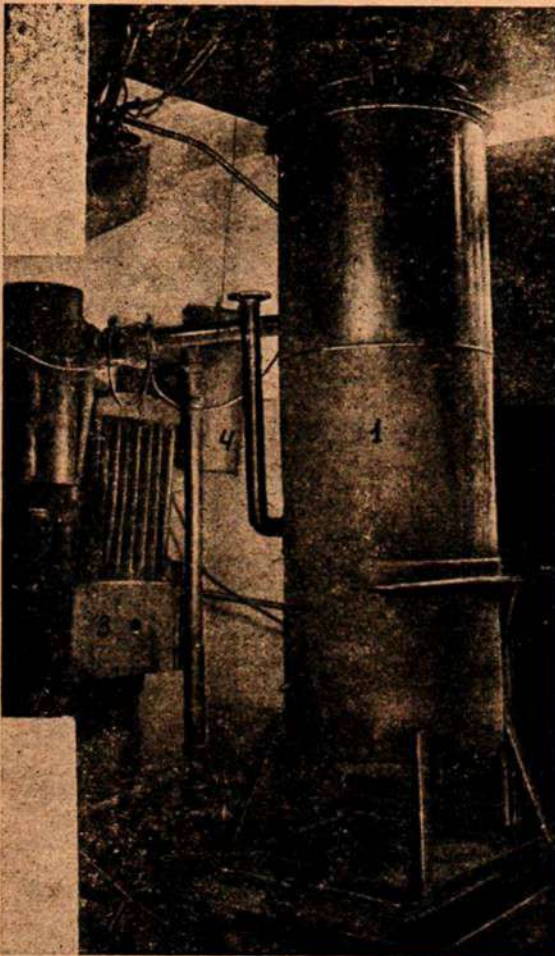
Фиг.1. Схема газогенераторной установки Г-78 с двигателем ЗИС-120 и лабораторного оборудования.

1. Газогенератор Г-78, 2. циклон, 3. охладитель, 4. фильтр газа, 5. воздуходувка, 6. распылитель жидкого топлива, 7. насос с электромотором для подачи жидкого топлива, 8. фильтр жидкого топлива, 9. весы, 10. бак для жидких нефтепродуктов, 11. отстойник конденсата, 12. фильтр газа, 13. отсасывающий насос, 14. регулятор давления, 15. диафрагмы газа, 16. газовые часы, 17. калориметр Юнкера, 18. пипетка для проб газа, 19. ватные тампоны, 20. реометр, 21. прибор для определения удельного веса газа, 22. десятичные весы, 23. диафрагма для замера расхода воздуха, 24. двигатель ЗИС-120, 25. диафрагма для замера расхода газа, 26. диафрагма для замера расхода воздуха, 27. диафрагма для замера расхода дополнительного воздуха, 28. датчик индикатора ТЛ-2, 29. индикатор ТЛ-2, 30. датчик осциллоскопа, 31. осциллоскоп фирмы Кокс.

1. Газогенераторная установка

Газогенераторная установка фиг.2 состояла из газогенератора Г-78, циклона, охладителя радиаторного типа и тонкого очистителя. Газогенератор Г-78 /фиг.3/ опрокинутого процесса горения предназначен для древесных чурок. Камера газификации

состоит из трех частей, соединенных болтами. Воздух подводится в газогенератор через пять фурм. Газогенератор снабжен колосниковой решеткой, предназначенной для увеличения времени работы газогенератора без перезарядки. Охлаждение газа осуществлялось разбрызгиванием проточной воды на охладитель, заменявшим охлаждение радиатора встречным потоком воздуха, как это имеет место на автомобиле. Тонкий очиститель был наполнен древесной стружкой.



Фиг.2. Газогенераторная установка НАМИ Г-78.

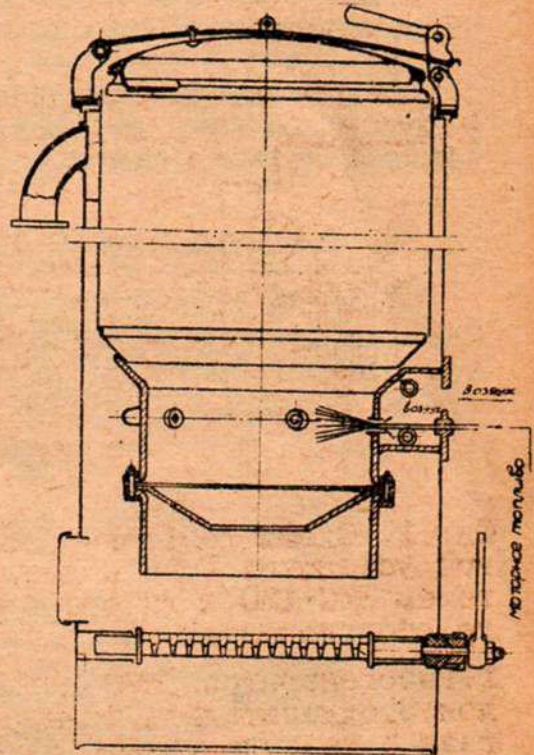
1. Газогенератор, 2. циклон, 3. охладитель, 4. очиститель.

двигателя на генераторном и бинарном газах была снята внешняя характеристика на бензине. Краткая характеристика двигателя ЗИС-120.

Тактность
Число цилиндров
Диаметр цилиндра
Ход поршня
Рабочий объем цилиндров
Степень сжатия
Максимальная мощность с карбюратором МСЗ-14 для двигателя ЗИС-120

4-тактный
6 в ряд
101,6 мм
114,3 мм
5,55 л
6,0

90 л.с. при 2600 об/мин /без регулятора/



Фиг.3. Схема газогенератора Г-78 с подводом моторного топлива.

2. Двигатель

Двигатель ЗИС-120, на котором проводились испытания, прошел в лаборатории обкатку на бензине в течение 50 часов. Для сравнения результатов работы

двигателя на генераторном и бинарном газах была снята внешняя характеристика на бензине. Краткая характеристика двигателя ЗИС-120.

Клапаны
Порядок работы цилиндров
Средние фазы газораспределения:

Нижние, односторонние
1-5-3-6-2-4

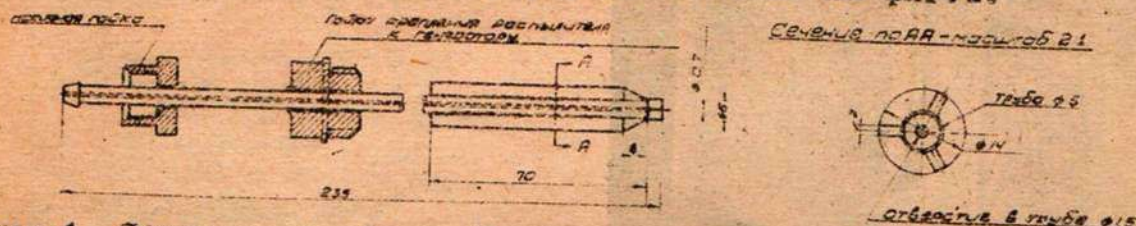
а/открытие всасывающего клапана	20°	до в.м.т.
закрытие	—	69° после н.м.т.
б/открытие выпускного клапана	67°	до н.м.т.
закрытие	—	22° после в.м.т.

Подогрев рабочей смеси Выхлопными газами.

Двигатель был соединен с гидравлическим тормозом МАИ, позволяющим замерять крутящий момент. Тормоз оборудован обычной измерительной аппаратурой.

3. Топливоподающая аппаратура

Система подачи в газогенератор нефтепродуктов включает: бак для моторного топлива, топливный фильтр, топливный насос с электромотором переменного тока /1500 об/мин/ и форсунку /см.фиг.1/. Чертеж форсунки показан на фиг.4.



Фиг.4. Форсунка в сборе. Трубка стальная толстостенная, привариваемая к ней пластинка с отверстием диаметром 0,7 мм из нержавеющей стали.

От фильтра к распылителю топливо подводится по медной трубке. Количество подаваемого в газогенератор моторного топлива изменялось перемещением рейки насоса, положение которой контролировалось шкалой.

Подача моторного топлива осуществлялась одним плунжером топливного насоса. Максимальная производительность одного плунжера достигала 10 кг/час. Для подачи более 10 кг/час работало два плунжера на один распылитель. Подача моторного топлива могла быть осуществлена любым плунжерным насосом низкого давления.

4. Контрольно-измерительная аппаратура

Контрольно-измерительная аппаратура состояла из калориметра Юнкера, электропневматического индикатора ТЛ-2, катодного осциллоскопа, прибора для определения удельного веса газа, диафрагм для замеров расхода воздуха и газа, весов для замера расхода древесных чурок и нефтепродуктов, термометров, термпар и пьезометров.

Калориметр Юнкера работал в течение каждого опыта непрерывно, причем показания его термометров фиксировались каждую минуту.

Газ для калориметра отсасывался специальным насосом. Количество сжигаемого газа замерялось газовыми часами. Постоянство напора газа, подводимого к часам, поддерживалось гидравлическим регулятором давления и контролировалось двумя диафрагмами.

Для определения наличия жидких дистиллятов нефтепродуктов в газе, газ, идущий от генератора, просасывался другим насосом через стеклянный патрон с ватным тампоном. Длина патрона 160 мм, диаметр 25 мм, вес ваты 2 грамма. Количество просасываемого газа замерялось реометром и регулировалось трехходовым краном, включенным между реометром и насосом. Количественная оценка содержания жидких дистиллятов в газе производилась взвешиванием патронов с ватными тампонами на аналитических весах.

Химический анализ газа производился на приборе ВТИ. Контрольный и более полный анализ был произведен на аппарате Штока. Определение теоретически необходимого количества воздуха для сгорания кубического метра газа производилось сжиганием газозадушной смеси над платиновой спиралью в приборе ВТИ с последующим замером кислородных остатков.

П. ПРИМЕНЯВШЕЕСЯ ТОПЛИВО

В качестве твердого топлива применялись березовые чурки абсолютной влажностью 17-23%. Использование для пиролиза в газогенераторе в первом этапе работы различных по удельному весу сортов нефтепродуктов /керосина, дизельного топлива, смеси автотоплива с дизельным топливом/ показало, что прирост теплотворной способности газа получается практически одинаковым, поэтому в проводимых испытаниях было решено перейти на более тяжелый вид топлива - моторное топливо. Моторное топливо - Мз /ГОСТ 1667-42/ представляет собой смесь дистиллятов с остатками нефтепереработки.

Исследование моторного топлива Мз в отделе топлив и масел НАМИ выявило следующие его показатели:

Удельный вес при -20°	- 0,9749
Вязкость при 20°	- 18,57
Кокс по Конрадсону	- 2,34%
Зола	- 0,04%
Цетановое число	- 47,5.

Моторное топливо является рыночным нефтепродуктом, более дешевым по сравнению с применявшимся на первом этапе испытаний. Оно применяется в тихоходных дизелях и калоризаторных двигателях низкого сжатия /нефтянки/. Неоднократные попытки применить моторное топливо в транспортных дизелях не дали положительных результатов.

III. ПРОЦЕСС БИНАРНОЙ ГАЗИФИКАЦИИ В ГАЗОГЕНЕРАТОРЕ НАМИ Г-78

В результате проведенного исследования различных способов подачи жидкого топлива в газогенератор было установлено, что подвод воздуха через все пять фурм и в одну из них жидкого топлива /см.схему на фигуре 3/ с точки зрения калорийности газа, коэффициента пиролиза, содержания в газе жидких дестиллатов и простоты осуществления является наиболее целесообразным. Поэтому подача моторного топлива в газогенератор Г-78 осуществлялась по указанному способу. Так как окончательная оценка бинарного газа производилась по мощности двигателя, то при обработке материала оценка отдельных параметров процесса бинарной газификации дана в зависимости от числа оборотов в минуту вала двигателя.

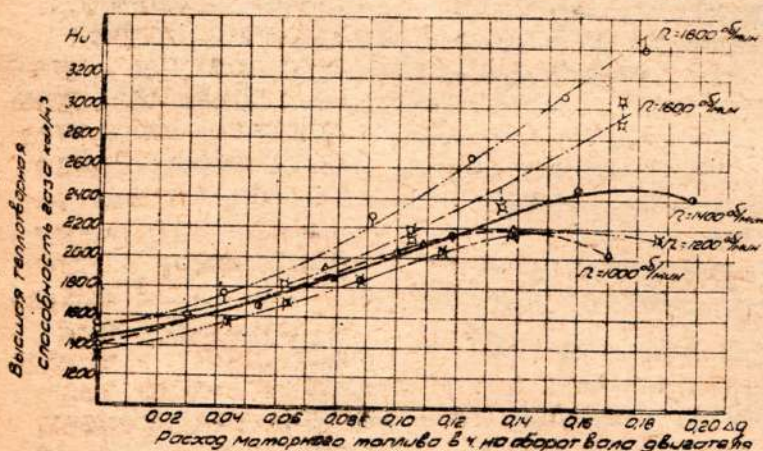
Такая оценка оказалась возможной ввиду того, что по идее экономайзерного регулирования подача жидкого топлива производилась только при полном открытии дросселя смеси, при котором каждому определенному значению оборотов вала двигателя соответствует какой-то определенный расход газа.

1. Теплотворная способность

Прирост теплотворной способности бинарного газа оценивался в зависимости от подачи моторного топлива в газогенератор в граммах на один оборот вала двигателя - Δq г/об 1/

$$\Delta q = \frac{G_H \cdot 1000}{n \cdot 60} = 16,7 \frac{G_H}{n} \text{ г/об}$$

где G_H - часовой расход моторного топлива, кг/час,
 n - число оборотов вала двигателя в минуту.

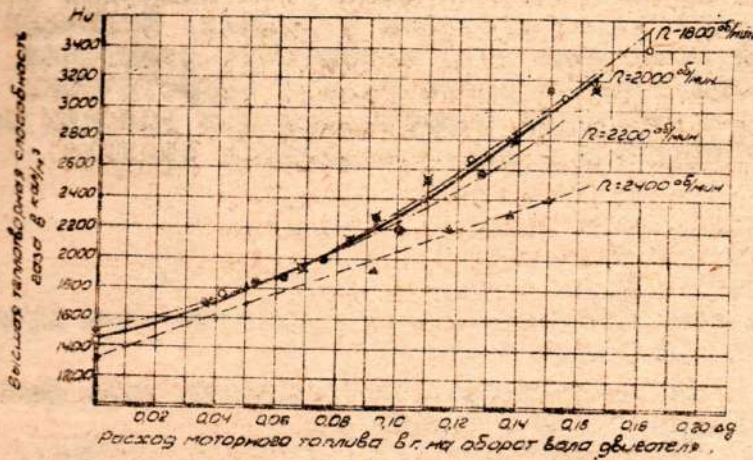


Результаты опытов, проведенных на различных числах оборотов от 1000 до 2400 в мин., представлены на фиг.5 и 6. На фиг.5 видно, что, по мере уменьшения числа оборотов в минуту, кривые $H_u = f(\Delta q)$ располагается ближе к оси абсцисс, а их максимумы наступают при меньших значениях Δq . Так, например, на 1000 об/мин перегиб кривой

Фиг.5. Изменение теплотворной способности бинарного газа в зависимости от присадки моторного топлива на оборот вала двигателя.

1/ Расходы моторного топлива в кг/час, соответствующие различным подачам в граммах на оборот вала двигателя, приведены в таблице 1.

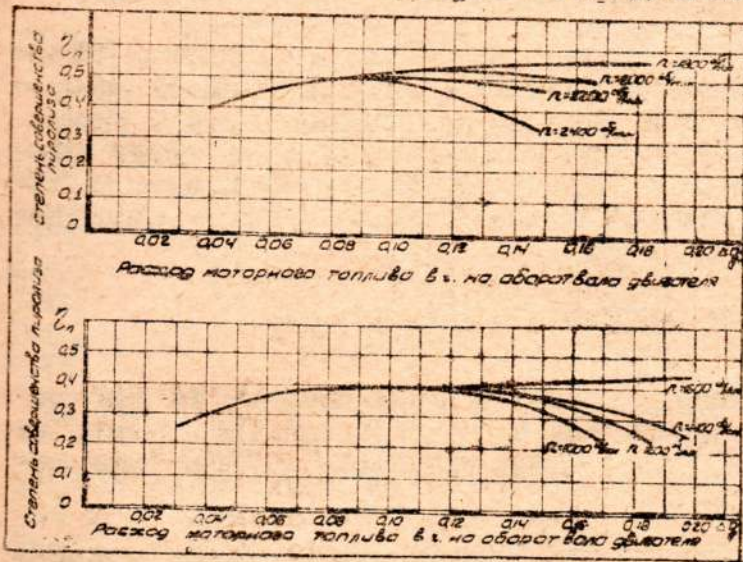
вой начинается при $\Delta q = 0,14$ г/об, на 1200 об/мин - при 0,16 г/об, а на 1400 об/мин - при 17,4 г/об. Это, по-видимому, является следствием ухудшения температурных условий процесса пиролиза.



Фиг. 6. Изменение теплотворной способности бинарного газа в зависимости от присадки моторного топлива на оборот вала двигателя.

Действительно, с понижением числа оборотов вала двигателя вследствие уменьшения отбора газа интенсивность процесса газификации, а следовательно, и температура в камере повышаются.

Для числа оборотов, превышающего 1800 в мин, наблюдается обратное явление (Фиг. 6). Кривые теплотворной способности располагаются ближе к оси абсцисс по мере увеличения скорости вращения вала двигателя. Причем в этом случае кривые не имеют максимума. С точки зрения температуры для процесса пиролиза при этих оборотах создаются более благоприятные условия, зато второй фактор, обуславливающий оптимальные условия пиролиза - время



Фиг. 7. Изменение степени совершенства пиролиза в зависимости от расхода моторного топлива на оборот вала двигателя.

пребывания пиролизуемого сырья под воздействием высоких температур, - здесь менее благоприятен. Кроме уменьшения времени на процесс пиролиза с повышением числа оборотов при $\Delta q = const$ - часовой расход моторного топлива увеличивается, вследствие чего на единицу пиролизуемого сырья приходится меньше тепла. Последнее обстоятельство вызывает ухудшение процесса пиролиза, в результате чего теплотворная способность газа понижается.

Максимальная теплотворная способность газа для всех значений Δq получилась при 1800 об/мин. Видно при этом режиме условия для протекания процесса пиролиза приближаются к оптимальным.

2. Коэффициент пиролиза

При исследовании процесса пиролиза нефтепродуктов в газогенераторе 1/ качество процесса оценивалось коэффициентом η_p , названным степенью совершенства процесса пиролиза. Величина эта представляет собой отношение действительного повышения теплотворной способности генераторного газа к теоретически возможному повышению теплотворной способности при условии полного разложения нефтепродуктов в газ без доступа воздуха.

$$\eta_p = \frac{H_u' - H_u}{H_{un} \cdot G_n}$$

где H_u' - действительная теплотворная способность газа при подаче нефтепродуктов в кал/м³, 2/
 H_u - действительная теплотворная способность газа без подачи нефтепродуктов в кал/м³,
 H_{un} - теплотворная способность нефтепродуктов в кал/кг,
 G_n - расход нефтепродуктов в кг/час,
 V_r - расход обогащенного /бинарного/ газа в м³/час.

Изменение степени совершенства процесса пиролиза в газогенераторе Г-78 для различных значений Δq на разных оборотах изображено на фиг. 7. Эти данные показывают, что с точки зрения использования подводимого топлива для всех чисел оборотов от 1000 до 2400 об/мин наилучшей является подача 0,12-0,13 г/об. Из этих соображений большая часть опытов проводилась с подачей, равной 0,12 г/об.

3. Содержание в газе жидких нефтепродуктов

Во время снятия внешних характеристик двигателя при работе на бинарном газе с присадкой 0,12 г/об производились замеры содержания в газе жидких нефтепродуктов. Результаты замеров приведены в таблице 2.

Однако, следует указать, что содержание жидкого топлива в газе по сравнению с его общим расходом невелико. Согласно табл. 2 в самом неблагоприятном случае оно достигает 13,6%. Данные таблицы говорят о значительном разбеге содержания нефтепродуктов в газе по отдельным опытам, что, повидимому, яв-

1/ См. «Повышение теплотворной способности генераторного газа путем пиролиза нефтепродуктов», НАМИ, технический отчет, архивный № 3526, 1947 г.

2/ Вследствие принятой методики непрерывного определения теплотворной способности на калориметре Бунзена ее значения получались высшими. Многократные опытные данные показывают, что разница между высшей и низшей теплотворной способностью для генераторного и бинарного газов составляет в среднем 100 калорий. Исходя из этого, при определении степени совершенства процесса пиролиза и теплотворной способности газозоудной смеси, низшая теплотворная способность газа была принята на 100 калорий меньше высшей.

Таблица 1

Часовой расход моторного топлива в кг при различных подачах на оборот вала двигателя и различных числах оборотов в минуту

Δg г/об	Обороты в минуту							
	1000	1200	1400	1600	1800	2000	2200	2400
0,15	9,00	10,80	12,60	14,40	16,20	18,00	19,8	21,60
0,12	7,20	8,64	10,08	11,52	12,96	14,40	15,84	17,28
0,10	6,00	7,20	8,40	9,60	10,80	12,00	13,20	14,40
0,08	4,80	5,76	6,72	7,68	8,64	9,60	10,56	11,52
0,06	3,60	4,32	5,04	5,76	6,48	7,20	7,92	8,64
0,04	2,4	2,88	3,36	3,84	4,32	4,80	5,28	5,76

Таблица 2

Содержание в бинарном газе паров жидких углеводородов при расходе моторного топлива 0,12 г/об.

Об/мин	Содержание жидких углеводородов в 1 м ³ газа в граммах			Среднее /за 3 опыта/ содержание жидких углеводородов в % к расходу моторного топлива
	Опыт :11/1X-48	Опыт :14/1X-48	Опыт :17/1X-48	
1000	8,9	29,3	-	19,1
1200	16,0	7,4	-	11,7
1400	20,2	9,9	11,1	13,7
1600	27,6	38,2	16,4	27,4
1800	34,1	27,2	8,0	23,1
2000	-	42,3	16,8	29,5
2200	-	-	15,3	15,3

ляется следствием изменения влажности чурок, а также положения и состояния активной зоны, куда вводится моторное топливо. Эти обстоятельства сказываются на температурном режиме, который наряду с другими факторами обуславливает процесс пиролиза.

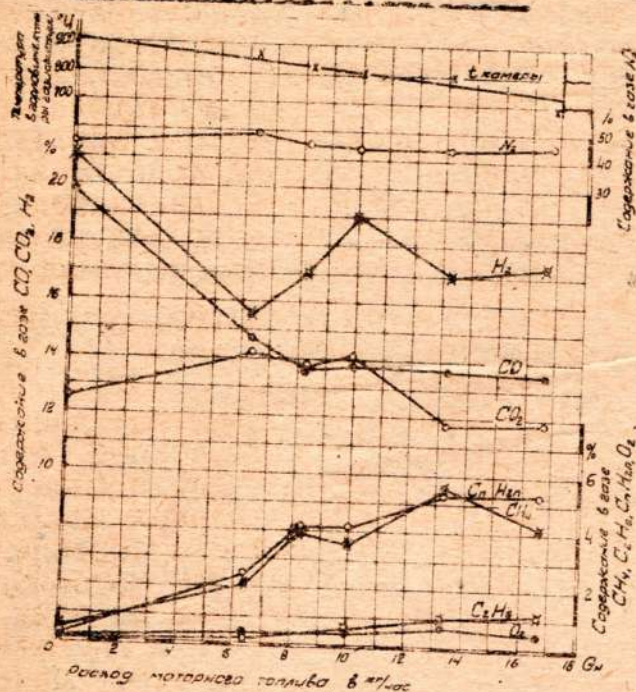
С точки зрения повышения коэффициента пиролиза, нужно стремиться к уменьшению в газе жидких нефтепродуктов. Однако, следует отметить, что при работе двигателя на бинарном газе никаких нежелательных явлений /например, детонации, дымления/ не наблюдалось. Нужно думать, что содержащиеся в газе жидкие углеводороды нормально сгорают в двигателе вместе с газом. По-видимому находящиеся в газе нефтепродукты не являются парами моторного топлива, вводимого в газогенератор, а представляют собой продукты вторичных реакций пиролиза, которые имеют место при более высоких температурах. Стремиться к уменьшению их содержания в газе по этой причине нет смысла.

Согласно опытам 11 и 14/1X количество жидких нефтепродуктов с ростом числа оборотов растет. Однако явлений детонации при работе двигателя не наблюдалось. Напротив, двигатель работал мягко и устойчиво. Возможно, что в состав этих нефтепро-

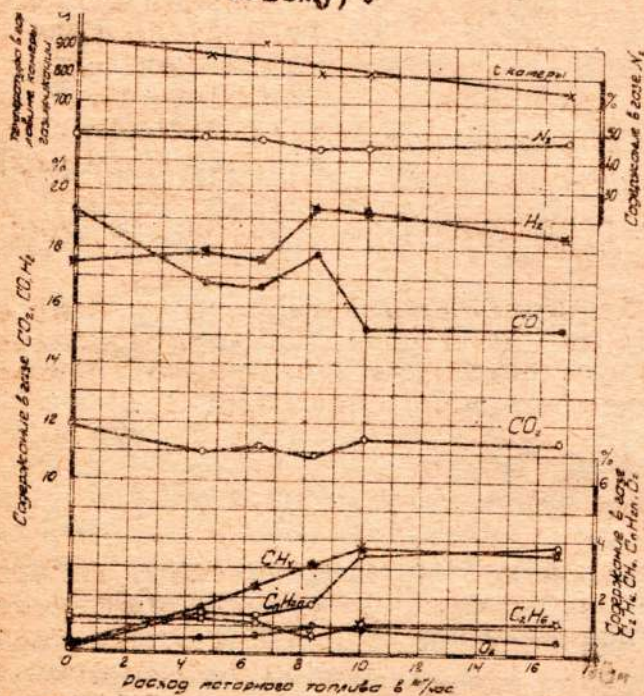
дуктов входят ароматические продукты вторичных реакций пиролиза типа бензола, толуола и ксилола.

На эти вопросы можно будет дать более полный ответ при более подробном исследовании процесса бинарной газификации.

4. Химический состав газа



Фиг. 8. Изменение химического состава газа в зависимости от расхода моторного топлива при 1400 об/мин по объему/.



Фиг. 9. Изменение химического состава газа в зависимости от расхода моторного топлива при 1800 об/м/ч по объему/.

Изменение химического состава газа в зависимости от количества подаваемого в газогенератор моторного топлива для 1400 и 1800 об/мин представлено на фиг. 8 и 9.

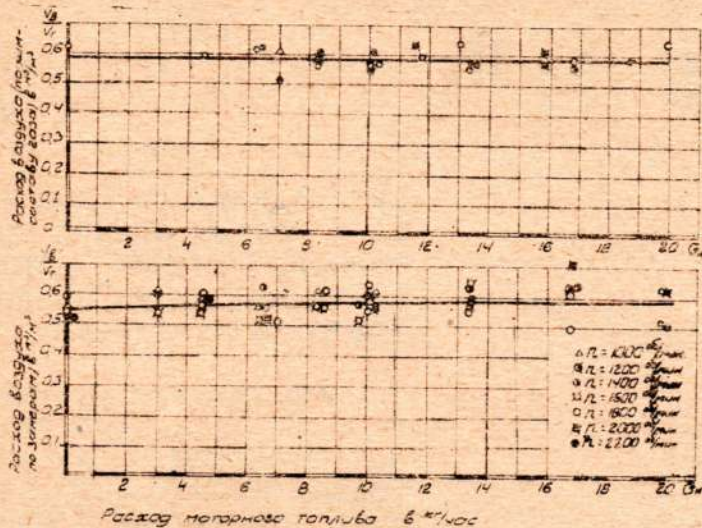
Характерным для обоих случаев является рост содержания в газе углеводородов /метана, этана и непредельных/ с увеличением подачи моторного топлива. Эти компоненты газа появляются и растут в результате пиролиза моторного топлива. Содержание в газе H_2 и CO с увеличением подачи моторного топлива несколько уменьшается по сравнению с содержанием этих компонентов в генераторном газе. Это можно объяснить уменьшением скорости течения реакции водяного газа



в связи с понижением температуры реакционного слоя во время подачи моторного топлива и его пирогенетического разложения, которое, как известно, протекает с поглощением тепла.

Падение температуры в камере газификации с ростом подачи моторного топлива можно проследить на фиг.8 и 9.

Что касается негорючих компонентов CO_2 и N_2 , то содержание их в бинарном газе остается таким же, как в генераторном и не изменяется с ростом подачи моторного топлива. Это подтверждается данными замеров расхода воздуха, потребного для образования генераторного и бинарного газов, представленными на фиг.10. Следует отметить удовлетворительную сходимость результатов по замерам дроссельными соплами расхода воздуха на образование генераторного и бинарного газов и подсчитанного расхода воздуха по химическому составу газа. Следовательно, рост содержания в газе углеводородов компенсируется уменьшением в газе H_2 и CO . Это обстоятельство также подтверждает высказанное предположение, что с ростом пиролиза моторного топлива течение реакции водяного газа ослабевает.



Опытные данные по химическому составу бинарного газа при различных числах оборотов с постоянной подачей моторного топлива на один оборот вала двигателя /0,12 г/об/ приведены в таблице 3. По данным таблицы не заметно сколько-нибудь значительного изменения химического состава газа с изменением числа оборотов. Колебания в химическом составе газа подчеркивают неравномерность протекания процессов двойной газификации, о которой уже было

Фиг.10. Расход воздуха на образование генераторного и бинарного газов по замерам и химическому составу.

сказано ранее.

Разница в теплотворной способности бинарного газа по оборотам /см.фиг.5 и 6/ при постоянной присадке моторного топлива наоборот подтверждается колебанием суммарного количества углеводородов в газе, что отражено в таблице 3.

5. Удельный вес газа

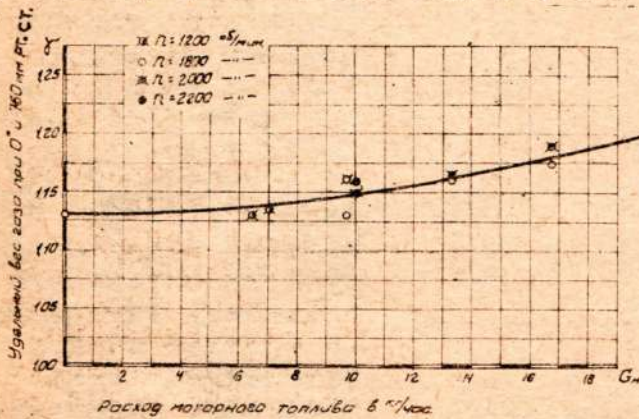
Определение удельного веса газа производилось в лаборатории во время работы двигателя на приборе типа Шиллинга методом сравнений времени истечения воздуха и испытуемого газа через калиброванное отверстие. Газ отбирался у диафрагмы 25 замера расхода газа /см.фиг.1/. Опытные данные приведены на фиг.11. Разбег точек лишний раз подтверждает недостаточную устойчивость процесса, характерную для газификации в газогенераторе. Однако, характер усредненной кривой указывает на

Таблица 3

Состав бинарного газа по данным химического анализа

Состав бинарного газа в % по объему, $\Delta \rho = 0,12$ г/об.

об/мин	непре- : сумма :		дель- : угле- :	водо- : родо- :	CO	H ₂	O ₂	CO ₂	N ₂
	CH ₄	C ₂ H ₆							
1000	3,59	0,76	3,95	8,30	15,2	15,66	0,6	12,25	47,99
1000	2,98	1,32	3,75	8,05	15,55	16,5	0,5	12,3	47,1
1200	3,16	0,45	3,55	7,16	18,65	15,94	0,6	10,95	46,7
1400	4,47	0,26	4,4	9,17	16,35	13,54	1,1	11,7	48,28
1400	3,58	0,65	4,15	8,38	13,70	18,98	0,7	14,15	44,09
1600	3,62	1,12	5,25	9,99	16,1	16,36	0,75	11,7	45,1
1600	0,79	2,67	3,97	7,43	16,93	17,45	1,68	10,85	45,66
1800	1,89	2,46	5,15	9,10	13,8	14,94	0,75	12,3	48,91
1800	1,84	2,47	5,35	9,66	13,02	15,06	0,75	12,8	48,71
2000	2,3	2,1	4,03	8,43	14,23	16,82	0,65	11,15	48,67
2200	2,75	1,37	3,65	8,77	17,3	17,59	0,65	10,63	46,06
2400	1,35	1,72	2,88	5,95	17,82	16,97	0,65	11,75	45,86



рост удельного веса газа с ростом подачи моторного топлива для различных чисел оборотов вала двигателя.

Увеличение удельного веса бинарного газа по сравнению с генераторным происходит за счет содержания в бинарном газе этана и непредельных. Значения удельного веса, взятые по кривой, дают хорошую сходимость с результатом, подсчитанным по

Фиг.11. Изменение удельного веса газа в зависимости от расхода моторного топлива.

химическому составу газа. Подсчет удельного веса генераторного и бинарного газов приведен в таблице 4.

6. Температура в камере газификации

Тепло, расходуемое на испарение моторного топлива, на нагрев его паров и их пиролиз, столь значительно, что температура газовых масс в горловине камеры газификации заметно снижается. 1/ Это было отмечено при рассмотрении химического состава газа. Данные замеров температур, которые производились термопарой, помещенной в нижней части камеры газификации /см.схему установки фиг.1/, представлены на фиг.12. Разница между температурой в камере газификации при подаче моторного топлива и температурой до подачи его увеличивается

1/ Расчет расхода тепла на пиролиз углеводородов подробно изложен в отчете см.сноску на стр.10

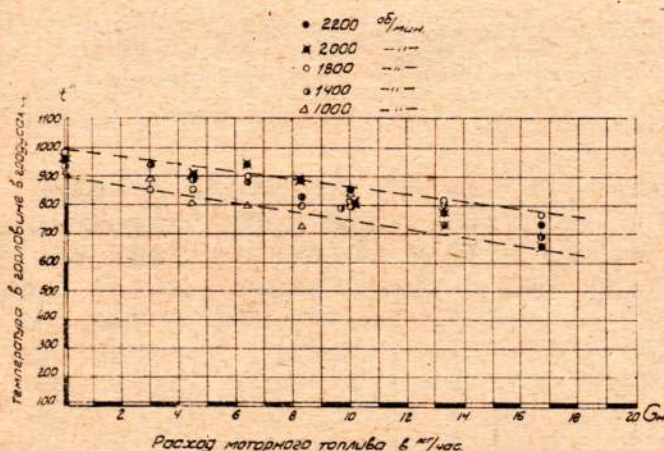
Таблица 4

Удельный вес генераторного и бинарного газов, подсчитанный по химическому составу

$$n = 1800 \text{ об/мин}, \Delta g = 0,12 \text{ г/об.}$$

Молек. вес	Компоненты газа	Удельн. вес ком-понент. при 0°C : 760 мм	Генераторный газ		Бинарный газ	
			% по составу	уд. вес	% по составу	уд. вес
30	C ₂ H ₆	1,33	1,29	1,71	1,2	1,6
50	C _n H _{2n}	2,23	0,15	0,335	3,85	0,86
32	O ₂	1,429	0,4	0,56	0,56	0,79
28	N ₂	1,251	49,15	61,5	46,55	58,5
44	CO ₂	1,977	11,9	23,4	11,4	22,4
28	CO	1,250	19,3	24,2	15,3	19,4
42	H ₂	0,0899	17,5	1,56	18,5	1,66
16	CH ₄	0,717	0,32	0,23	3,15	0,25

$\gamma = 1,125$ $\gamma = 1,154$



с увеличением подачи моторного топлива и достигает при 18 - 20 кг/час 250°C. Опасения, что столь значительное снижение температуры в камере газификации может исчерпать запас физического тепла экзотермических реакций основного газогенераторного процесса и вызвать вследствие этого появления в газе смолы, оказались напрасными. При проведении опытов в течение двух лет ни разу не было обнаружено появления

Фиг.12. Зависимость температуры в горелке камеры газификации от расхода моторного топлива при работе двигателя на различных скоростных режимах /полная нагрузка/.

смолы в газе. Следовательно, такое снижение температуры в камере при пиролизе нефтепродуктов не ухудшает основного процесса газификации древесных чурок.

7. Сопротивление реакционного слоя топлива

При проведении первого этапа данной работы в 1947 г. были отмечены случаи значительного повышения сопротивления реакционного слоя топлива при продолжительном пиролизе нефтепродуктов в газогенераторе.

Возрастание сопротивления было результатом выделения кокса, которое неизбежно при реакциях пиролиза углеводородов. Невзирая на то, что подача моторного топлива в газогенератор предполагается кратковременной, все же в 1948 г. были специально поставлены опыты по выявлению сопротивления реакционного слоя при продолжительной подаче моторного топлива в газогенератор Г-78.

Опыты дали следующие результаты. При подаче моторного топлива в течение 40 минут в количестве 10 кг/час и отборе газа 48 м³/час сопротивление реакционного слоя возросло с 30 до 90 мм водяного столба. При подаче моторного топлива в течение 53 минут с таким же расходом топлива и отбором газа - сопротивление возросло со 100 до 215 мм водяного столба.

В том и другом случае несколько качаний решетки давало падение сопротивлений до первоначальной величины. При многократной кратковременной 10 минутной подаче моторного топлива возрастания сопротивления реакционного слоя не наблюдалось. Отсутствие значительного возрастания сопротивления слоя в газогенераторе Г-78 можно объяснить большим объемом камеры газификации по сравнению с камерой, которая была использована в ранее приведенных опытах. Кроме того, на рост сопротивлений, повидимому, влияет еще и форма камеры газификации, т.к. газогенератор Г-78 обладал камерой, отличной от ранее применяемой.

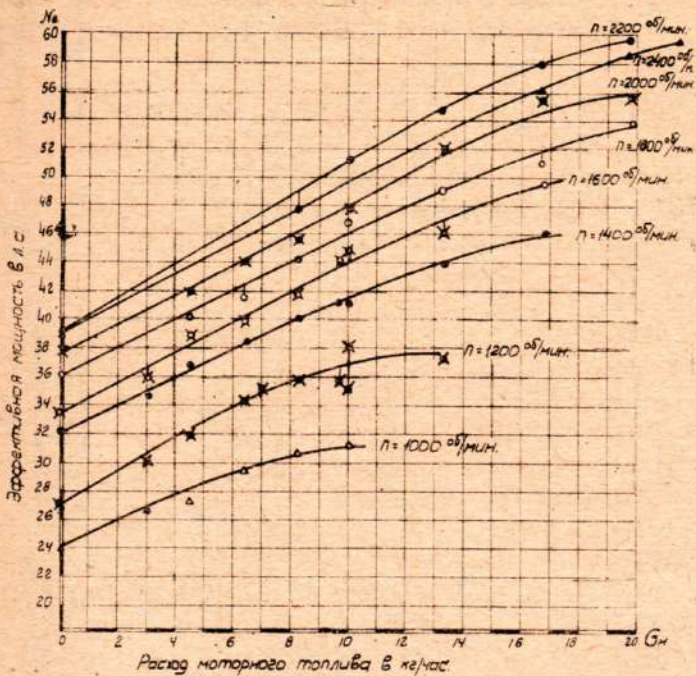
1У. ЭФФЕКТИВНАЯ МОЩНОСТЬ И ЭКОНОМИЧНОСТЬ ДВИГАТЕЛЯ

1. Эффективная мощность

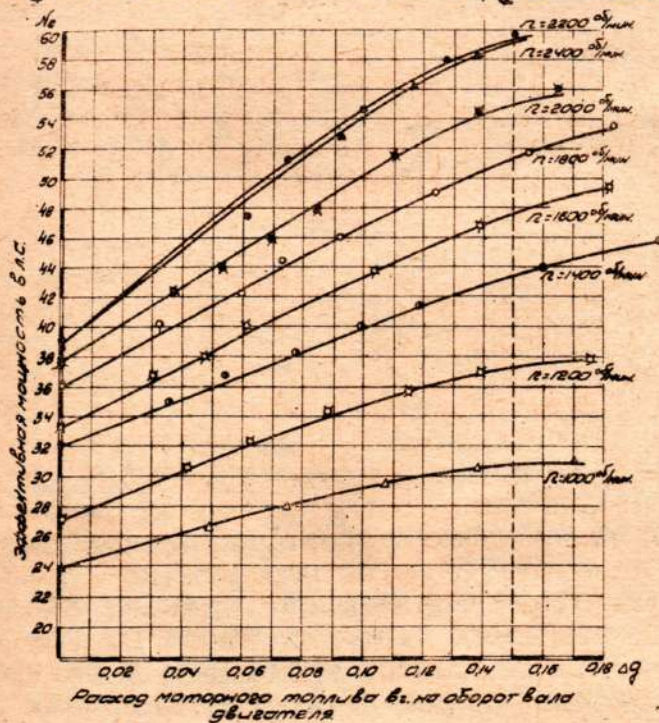
Повышение мощности газогенераторного двигателя методом пиролиза моторного топлива в газогенераторе предполагается по экономайзерному способу. Поэтому подача моторного топлива в газогенератор должна производиться в тех случаях, когда требуется максимальный крутящий момент двигателя /во время разгона автомобиля, преодоления затяжного подъема, движения по тяжелой дороге и пр./ . Во всех остальных случаях двигатель работает без подачи жидкого топлива в газогенератор. Таким образом методика, по которой производилось испытание двигателя на бинарном газе, была подожжена условием повышения мощности и сводилась к следующему: двигатель работал на генераторном и бинарном газах при полностью открытой заслонке газовой воздушной смеси; при работе двигателя на генераторном газе при заданном числе оборотов производился замер крутящего момента, после чего в газогенератор подавалось моторное топливо и по достижении установившегося режима производились замеры крутящего момента и других показателей работы двигателя. Таким образом сравниваемые показатели брались при одинаковой влажности чурок и одинаковых условиях окружающей среды. Изменяя количество вводимого в газогенератор моторного топлива, при работе двигателя с постоянным числом оборотов, получали кривую изменения эффективной мощности в зависимости от расхода моторного топлива для определенного числа оборотов двигателя. Семейство таких кривых для различных оборотов в минуту

представлено на фиг.13.

Многokратная повторяемость результатов опытов и одинаковый характер протекания кривых для всех чисел оборотов вала двигателя доказывают достоверность полученных результатов.



Фиг.13. Изменение эффективной мощности двигателя в зависимости от расхода моторного топлива при различных оборотах вала на полном дросселе.

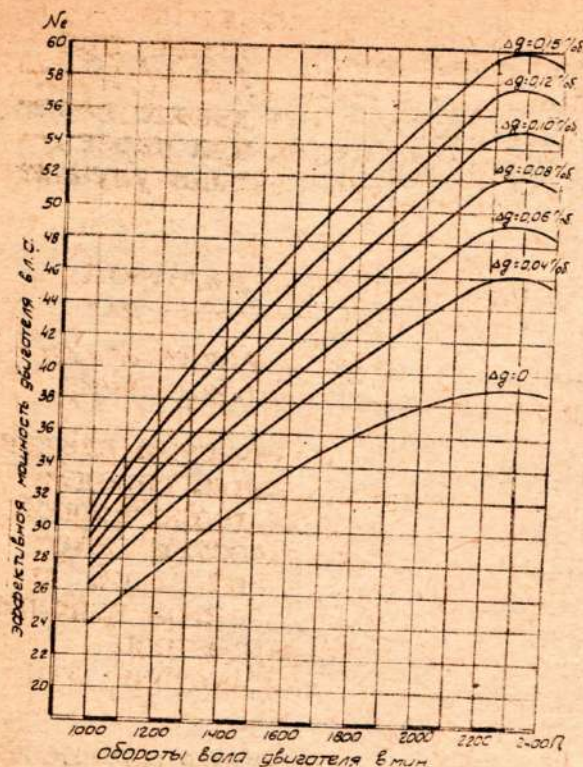


Фиг.14. Изменение эффективной мощности двигателя в зависимости от расхода моторного топлива на оборот вала при различных оборотах /полная нагрузка/.

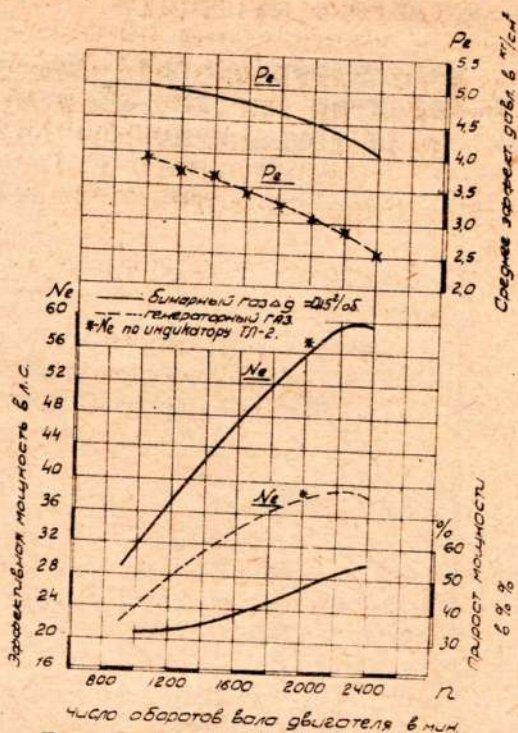
При осуществлении привода топливного насоса от двигателя расход моторного топлива будет определяться подачей на оборот вала двигателя и числом оборотов вала, поэтому при переводе двигателя с генераторного газа на бинарный удобнее оценивать прирост мощности не по абсолютному расходу моторного топлива, а по расходу его за один оборот вала двигателя. На фиг.14 представлены такие кривые. По этим кривым построены внешние характеристики двигателя для различных подач моторного топлива за один оборот вала двигателя /фиг.15/. Работая на бинарном газе с подачей 0,15 г/об при 2200 об/мин двигатель развил мощность 59,5 л.с. против 39 л.с. на генераторном газе, что составляет 153% к мощности, полученной при работе на генераторном газе /фиг.16/.

При этом же значении Δq для 1600 об/мин мощность на бинарном газе составила 143% от генераторной, а для 1000 об/мин - 129%.

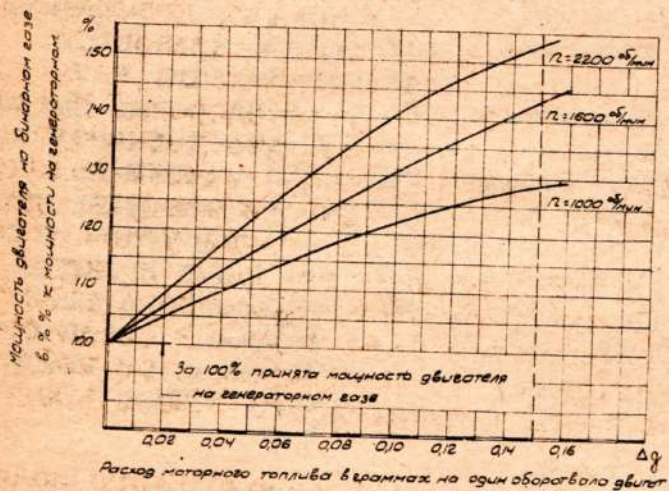
Уменьшение прироста мощности с понижением оборотов можно объяснить, главным образом, более низким коэффициентом пиролиза на малых оборотах и относительно



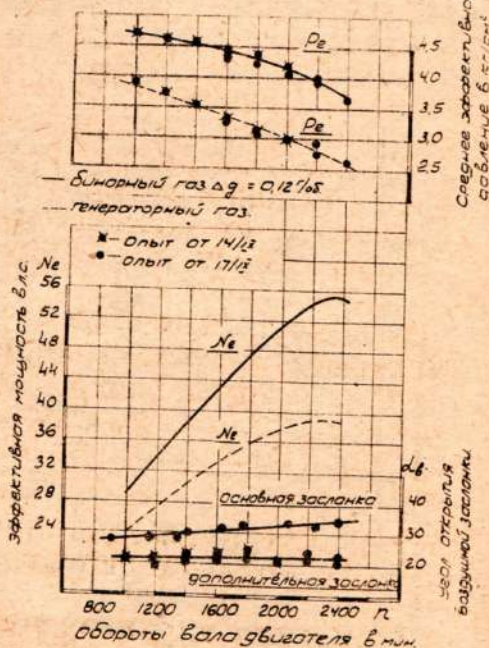
Фиг.15. Внешние характеристики двигателя ЗИС-120 / $\varepsilon = 6$ / на бинарном газе при различных подачах моторного топлива на один оборот вала двигателя.



Фиг.17. Внешние характеристики двигателя ЗИС-120 на генераторном и бинарном /0,15 г/об/ газах.



Фиг.16. Изменение прироста мощности двигателя при работе на бинарном газе в зависимости от подачи моторного топлива на оборот вала двигателя.

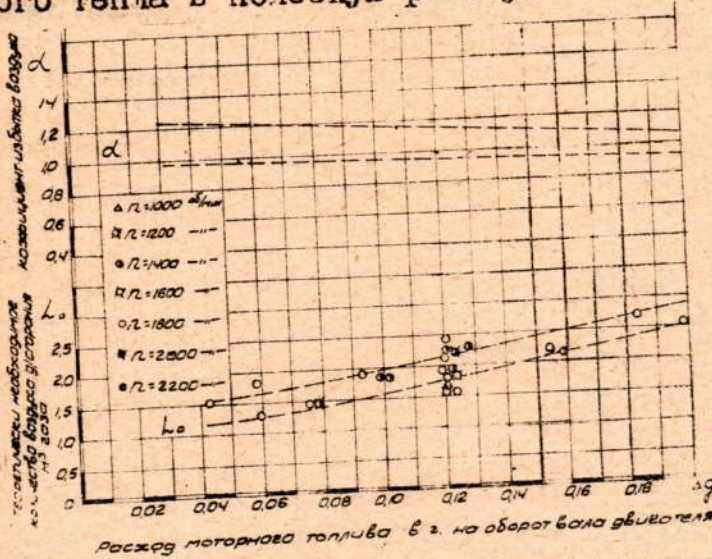


Фиг.18. Внешние характеристики по работе на генераторном и бинарном /0,12 г/об/ газах.

большими потерями тепла двигателем на этих режимах. На фиг.17 и 18 показаны внешние характеристики двигателя, при работе на бинарном газе с подачами 0,15 и 0,12 г/об.1/ Представленные на фиг.13, 17 и 18 экспериментальные данные говорят о значительном повышении мощности двигателя при переводе его с генераторного газа на бинарный, что ощутимо улучшит динамические качества автомобиля.

2. Факторы, влияющие на повышение мощности двигателя

Известно, что мощность данного двигателя зависит от количества введенного в него тепла и от степени превращения этого тепла в полезную работу.



Фиг.19. Пределы изменения теоретически необходимого количества воздуха для сгорания 1 м³ газа, коэффициентов объемного смешения и избытка воздуха в зависимости от расхода жидкого топлива на оборот вала двигателя.

дов значительно больше, чем для сгорания водорода и окиси углерода /основных горючих компонентов генераторного газа/. Отсюда следует, что для образования газовой смеси бинарного газа с воздухом требуется большее количество воздуха, чем для газовой смеси генераторного газа с воздухом.

Действительно, значения теоретически необходимого количества воздуха для сгорания одного м³ газа /L₀/, полученные

1/ Внешняя характеристика с подачей 0,12 г/об получена не по данным фиг.14, а путем непосредственного снятия ее на двигателе. Расход моторного топлива, соответствующий 0,12 г/об, для различных оборотов устанавливался изменением положения рейки насоса согласно тарировочной кривой. Небольшое расхождение в мощности при работе на бинарном газе между кривыми Ne на фиг.15 и 18 можно объяснить различной влажностью чурок, а также возможно недостаточно точной установкой рейки насоса при снятии характеристики.

Количество введенного тепла определяется теплотворной способностью газовой смеси и коэффициентом наполнения двигателя.

Рассмотрим эти факторы.

а/ Теплотворность газовой смеси

Данные химического анализа бинарного газа /табл.3/ показывают, что компонентами, повышающими его теплотворную способность, являются углеводороды. Известно, что количество теоретически необходимого воздуха для сгорания углеводоро-

опытным путем на приборе ВТИ и показанные на фиг.19, подтверждают высказанное соображение. Кроме того, кривая показывает, что с увеличением подачи моторного топлива на оборот вала двигателя, теоретически необходимое количество воздуха для сгорания m^3 газа увеличивается.

Этого следовало ожидать, т.к. с увеличением Δg увеличивается количество углеводородов в газе /см.фиг.8 и 9/. Полученные значения L_0 имеют вследствие непостоянства процесса пиролиза большой разбег, поэтому на фиг.19 двумя кривыми показаны пределы изменения L_0 . Для проверки полученных опытных данных был сделан подробный химический анализ бинарного газа / $\Delta g = 0,15$ г/об при 1600 об/мин/ на аппарате Штока, по которому были подсчитаны теплотворность газа и L_0 . Данные анализа и результаты подсчета L_0 , сведенные в таблицу 5, дают хорошую сходимость со значениями H_u и L_0 , полученными опытным путем.

Таблица 5

Данные химического анализа бинарного газа / $\Delta g = 0,15$ г/об, 1600 об/мин/

		Химический состав газа в % по объему							
		CO	CH ₄	C ₂ H ₄ + +C ₂ H ₆	C ₃ H ₆ + +C ₃ H ₈	C ₄ H ₈ + +C ₄ H ₁₀	H ₂	CO ₂	N ₂
		13,01	3,77	1,95	1,12	1,86	18,69	11,1	48,5
H_u	кал	2960	9230	15500	21700	28600	2960		2365
	$\frac{\text{кал}}{\text{м}^3}$	385	346	303	241	535	555		
L_0	$\frac{\text{м}^3}{\text{м}^3}$	2.38	9.52	15.0	22.0	29.0	2.38		1.987
	$\frac{\text{м}^3}{\text{м}^3}$	0310	0358	0291	0246	0540	0242		

Примечание: Числители представляют собой значения H_u и L_0 для 1 м³ каждого из перечисленных компонентов газа, а знаменатели значения H_u и L_0 для указанных в таблице объемных долей этих компонентов.

Теплотворная способность газозвушной смеси определяется выражением

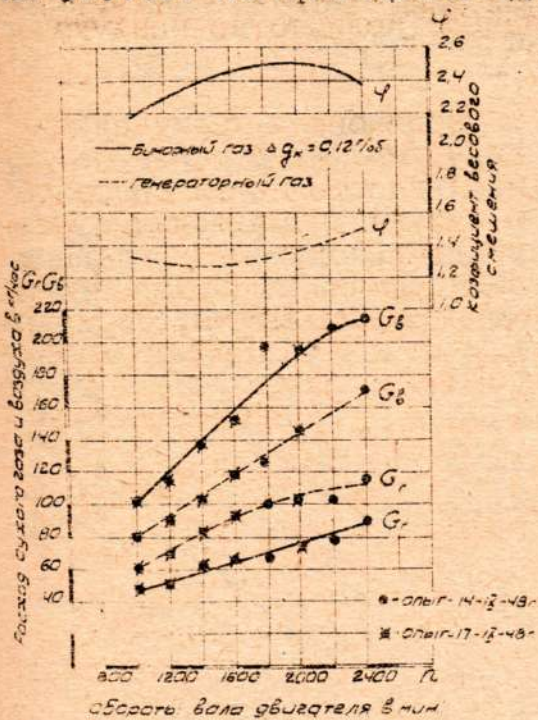
$$h_H = \frac{H_u}{1 + \alpha L_0} \frac{\text{кал}}{\text{м}^3}$$

- где h_H - теплотворная способность газозвушной смеси, кал/м³,
 H_u - теплотворность газа, кал/м³,
 α - коэффициент избытка воздуха,
 L_0 - количество теоретически необходимого воздуха в м³, для сгорания 1 м³ газа, - м³/м³.

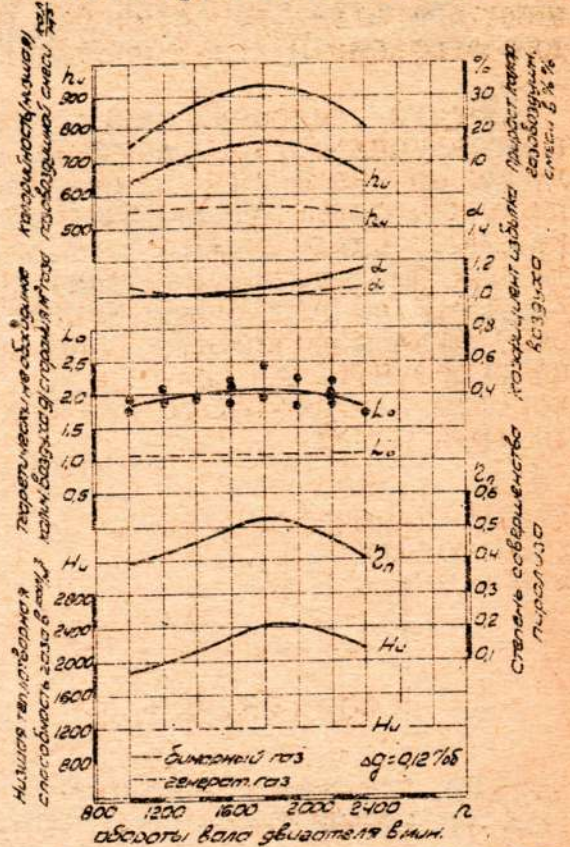
Произведение αL_0 в этом выражении представляет собой действительное количество воздуха, израсходованное на сгорание 1 м³ газа.

По опытным данным часовых расходов сухого газа, воздуха /фиг.20/ и теплотворной способности газа была подсчитана

теплотворная способность газовой смеси, представленная на фиг.21. По приведенным данным теплотворная способность сме-



Фиг.20. Изменение расхода газа, воздуха и коэффициента весового смешения по оборотам при работе двигателя на генераторном и бинарном газах.



Фиг.21. Изменение теплотворной способности генераторного и бинарного газов, газовой смеси, степени совершенства пироллиза и коэффициента избытка воздуха по оборотам вала двигателя.

си бинарного газа с воздухом превышает теплотворную способность смеси генераторного газа с воздухом на 15-33%. Такая разница является довольно значительной, поэтому теплотворная способность газовой смеси, как фактор, влияющий на повышение мощности двигателя, из числа перечисленных выше, следует считать основным.

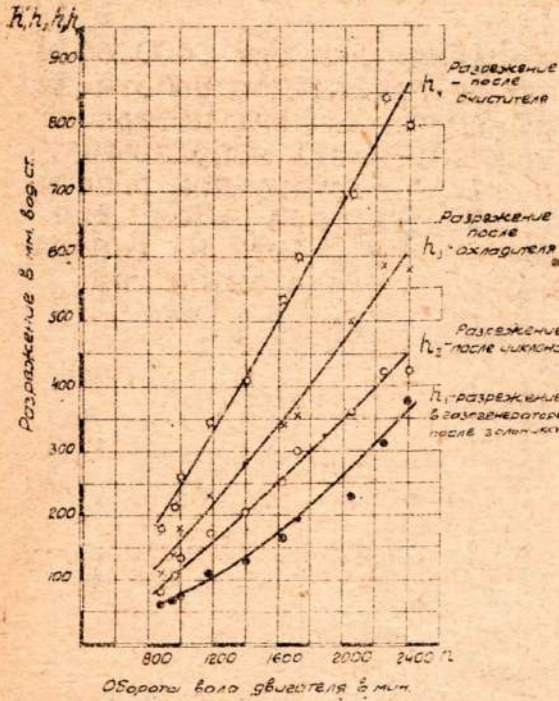
Теплотворная способность газовой смеси бинарного газа с воздухом зависит от протекания процесса бинарной газификации в газогенераторе, поэтому характер изменения ее по оборотам аналогичен с характером протекания кривой степени совершенства процесса пироллиза.

По данным действительного αL_0 и теоретически необходимого L_0 количества воздуха для сгорания 1 м³ газа был также подсчитан коэффициент избытка воздуха при работе двигателя на генераторном и бинарном газах /фиг.21/.

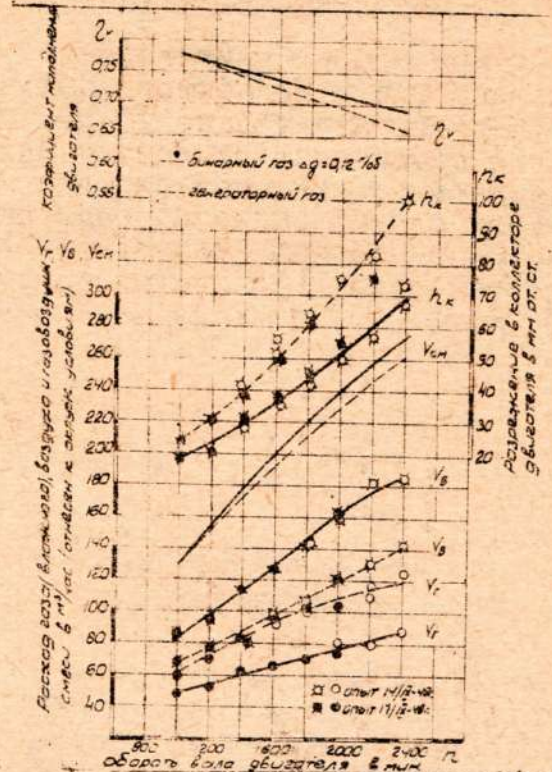
б/ Наполнение двигателя

Известно, что при работе на генераторном газе наполнение двигателя кроме прочих факторов, зависит от разрежения, создаваемого газогенераторной установкой. На фиг.22 показано изме-

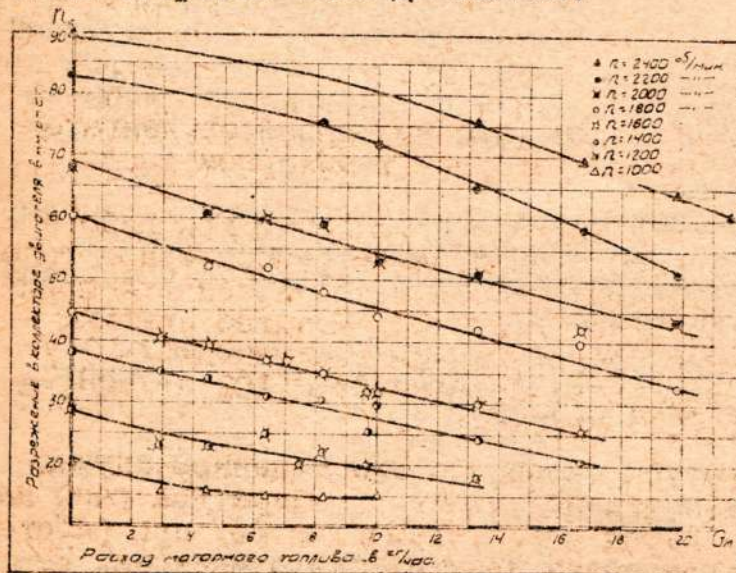
нение сопротивления газогенераторной установки и ее элементов по оборотам. По этим данным видно, что с уменьшением числа оборотов вала двигателя или с уменьшением расхода газа сопротивление газогенераторной установки уменьшается.



Фиг. 22. Изменение сопротивления элементов газогенераторной установки в зависимости от числа оборотов вала двигателя.



Фиг. 24. Изменения разрежения в коллекторе, расхода газа, воздуха, смеси и коэффициента наполнения по оборотам при работе двигателя на бинарном и генераторном газе.



Фиг. 23. Изменение разрежения в коллекторе двигателя в зависимости от расхода моторного топлива при различных оборотах вала двигателя /полная нагрузка/.

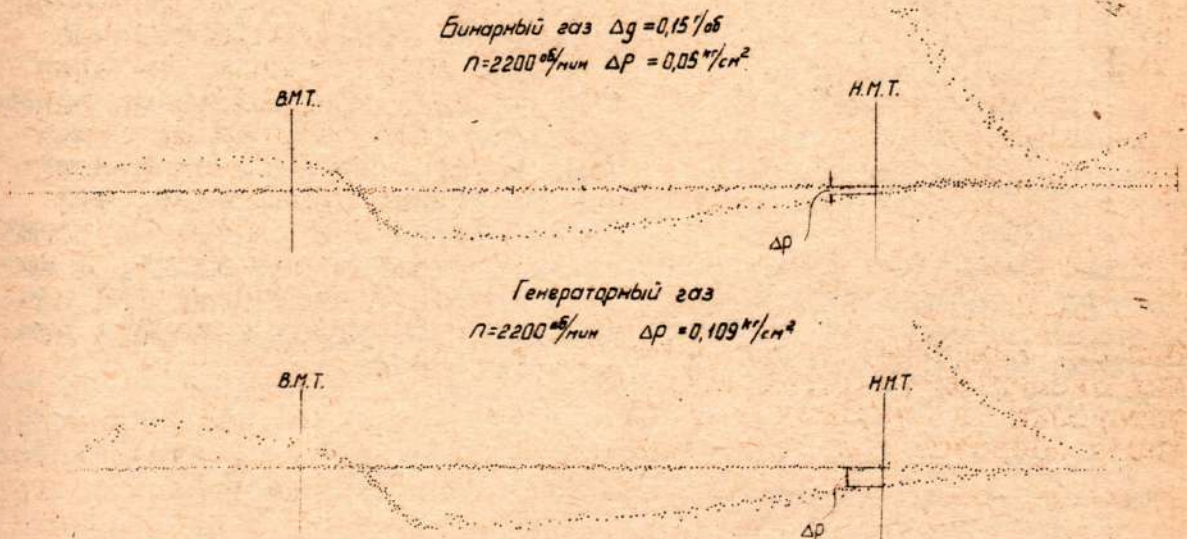
Из материала, изложенного в п. 2 "Теплотворная способность газозвушной смеси", следует, что при работе двигателя на бинарном газе расход газа меньше, чем на генераторном и тем меньше, чем больше расход моторного топлива. Это подтверждается данными фиг. 23, на которой показано, как меняется разрежение во всасывающем коллекторе двигателя для разных

чисел оборотов с изменением подачи моторного топлива. Из этого следует, что с увеличением подачи моторного топлива на оборот вала двигателя вследствие большего расхода воздуха для обра-

зования газовой смеси, разрежение в коллекторе падает.

На фиг. 24 представлены опытные данные изменения разрежения во всасывающем коллекторе двигателя по оборотам при работе на бинарном $0,12$ г/об/ и генераторном газе.

При работе двигателя на генераторном газе при 2400 об/м разрежение в коллекторе было 100 мм рт.ст., а при работе на бинарном газе только 70 мм. Следствием уменьшения потерь на ходе всасывания явилось увеличение коэффициента наполнения двигателя, как это показано на фиг. 24.1. Поэтому при работе двигателя на бинарном газе расход газовой смеси для 2400 об/мин был 276 м³/час, вместо 262 при работе на генераторном газе, что составляет увеличение расхода смеси на $5,3\%$.



Фиг. 25. Диаграммы насосных ходов рабочего процесса двигателя при работе на генераторном и бинарном газе.

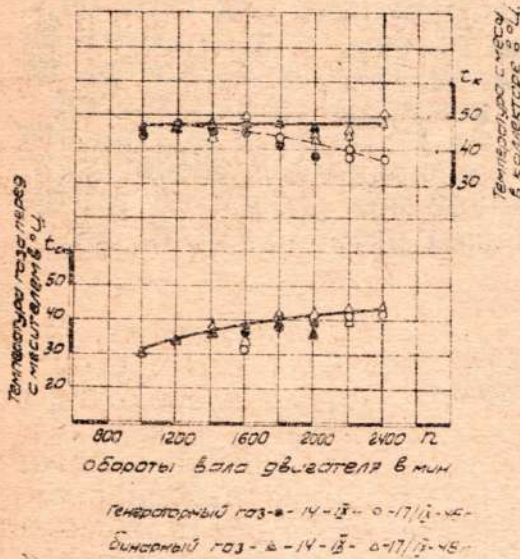
Уменьшение сопротивлений на ходе всасывания при работе на бинарном газе по сравнению с работой на генераторном газе наглядно показано на диаграммах насосных ходов, снятых индикатором ТЛ-2 со слабой пружиной /фиг. 25/. Масштаб пружины 1 кг/см² = 60 мм. Величина сопротивления всасывания Δp при работе на генераторном газе, составляет $0,109$ кг/см², а на бинарном газе только $0,05$ кг/см².

Что касается температуры смеси, то она в данном случае на наполнение двигателя почти не влияет. Температура газа на всем диапазоне оборотов перед смесителем /фиг. 26/ при работе на бинарном и генераторном газе практически одинакова. Небольшое понижение температуры смеси в коллекторе с увеличением числа оборотов при работе на генераторном газе происходит, повидимому, вследствие испарений капельной влаги, содержащейся в генераторном газе.

1/ Коэффициент наполнения подсчитан по смеси воздуха с влажным газом и отнесен к условиям окружающей среды.

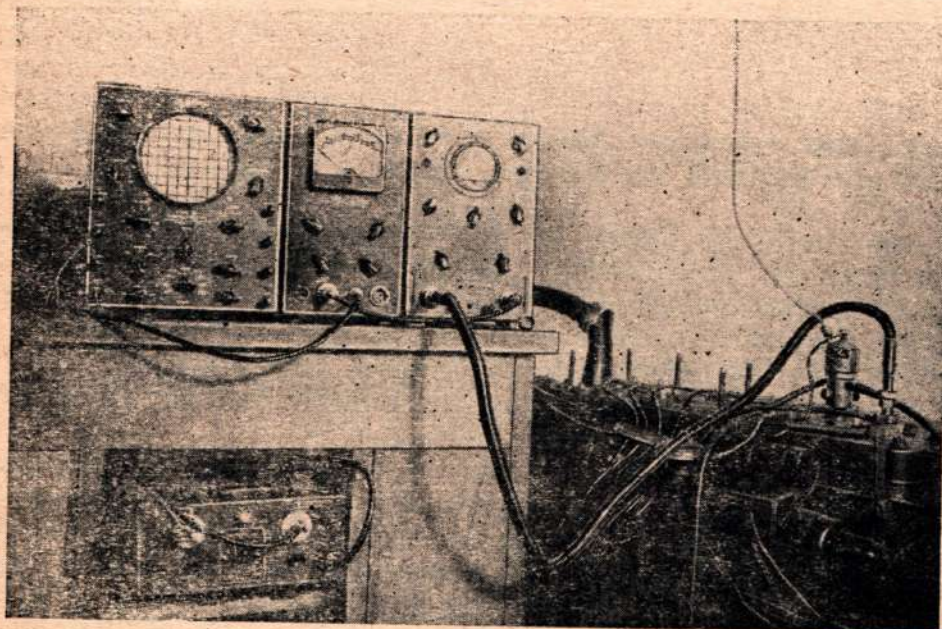
в/ Скорость повышения давления

Для выявления различия в характере протекания рабочих процессов при работе на генераторном и бинарном газах, были сняты осциллограммы рабочих процессов с помощью катодного осциллоскопа /фиг.27/.



Фиг.26. Изменение температуры газа и газозвушной смеси по оборотам при работе на бинарном /0,12 г/об/ и генераторном газах.

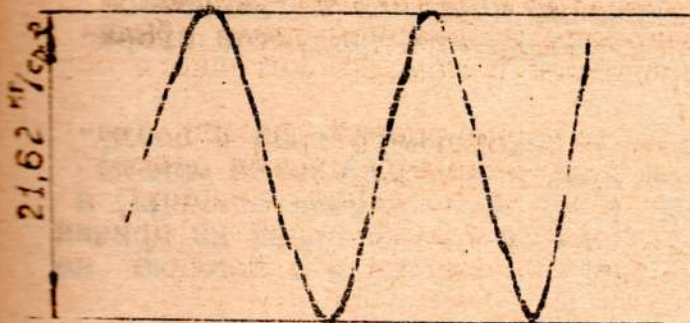
Пьезокварцевый датчик был ввернут в камеру сжатия шестого цилиндра и соединялся с усилителем при помощи экранированного кабеля с высокой изоляцией. Масштаб диаграмм /фиг.28/ определялся включением эталонного напряжения, отсчитываемого по шкале усилителя при выключенном датчике. На фиг.29 показаны две осциллограммы рабочих процессов двигателя, сфотографированные с экрана осциллоскопа на один кадр, 1/ одна при работе на генераторном газе, другая на бинарном. Фотография рабочих процессов отчетливо показывает, что линии сжатия при работе на обоих газах полностью совпадают, и начало сгорания наступает при одних и тех же углах поворота коленчатого вала.



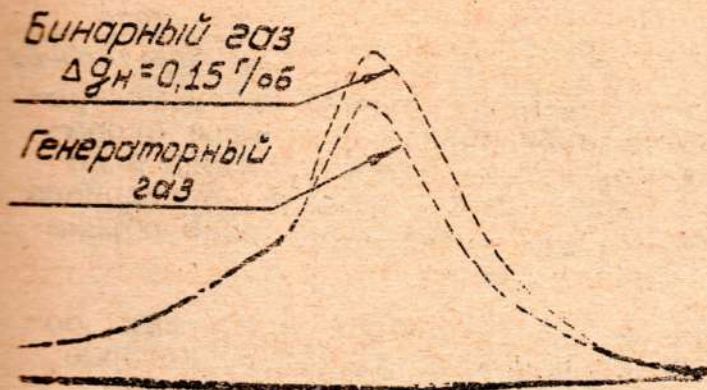
Фиг.27. Осциллоскоп и монтаж датчика на двигателе.

1/ Ввиду того, что по техническим причинам при совмещении осциллограмм не удавалось получить отметки верхней мертвой точки, осциллограмма с отметкой в.м.т. была снята отдельно /фиг.30/.

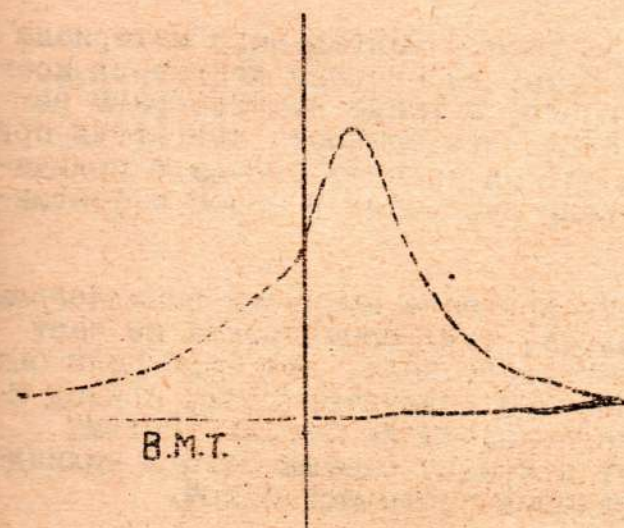
Из рассмотрения линий сгорания видно, что при работе двигателя на бинарном газе максимальное давление в цилиндре выше, чем на генераторном, и оно на обеих осциллограммах соответствует одному и тому же углу поворота коленчатого вала. Из этого следует, что при работе на бинарном газе скорость повышения давления больше, чем на генераторном, вследствие чего степень использования тепла, вводимого в цилиндр двигателя, повышается.



Фиг. 28. Масштаб осциллограмм.



Фиг. 29. Совмещение диаграмм рабочих процессов двигателя при работе на генераторном и бинарном газах при 1400 об/мин.



Фиг. 30. Осциллограмма рабочего процесса с отметкой верхней мертвой точки.

Действительно, если считать, что процесс сгорания происходит по смешанному циклу, то осциллограмма рабочего процесса на бинарном газе больше приближается к теоретическому циклу Отто, чем осциллограмма при работе на генераторном газе, и поэтому степень использования тепла при работе на бинарном газе выше, чем на генераторном. Это подтверждается также характером протекания линий расширения, свидетельствующим, что при работе на бинарном газе догорание на линии расширения меньше, чем при работе на генераторном, т.е. показатель политропы расширения n_2 бинарн. $> n_2$ генераторн.

μ / Коэффициент молекулярного изменения

$$\mu_0 = \frac{M_2}{M_1} = \frac{M_1 + \Delta M}{M_1}$$

где μ_0 - коэффициент молекулярного изменения,

M_1 - число молей горючей смеси до сгорания одного кг газа,

M_2 - число молей продуктов сгорания одного кг газа,

ΔM - изменение числа молей свежей смеси при сгорании.

При сгорании бензиново-воздушной смеси коэффициент молекулярного изменения больше единицы, т.к. ΔM - величина положительная. Это способствует увеличению полезной механической работы в цилиндре двигателя при расширении продуктов сгорания.

В результате сгорания смеси генераторного газа с воздухом количество молей продуктов сгорания оказывается меньше количества молей свежей смеси, т.е. M_0 - меньше единицы, а ΔM - величина отрицательная, что является одной из причин уменьшения мощности двигателя при его переводе с бензина на генераторный газ.

Для газообразного топлива величина ΔM может быть написана следующим образом

$$\Delta M = -0,5(CO + H_2) + \frac{n+2}{2} C_n H_{2n} + \frac{n+1}{2} C_n H_{2n+2} \frac{\text{кг. моль.}}{\text{кг. моль топлива}}$$

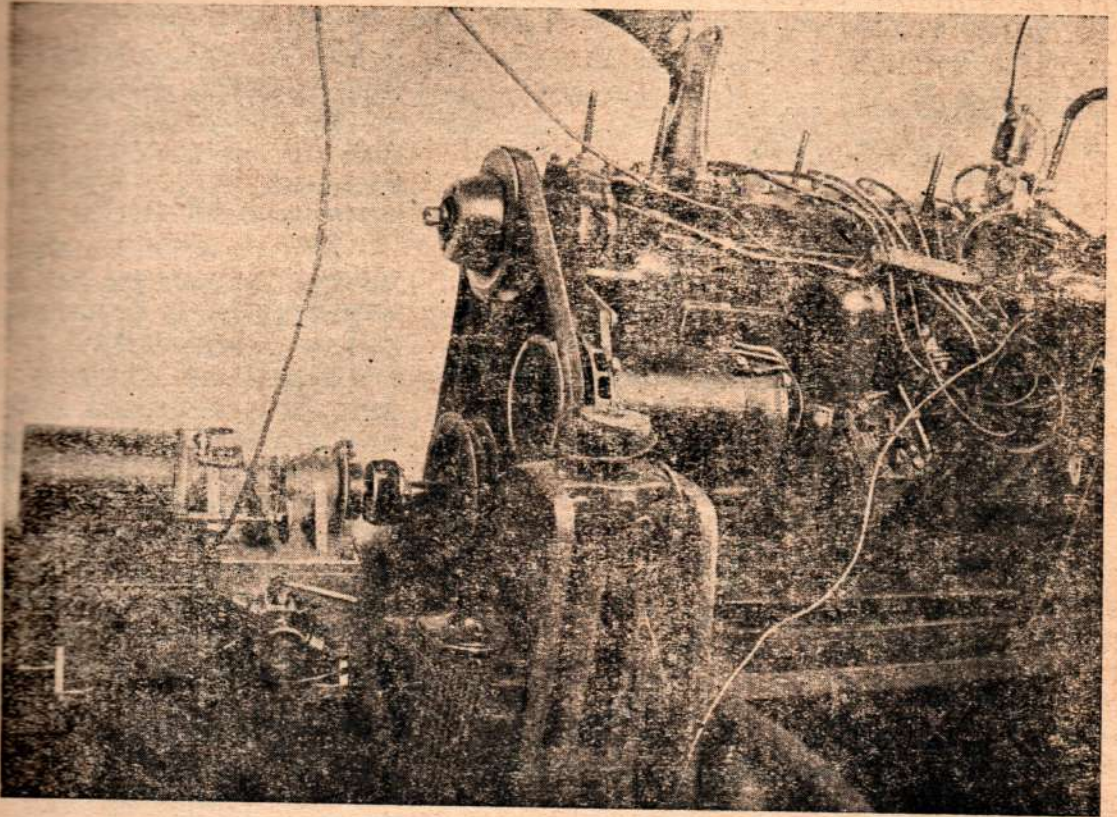
Из этого выражения видно, что при сгорании окиси углерода и водорода происходит уменьшение объема продуктов сгорания против объема свежей смеси, а т.к. окись углерода и водород являются основными горючими компонентами генераторного газа, то вполне понятно почему происходит уменьшение объема при сгорании генераторного газа.

Бинарный газ отличается от генераторного, во-первых, содержанием предельных и непредельных углеводородов, которые, как видно из выражения для ΔM , дают увеличение объема продуктов сгорания, и, во-вторых, меньшим содержанием окиси углерода и водорода, что приводит к уменьшению первого члена этого выражения. Из этого следует, что при работе на бинарном газе имеет место увеличение величины ΔM , способствующее повышению мощности двигателя.

Таким образом, из анализа экспериментального материала по теплотворной способности газа, наполнения двигателя, коэффициента молекулярного изменения, а также осциллограмм рабочих процессов двигателя видно, что мощность двигателя при работе на бинарном газе повышается за счет большего количества тепла, вводимого в цилиндр двигателя и более эффективного его использования.

Для количественной оценки прироста мощности осциллограммами воспользоваться не удалось, т.к. осциллоскоп не дает масштаба углов поворота коленчатого вала. Для этой цели был использован электропневматический индикатор ТЛ-2, привод к которому и установка датчика показаны на фиг. 31. Датчик мембранного типа был ввернут в камеру сжатия пятого цилиндра через кран, который охлаждался проточной водой.

Индикаторные диаграммы, снятые электропневматическим индикатором, представлены на фиг. 32. Разброс точек на линии сгорания и в начале линии расширения на диаграммах не является причиной плохой работы прибора, а лишь следствием отсутствия идентичности протекания процессов сгорания отдельных циклов из-за непостоянства состава газовой смеси и характера ее сгорания в цилиндре. Подтверждением этого служат осциллограммы рабочих процессов, помещенные на фиг. 33. Эти



Фиг.31. Установка индикатора ТЛ-2 и датчика.

ВМТ

Генераторный газ

$n=2000 \text{ об/мин}$ $P_{\text{max}}=21,8 \text{ кг/см}^2$



ВМТ

Бинарный газ $\Delta g=0,15\%$

$n=2000 \text{ об/мин}$ $P_{\text{max}}=27,1 \text{ кг/см}^2$



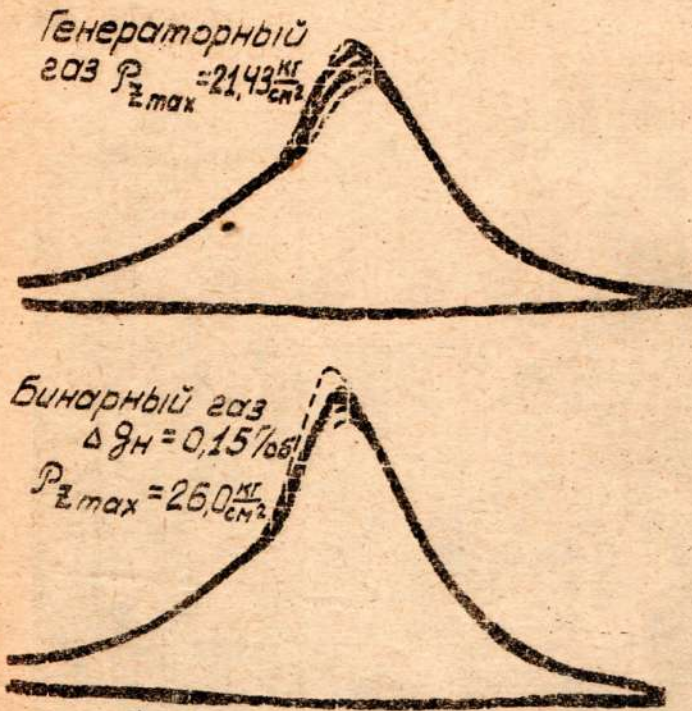
Фиг.32. Индикаторные диаграммы рабочих процессов двигателя при работе на генераторном и бинарном газах.

Осциллограммы были получены фотографированием с экспозицией, равной 10-12 рабочим циклам в отличие от осциллограммы, полученной при экспозиции, равной времени одного цикла /фиг.30/. Перестроенные по ходу поршня индикаторные диаграммы /фиг.32/ показаны на фиг.34.

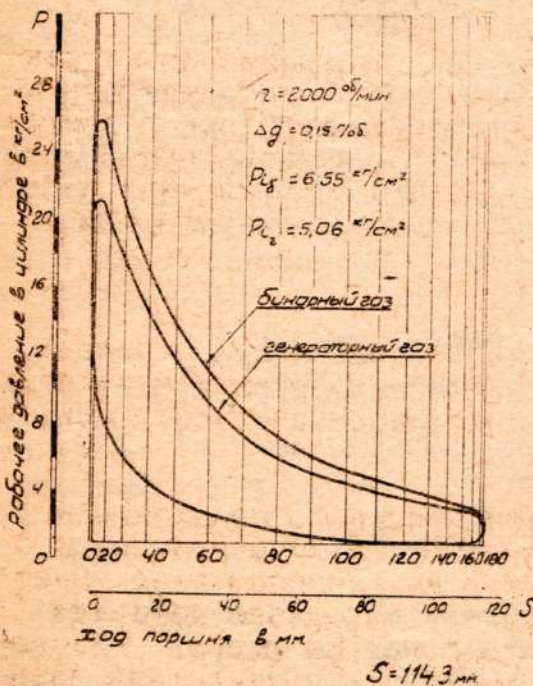
Для определения среднего эффективного давления были использованы экспериментальные данные по затрате мощности на прокручивание двигателя ЗИС-120, полученные в лаборатории отдела двигателей /фиг.35/. Среднее эффективное давление на бинарном газе получилось равным 4,65, на генераторном -

3,16 кг/см². Подсчитанная по этим данным мощность показана звездочкой на соответствующей внешней характеристике, приведенной на фиг.17.

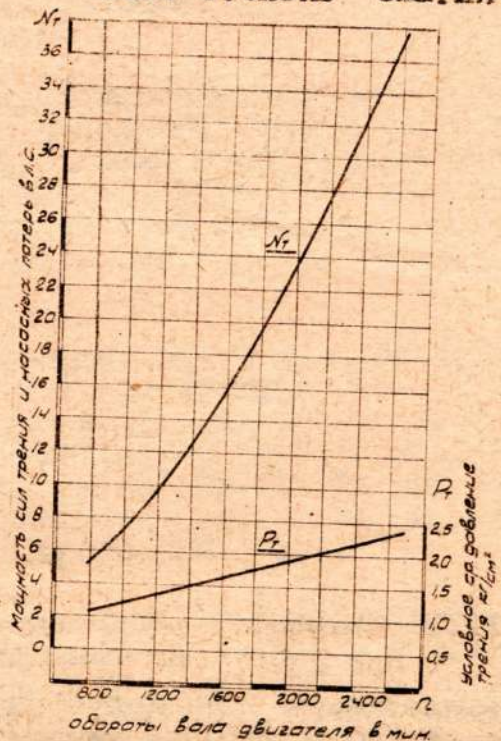
Для сравнения полученной мощности на генераторном и бинарном газах с мощностью, развиваемой на бензине, на фиг.36 приведены внешние характеристики двигателя при работе на перечисленных топливах. Из представленных характеристик видно, что максимальная мощность двигателя, полученная при работе на генераторном газе, была равна при 2300 об/мин 39 л.с., что составляет только 46% от мощности на бензине, а при 1000 об/мин она составила 64% от бензиновой. Степень сжатия



Фиг.33. Непостоянство процессов сгорания в двигателе при работе на генераторном и бинарном газах при 2000 об/мин.



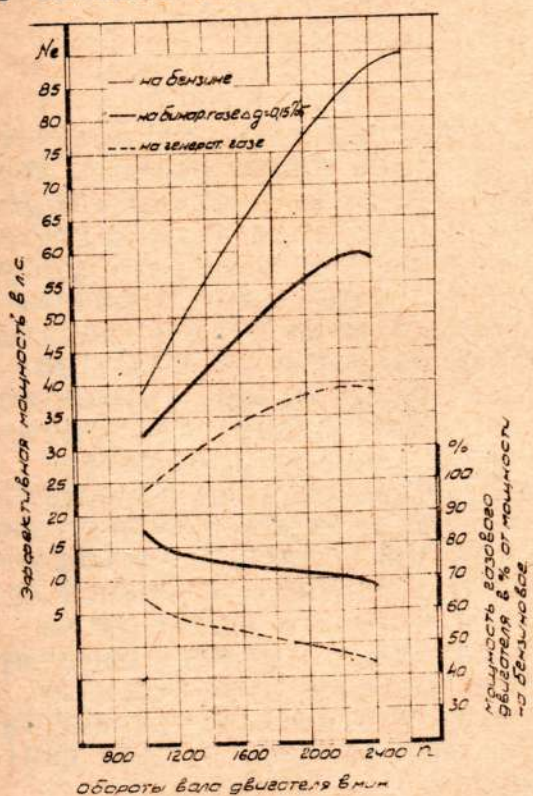
Фиг.34. Индикаторные диаграммы двигателя ЗИС-120 при работе на генераторном и бинарном газах.



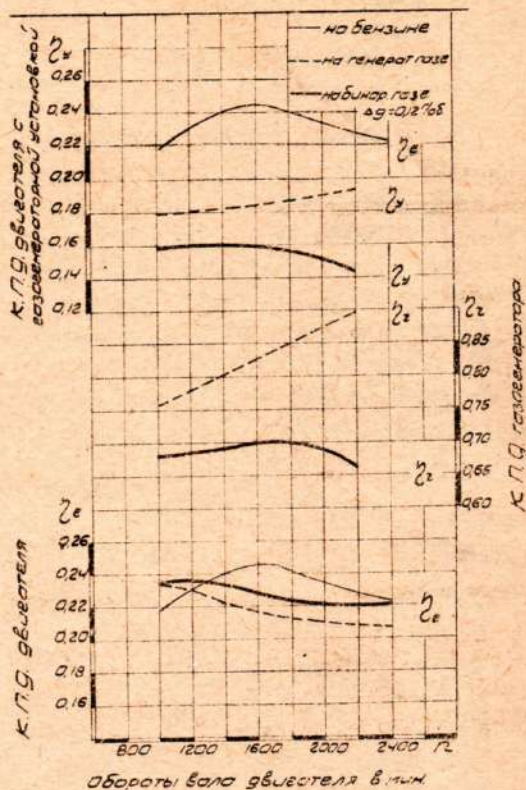
Фиг.35. Мощность, затрачиваемая на прокручивание двигателя /без топлива на полном открытии дросселя/.

при работе на генераторном газе была такой же, как и на бензине / $\epsilon = 6$ /.

При работе на бинарном газе максимальная мощность при тех же 2300 об/мин достигла 59,5 л.с., т.е. 70% от мощности на бензине. При 1000 об/мин она составила 32 л.с. или 85% от бензиновой.



Фиг. 36. Внешние характеристики двигателя при работе на бензине, бинарном и генераторном газах.



Фиг. 37. Изменение коэффициентов полезного действия двигателя, газогенератора и двигателя с газогенераторной установкой по оборотам при работе на бензине, генераторном и бинарном газах.

3. Коэффициент полезного действия

Вследствие значительного падения мощности при переводе бензинового двигателя на генераторный газ эффективный коэффициент полезного действия газогенераторного двигателя меньше чем при работе на бензине.

Из этих соображений, помимо значительного повышения мощности при работе двигателя на бинарном газе по сравнению с работой его на генераторном, работа на бинарном газе имеет еще и то преимущество, что коэффициент полезного действия двигателя выше, чем у газогенераторного. На фиг. 37 приведены значения коэффициентов полезного действия двигателя, газогенератора и установки в целом при работе на бензине, генераторном и бинарном газах.

Следует отметить, что коэффициент полезного действия газогенератора при процессе бинарной газификации ниже, чем при газогенераторном процессе, что объясняется низкой степенью

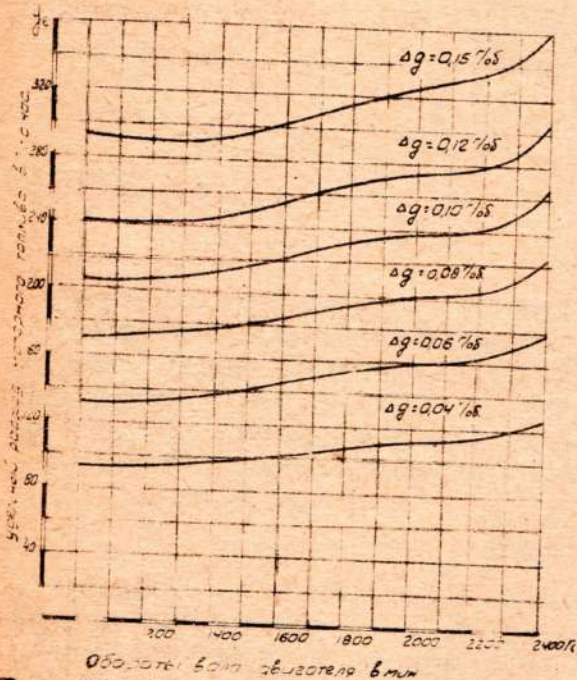
совершенства процесса пиролиза.

Поэтому, несмотря на то, что коэффициент полезного действия двигателя при работе на бинарном газе выше, чем при работе на генераторном, коэффициент полезного действия всей установки при работе на бинарном газе ниже, чем при работе на генераторном.

4. Экономичность

Из самого содержания способа повышения мощности следует, что при работе двигателя на бинарном газе кроме расхода дров расходуется также моторное топливо. Удельные расходы моторного топлива в зависимости от подачи на оборот вала двигателя, представлены на фиг. 38. Как было сказано выше, по соображениям оптимального значения степени совершенства пиролиза следует работать с подачей 0,12 г/об. В этом случае удельный расход моторного топлива в диапазоне оборотов от 1000 до 2200 об/мин изменяется от 240 до 280 г/э.д.с. час. Резкое возрастание удельного расхода при $n > 2300$ об/мин объясняется

Фиг. 38 — подача моторного топлива в граммах на один оборот вала двигателя



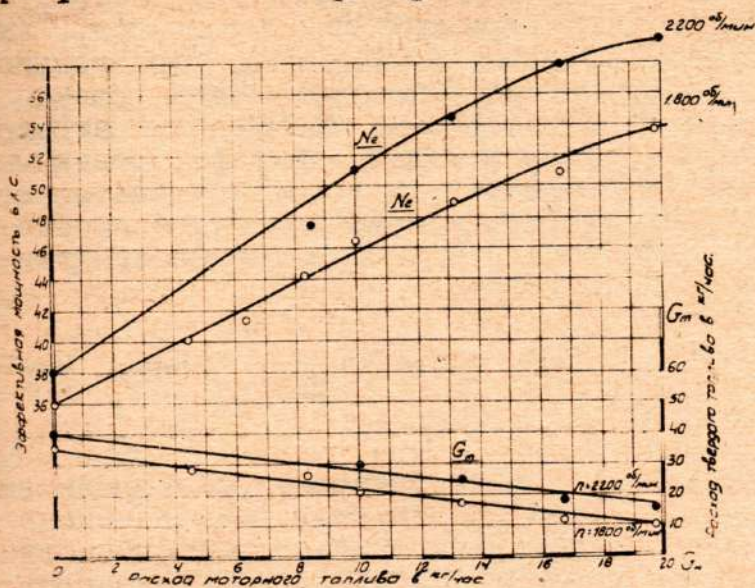
Фиг. 38. Изменение удельного расхода моторного топлива по оборотам при различных подачах его на оборот вала двигателя.

резким снижением мощности двигателя при этих оборотах. Следует отметить довольно значительный удельный расход моторного топлива, основной причиной которого является недостаточная степень совершенства процесса пиролиза /см. фиг. 7/ и относительно низкая для газа степень сжатия двигателя.

Расход моторного топлива при работе на бинарном газе несколько компенсируется значительным уменьшением расхода древесных чурок. На фиг. 39 показан рост мощности двигателя, работающего на бинарном газе, с увеличением часовой расхода моторного топлива и уменьшающийся при этом часовой расход древесных чурок. Уменьшение расхода чурок является следствием уменьшения расхода бинарного газа двигателем по сравнению с расходом генераторного газа при тех же оборотах двигателя /см. фиг. 42/. Как уже было из-

ложено, процесс газификации твердого топлива при пиролизе непродуктов в газогенераторе не ухудшается; поэтому было бы ошибочным утверждение, что уменьшение расхода древесных чурок вызвано нарушением основного газогенераторного процесса. На фиг. 40 и 41 приведено изменение часовых и удельных расходов древесных чурок и моторного топлива в зависимости от оборотов вала двигателя при работе на генераторном и бинарном газе с подачей 0,12 и 0,15 г/об. Здесь особенно за-

метно значительное уменьшение удельного расхода древесных чурок при работе на бинарном газе в сравнении с их расходом при работе на генераторном газе.

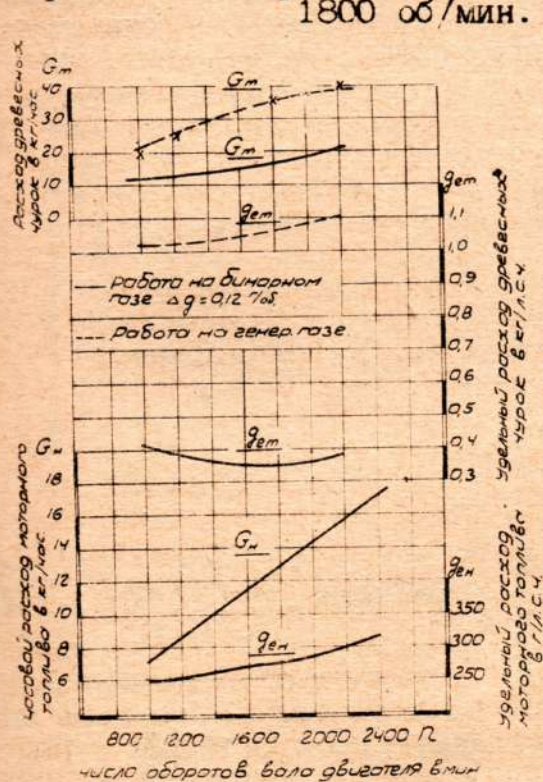


При переходе с генераторного газа на бинарный /0,15 г/об/ расход чурок снизился с 0,92-1,0 кг/л.с.час до 250-300г/л.с.час, т.е. в три с лишним раза.

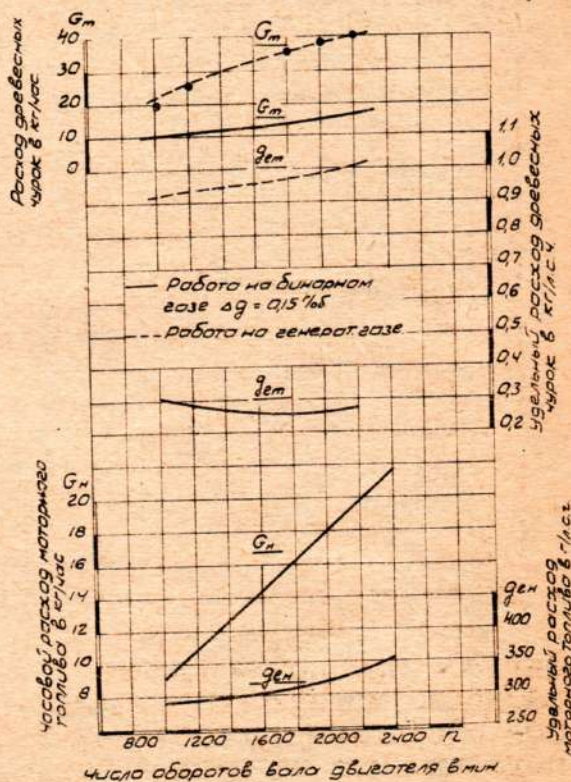
Несколько высокий удельный расход газа при работе на генераторном газе /фиг.42/ объясняется низкой степенью сжатия у испытуемого двигателя / $\epsilon = 6$ /.

Фиг.39. Изменение эффективной мощности и расхода твердого топлива в зависимости от расхода моторного топлива, при 2200 и 1800 об/мин.

В заключение следует отметить,

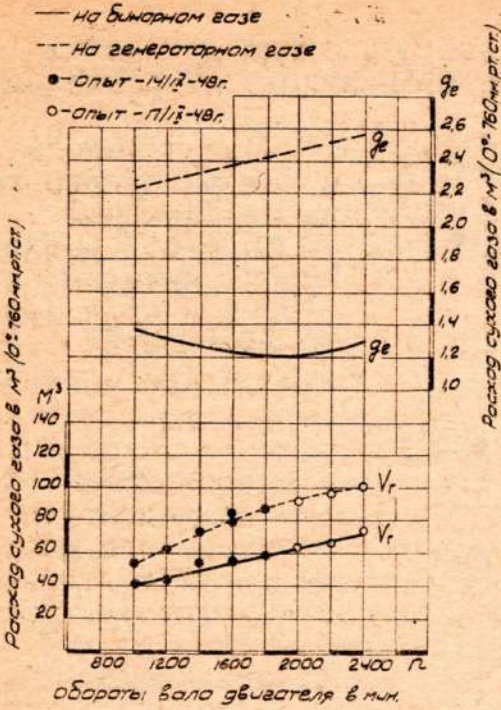


Фиг.40. Изменение расхода древесных чурок и моторного топлива по оборотам при работе на генераторном и бинарном /0,12 г/об/ газах.

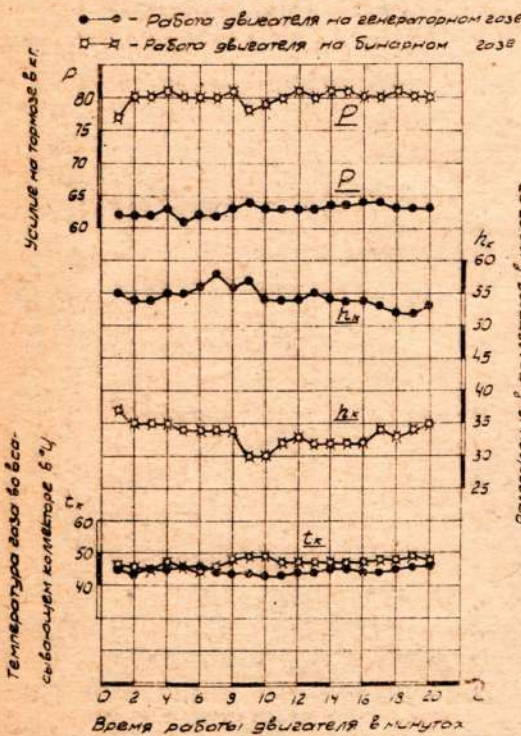


Фиг.41. Изменение расхода древесных чурок и моторного топлива по оборотам при работе на генераторном и бинарном /0,15 г/об/ газах.

что суждение о расходе жидкого топлива в эксплуатации должно основываться не на удельном расходе моторного топлива на



Фиг.42. Изменение часового и удельного расходов сухого газа по оборотам при работе двигателя на бинарном /0,12 г/об/ и генераторном газах.

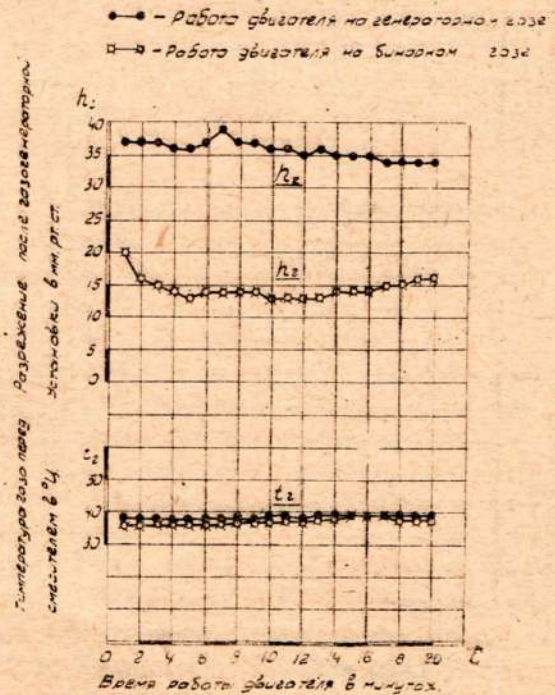


Фиг.43. Сравнение неравномерности работы двигателя по времени при работе на генераторном и бинарном /0,12 г/об/ газах, при 1600 об/мин.

л.с. час, а на расходе его, отнесенном к 100 км пути, т.к. повышение мощности предполагается по экономайзерному способу. Указанный расход моторного топлива может быть установлен только при дорожных испытаниях автомобиля и будет зависеть, главным образом, от того, как часто водитель автомобиля будет прибегать к повышению мощности двигателя.

5. Устойчивость работы двигателя

Устойчивость работы двигателя на бинарном газе оценивалась относительно устойчивости работы двигателя на генераторном газе. Оба опыта продолжительностью 20 минут каждый проводились последовательно. Кроме замеров усилия на тормозе фиксировались показатели работы газогенераторной установки. На



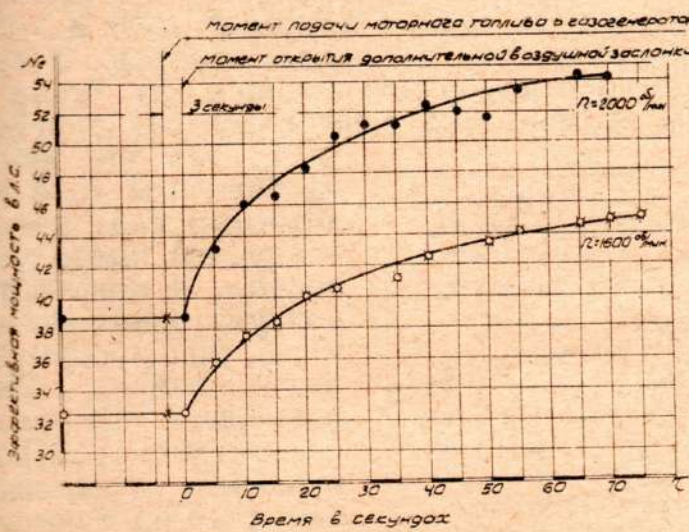
Фиг.44. Изменение сопротивления газогенераторной установки и температура газа по времени при работе двигателя на генераторном и бинарном /0,12 г/об/ газах, при 1600 об/мин.

Фиг.43 и 44 представлены результаты работы двигателя и газогенераторной установки на бинарном и генераторном газах

0,12 г/об/ при постоянном числе оборотов /1600 об/мин/. Основным фактором, по которому оценивалась устойчивость работы двигателя на бинарном газе, был крутящий момент двигателя; его изменения при работе на бинарном газе практически не отличались от изменений крутящего момента при работе на генераторном газе. Сопротивление газогенераторной установки /фиг.44/ при работе двигателя на бинарном газе значительно ниже, чем при работе на генераторном газе, т.к. расход бинарного газа, как указывалось ранее, вследствие большей его теплотворной способности, был меньше. Поэтому и во всасывающем коллекторе двигателя при работе на бинарном газе разрежение оказывалось ниже, нежели при работе на генераторном газе. Температуру бинарного и генераторного газов перед смесителем можно считать вполне устойчивой и практически одинаковой. При работе на бинарном газе температура в коллекторе двигателя на 2-3° выше, чем при работе на генераторном газе, что можно объяснить более высокой температурой выхлопных газов и, следовательно, большим подогревом всасывающего коллектора.

6. Динамика роста мощности

Динамика роста мощности по времени оценивалась с момента открытия заслонки патрубка дополнительного воздуха. Что касается учета времени



с момента включения подачи моторного топлива до момента открытия дополнительной заслонки, то это отнесено к вопросу регулирования работы двигателя и рассмотрено в соответствующем разделе.

Опыт проводился по следующей методике: при работе на генераторном газе было отмечено показание тормоза, после чего включалась подача моторного топлива и открывалась заслонка

Фиг.45. Динамика роста мощности двигателя при переводе его с генераторного на бинарный газ /0,15 г/об/..

дополнительного воздуха /фиг.49/. С этого момента усилие на тормозе фиксировалось через каждые пять секунд; при этом число оборотов поддерживалось по возможности постоянным. На фиг.45 представлены кривые роста мощности по времени при переводе двигателя с генераторного газа на бинарный /0,15 г/об/ для 1600 и 2000 об/мин. Из рассмотрения этих кривых следует, что прирост мощности, равный 75-78% от максимального, был получен через 30 секунд. Закон нарастания мощности двигателя с одной стороны отражает динамику роста теплотворной способности бинарного газа, которая обуславливается скоростью реакции пиролиза моторного топлива в газогенераторе 1/ и с

другой стороны зависит от емкости газоочистительной аппаратуры и газопровода от газогенератора до двигателя. Более быстрый темп роста мощности для 2000 об/мин объясняется тем, что при этом числе оборотов теплотворная способность бинарного газа при одинаковом Δg несколько выше, чем для 1600 об/мин, и, кроме того, при большом числе оборотов газ из генератора поступает в двигатель быстрее.

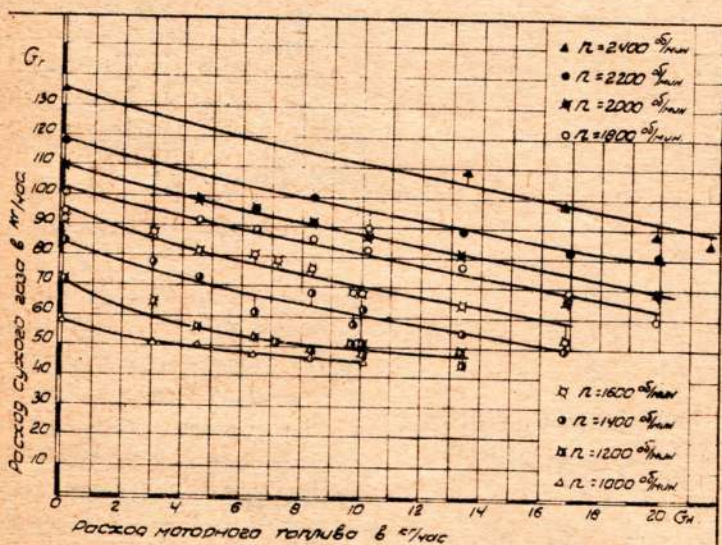
Следует отметить, что после прекращения подачи моторного топлива мощность двигателя не падает мгновенно, а снижается так же плавно, как и нарастает.

У. РЕГУЛИРОВАНИЕ РАБОЧЕГО РЕЖИМА ДВИГАТЕЛЯ

1. Образование газовой смеси

В разделе 1У "Эффективная мощность и экономичность двигателя" было показано, что при работе двигателя на бинарном газе, вследствие большей теплотворной способности газа, соотношение газа и воздуха в газовой смеси иное, чем при работе на генераторном газе.

На фиг.46 и 47 представлены кривые расходов газа и воздуха, построенные по данным непосредственных замеров, в зависимости от часового расхода моторного топлива для чисел оборотов от 1000 до 2400 об/мин. Эти данные еще раз подтверждают, что при работе



на бинарном газе количество газа в газовой смеси уменьшается, а количество воздуха увеличивается и тем значительней, чем больше Δg . Характерным для этих кривых является совершенно одинаковый закон их протекания для чисел оборотов от 1200 до 2400 об/мин, с небольшим отклонением при 1000 об/мин.

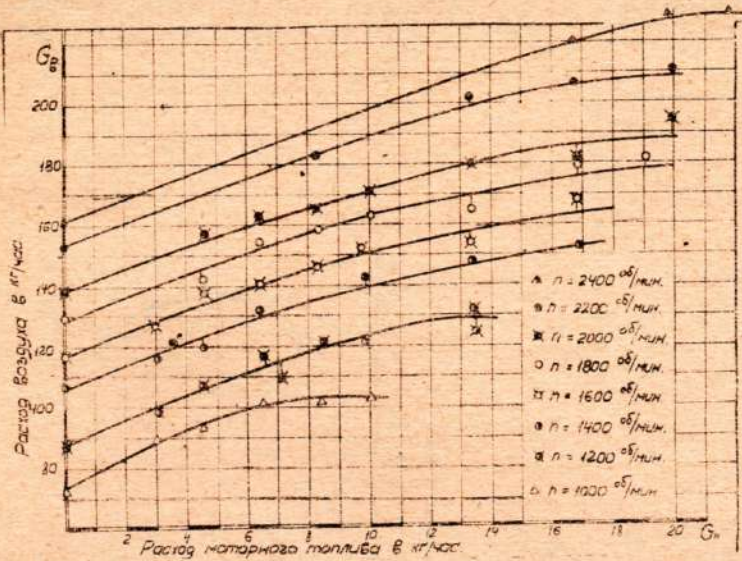
Фиг.46. Изменение расхода газа в зависимости от расхода моторного топлива для различных оборотов вала двигателя.

Отношение веса воздуха в газовой смеси к весу газа есть коэффициент

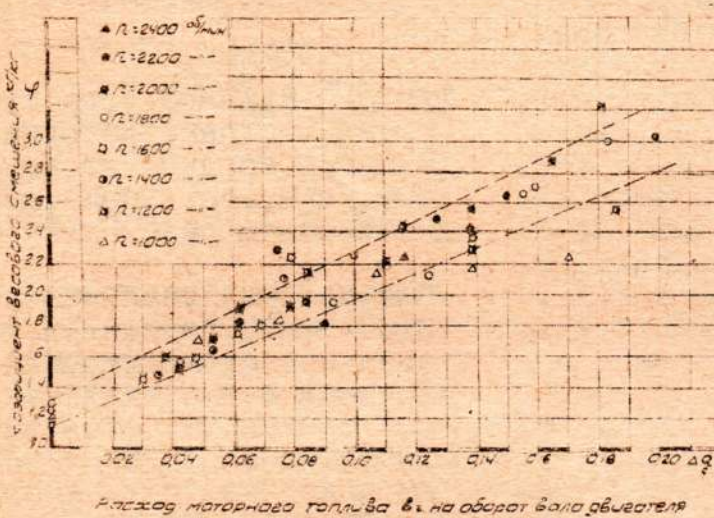
весового смешения $\varphi = \frac{G_6}{G_r}$; коэффициент этот был подсчитан по

фактически замеренным расходам газа и воздуха. На фиг.48 показано изменение наилучшего коэффициента весового смешения в зависимости от расхода моторного топлива для чисел оборотов вала двигателя от 1000 до 2400 об/мин. Следует отметить значительное увеличение φ при подачах моторного топлива по-

рядка 0,12 - 0,15 г/об по сравнению с величиной φ при работе на генераторном газе.



Фиг. 47. Изменение расхода воздуха, поступающего в двигатель, в зависимости от расхода моторного топлива для различных оборотов вала /полная нагрузка/.



Фиг. 48. Пределы изменения наиболее выгодного коэффициента весового смешения в зависимости от расхода моторного топлива на оборот вала двигателя.

открытием воздушной заслонки специального патрубка перед смесителем. Положение же основной воздушной заслонки смесителя при этом не изменялось.

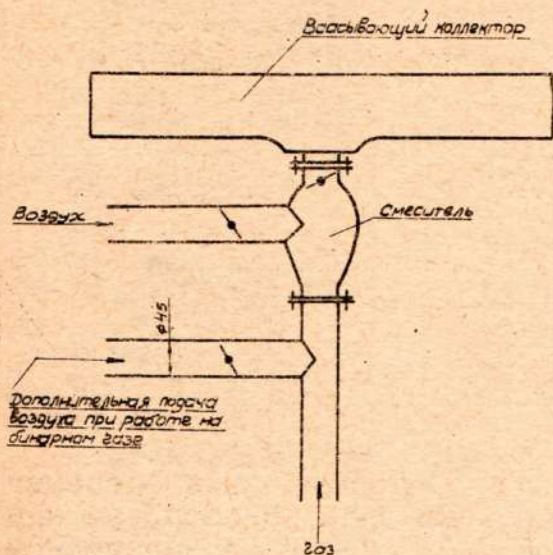
Угол открытия заслонки подбирался наиболее выгодным, обеспечивающим максимальную мощность. Изменение угла открытия заслонки дополнительного воздуха при работе на разных оборотах вала двигателя в зависимости от подачи моторного топлива на оборот представлено на фиг. 50. Из этой фигуры видно, что угол открытия заслонки зависит, главным образом, от подачи моторного топлива на оборот вала двигателя и в зависимости от различных чисел оборотов колеблется в пределах 5 - 7°.

Из приведенных данных видно, что коэффициент весового смешения не зависит от расхода газа, т.к. для разных чисел оборотов он колеблется в не-больших пределах. Это весьма важное и существенное обстоятельство, т.к. с ним связан вопрос регулирования качества газовой-душной смеси.

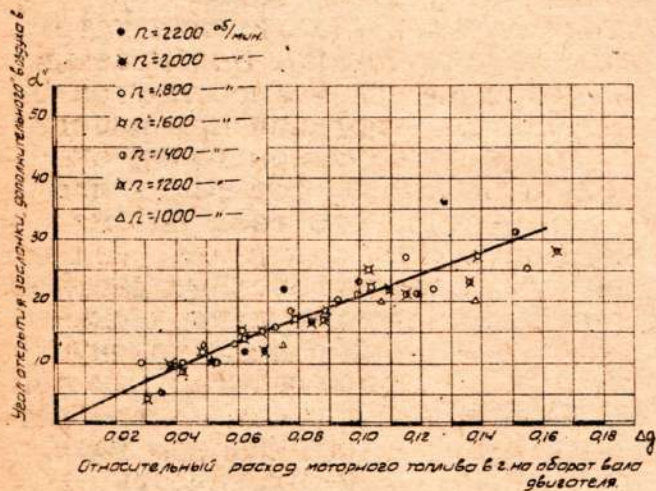
Из представленных фиг. 46-48 следует, что при переводе двигателя с генераторного газа на бинарный для образования газовой-душной смеси нужно подавать в смеситель дополнительное количество воздуха и тем больше, чем больше подача моторного топлива на оборот вала двигателя.

На фиг. 49 показана схема питания двигателя газом и воздухом. Подача в двигатель дополнительного количества воздуха при его работе на бинарном газе осуществлялась

Для более подробного исследования этого весьма важного практического вопроса были представлены специальные опыты с целью выявления влияния угла открытия дополнительной заслонки на мощность двигателя для разных чисел оборотов. Результаты



Фиг.49. Схема подачи в двигатель газа и воздуха при работе на генераторном и бинарном газах.

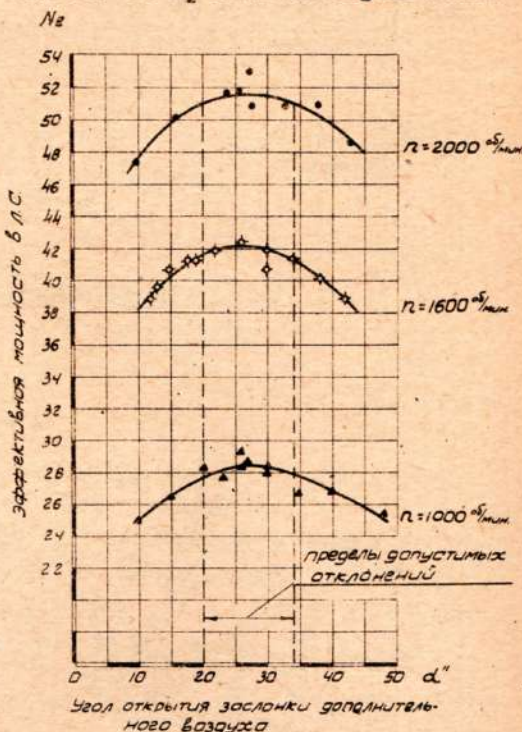


Фиг.50. Зависимость наиболее выгодного угла открытия заслонки дополнительного воздуха от расхода моторного топлива на оборот вала двигателя.

кого топлива на оборот остается постоянным при любом скоростном режиме двигателя. При снятии внешней характеристики на бинарном газе /0,12 г/об/ по точкам, это положение было последний раз подтверждено / фиг.18/.

2. Угол опережения зажигания

При работе двигателя ЗИС-120 на бензине угол опережения зажигания регулируется автоматически при помощи центробежного

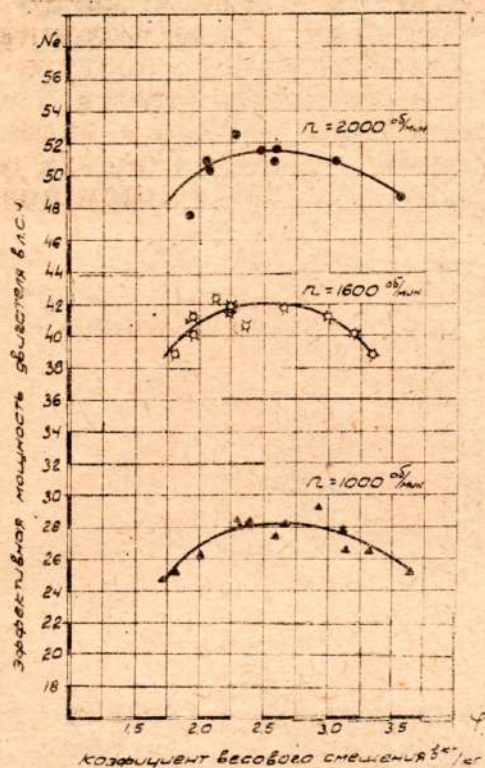


Фиг.51. Влияние угла открытия заслонки дополнительного воздуха на мощность двигателя при работе на бинарном газе /0,12г/об/

опытов, представленные на фиг.51 и 52, показали, что изменение угла открытия заслонки в пределах 14° сказывается на эффективной мощности очень незначительно; мощность уменьшалась на 2-3%; то же самое относится и к коэффициенту весового смешения.

Из полученных результатов наиболее важным и имеющим практическое значение является вывод, что угол открытия дополнительной заслонки, соответствующей оптимальной мощности, для выбранной подачи жид-

регулятора и вакуум-корректора, подключенного к карбюратору. При работе на генераторном газе вакуум-корректор был отклю-



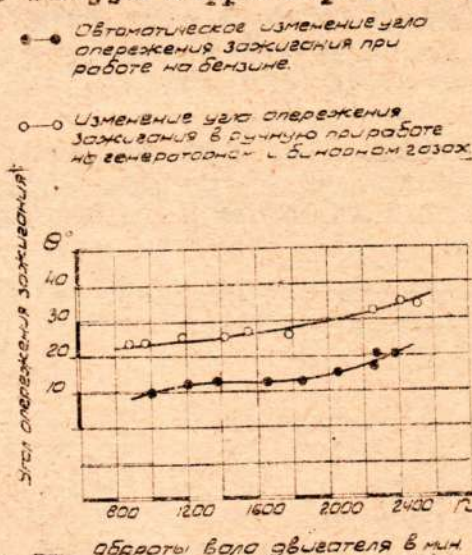
Фиг.52. Влияние коэффициента весового смещения на эффективную мощность двигателя при работе на бинарном газе /0,12 г/об/.

двигателя как на генераторном, так и на бинарном газе оказался на всем диапазоне оборотов одинаковым. Тот факт, что при переводе работы двигателя с генераторного газа на бинарный и обратно не требуется перестановки зажигания, является весьма важным с практической точки зрения обстоятельством. При последующем подключении центробежного регулятора оказалось, что угол опережения зажигания, подбираемый вручную и центробежным регулятором практически одинаков. Так как при работе на генераторном газе на неполных нагрузках не требуется изменения угла опережения зажигания, а на бинарном газе двигатель работает с полной нагрузкой, то необходимость в вакуум-корректоре отпадает.

На фиг.53 показаны изменения угла опережения при работе на бензине, а также на генераторном и бинарном газе.

3. Перевод двигателя с генераторного газа на бинарный

Во время проведенных испытаний газогенераторная установка и двигатель были размещены в двух смежных помещениях. Газ подводился от газогенераторной установки к смесителю двигателя по трубам диаметра 125 мм, общий объем которых составил 80 литров. Емкость циклона, охладителя и фильтра составляет 40 литров. Таким образом для того, чтобы газ из

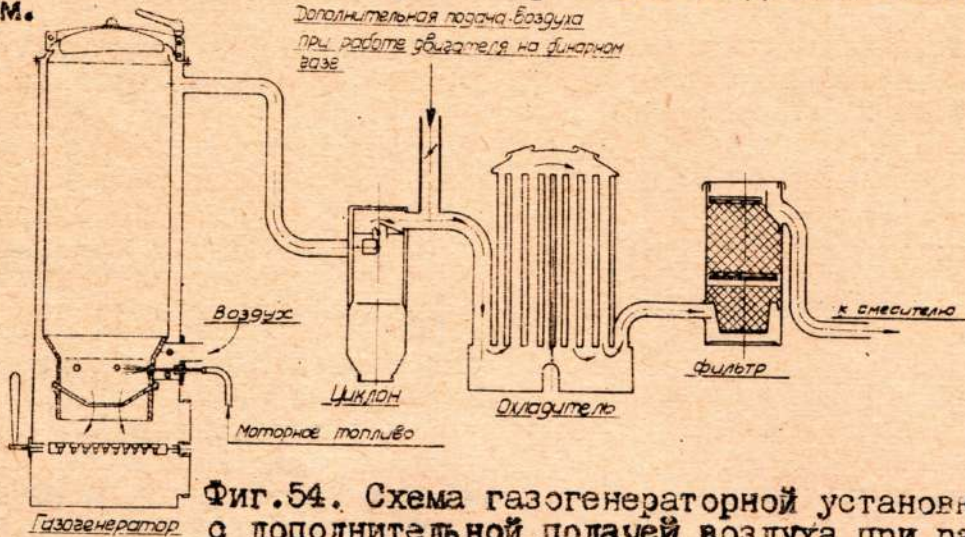


Фиг.53. Изменение угла опережения зажигания по оборотам при работе на бензине, генераторном и бинарном газе.

чен, т.к. карбюратор заменен смесителем. Для установки наиболее выгодного угла опережения зажигания был отключен и центробежный регулятор. Таким образом, угол опережения зажигания устанавливался вручную. Подбираемый по максимальной мощности угол опережения зажигания при работе

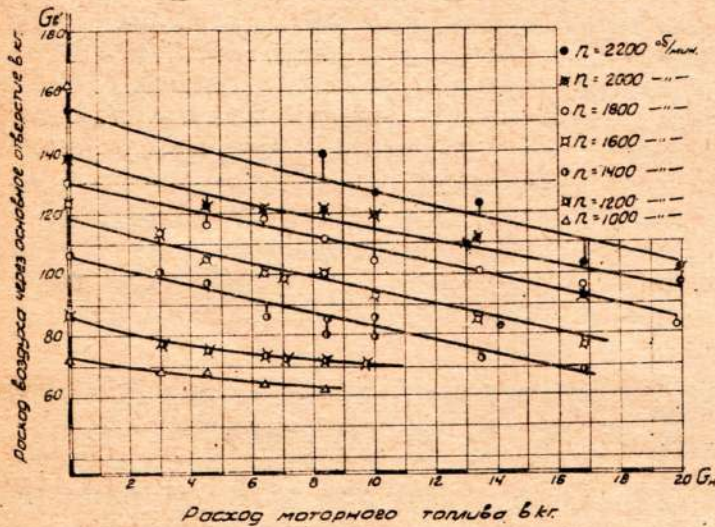
газогенератора поступил в цилиндры двигателя при 1600 об/мин, должно пройти около 5-ти секунд.

Действительно, при переводе двигателя с генераторного газа на бинарный в зоне указанных оборотов, после включения подачи моторного топлива заслонку дополнительного воздуха /согласно схеме на фиг.49/ нужно было открывать спустя 3 - 4 секунды, т.к. при открытии заслонки одновременно с включением подачи моторного топлива обороты двигателя падали с 1600 до 1000 об/мин по причине резкого обеднения смеси воздухом.



Фиг.54. Схема газогенераторной установки с дополнительной подачей воздуха при работе двигателя на бинарном газе.

Когда патрубок дополнительного воздуха был перенесен ближе к газогенератору, как это показано на фиг.54, заслонку дополнительного воздуха оказалось возможным открывать одновременно с включением подачи моторного топлива; падения оборотов при этом не наблюдалось.



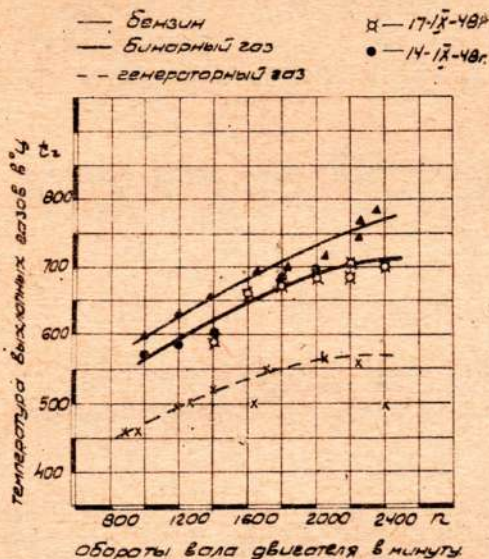
Фиг.55. Расход воздуха, поступающего в двигатель через основное отверстие, в зависимости от расхода моторного топлива при различных оборотах вала/полная нагрузка/.

Таким образом при этих условиях обеспечивалась одновременность включения подачи в газогенератор моторного топлива и открытия заслонки дополнительного воздуха, что является весьма важным фактором в управлении автомобилем. Окончательный выбор места подвода дополнительного воздуха можно будет дать после опробования расположения газогенераторной установки непосредственно у двигателя, как это имеет место на автомобиле.

Следует отметить, что при подаче в двигатель дополнительного воздуха наблюдалось уменьшение расхода основного воздуха через патрубок смесителя. Это объясняется уменьшением перепада давления между смесителем и окружающей средой. По данным, представленным на фиг. 55, видно, что расход воздуха через основной патрубок уменьшается прямопропорционально расходу газа.

VI. ТЕПЛОВАЯ И МЕХАНИЧЕСКАЯ НАПРЯЖЕННОСТЬ

На фиг. 56 представлены кривые изменения температур выхлопных газов по оборотам при работе двигателя на бензине, бинарном и генераторном газе.



Фиг. 56. Изменение температуры выхлопных газов по оборотам при работе на бензине, бинарном и генераторном газе.

Из этих кривых видно, что температурная напряженность двигателя при работе на бинарном газе меньше, чем при работе на бензине.

Из индикаторных диаграмм /фиг. 23/ видно, что максимальное давление при работе двигателя на генераторном газе /2000 об/мин/ составляет 22 кг/см², на бинарном газе - 27 кг/см², в то время как на бензине при этих же оборотах оно достигает 36 кг/см². Что касается скорости нарастания давления, то на бинарном газе она несколько больше, чем на генераторном, но меньше, чем на бензине, т.к. бензиновоздушная смесь обладает наибольшей скоростью сгорания.

Таким образом при работе на бинарном газе и по механической напряженности двигатель находится в более благоприятных условиях, чем при работе на бензине.

VII. ВЫВОДЫ

Настоящая работа является вторым этапом работы по повышению мощности газогенераторных двигателей путем пиролиза тяжелых нефтепродуктов в древесночурочном газогенераторе. В результате проведения первого этапа работы был получен бинарный газ, теплотворная способность которого достигла 3150 кал/м³ вместо 1300 кал/м³ у генераторного.

Исследуемый способ повышения мощности является экономичным. Исходя из этого, подача тяжелых нефтепродуктов в газогенератор должна производиться в тех случаях, когда требуется максимальный крутящий момент двигателя /во время разгона автомобиля, преодоления затяжного подъема, движения по

тяжелой дороге и пр./ Во всех остальных случаях двигатель работает на генераторном газе обычной теплотворной способности.

1. Цель работы

Целью настоящей работы было:

а/ Выявление возможности пиролиза в газогенераторе НАМИ Г-78 тяжелого жидкого топлива - M_3 /ГОСТ 1667-42/, которое до сих пор не находит применения в транспортных двигателях.

б/ Выявление эффективной мощности и экономичности двигателя при работе на бинарном газе /т.е. на газе, полученном при одновременной газификации жидкого и твердого топлива/.

в/ Выявление вопросов регулирования рабочего режима двигателя при переходе с генераторного газа на бинарный.

2. Новизна вопроса

Над повышением мощности двигателя методом пиролиза нефтепродуктов в газогенераторе работал в Советском Союзе проф. В.П. Карпов.

Опыты проводились с древесноугольными газогенераторами и показали полную возможность повышения мощности двигателя указанным способом.

По литературным данным ^{1/} теплотворная способность газа была повышена с 1125 до 1438 кал/м³. Вопрос в целом не был достаточно изучен.

3. Метод и предмет экспериментирования

Эксперименты по бинарной газификации проводились на древесночурочной газогенераторной установке НАМИ Г-78.

Моторное топливо вводилось в окислительную зону газогенератора через одну из пяти фурм вместе с воздухом при помощи трубки с калиброванным отверстием на конце /фиг. 4/. Такой способ подачи топлива является оригинальным. Подача моторного топлива осуществлялась при помощи дизельного топливного насоса.

Качество газа оценивалось калориметром, газоанализатором ВТИ и замерами мощности двигателя ЗИС-120.

Степень сжатия двигателя ЗИС-120 / $\epsilon = 6$ / не изменялась.

4. Результаты опытов

В результате проведенной работы можно сделать следующие выводы:

а/ Процесс бинарной газификации в газогенераторе НАМИ Г-78 вполне осуществим.

б/ Максимальная теплотворная способность /высшая/ бинарного газа достигла 3400 кал/м³ за счет увеличения содержания в газе углеводородов.

в/ Содержание в бинарном газе жидких углеводородов, которые почти целиком сгорают в двигателе без признаков детонации и дыма, составляет от 6 до 13,6% от расхода моторного топлива.

г/ Работа двигателя на бинарном газе по устойчивости не уступает работе на генераторном.

д/ Прирост мощности двигателя на бинарном газе был получен следующим:

	1000 об/мин				2300 об/мин			
	Мощность		: уд. рас- ход мо- торного топлива		Мощность		: уд. рас- ход мо- торного топлива	
	Не	%	%	г/л.с.ч.	Не	%	%	г/л.с.ч.
Генера- торный газ	24,0	100	64,0	-	39,0	100	43,5	-
Бинарный газ	30,0	125,0	78,0	240	57,0	146	67,0	280
Бензин	38,5	-	100,0	-	86,5	-	100	-

Бинарный газ допускает применение более высокой степени сжатия двигателя, при которой удельные расходы моторного топлива будут соответственно снижены.

е/ Указанное повышение мощности было достигнуто, благодаря:

повышению теплотворной способности газозвушной смеси, большей скорости нарастания давления, лучшему наполнению двигателя, меньшему сокращению объема продуктов сгорания против объема свежей смеси.

ж/ Суждение о расходе жидкого топлива в эксплуатации должно основываться не на удельном расходе моторного топлива на л.с.час, а на расходе его, отнесенном к 100 км пути, т.к. повышение мощности предполагается по экономайзерному способу.

Указанный расход моторного топлива сможет быть установлен только при дорожных испытаниях автомобиля.

При работе на бинарном газе, вследствие уменьшения расхода газа, расход древесных чурок уменьшается почти втрое.

з/ Наивыгоднейший угол открытия заслонки дополнительного воздушного патрубка при работе на бинарном газе для всех чисел оборотов остается неизменным.

и/ Изменения угла опережения зажигания при переходе с генераторного газа на бинарный не требуется.

к/ По термической и механической напряженности двигателя находится в более благоприятных условиях, чем при работе на бензине.

л/ Для перевода двигателя на бинарный газ требуется только сверление отверстия во фланце обратного клапана газогенератора для расположения форсунки и монтаж на двигателе топливного насоса.

м/ Количество нагара на головке блока и загрязнение смесителя и газовой магистрали при работе на бинарном газе не превышали таковые при работе на генераторном газе.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Результаты проведенного в лаборатории исследования показали, что способ повышения мощности газогенераторного двигателя путем пиролиза моторного топлива в газогенераторе является достаточно эффективным и изученным для продолжения опытов на автомобиле в дорожных условиях.

И.о.нач.Бюро газогенераторных
и газобаллонных автомобилей Г.Г.ТЕРЗИБАШЬЯН

Руководитель темы
доктор техн.наук И.С.МЕЗИН

Ст.инженер З.И.ЛЕЙБЗОН

ПОВЫШЕНИЕ ТЕПЛОТВОРНОЙ СПОСОБНОСТИ ГЕНЕРАТОРНОГО ГАЗА И МОЩНОСТИ ДВИГАТЕЛЯ ПУТЕМ ПРИМЕНЕНИЯ ПИРОЛИЗА СМОЛ

В качестве сырья для пиролиза в газогенераторе с целью повышения теплотворной способности генераторного газа и мощности двигателя, кроме нефтепродуктов, могут быть использованы смолы /торфяные, древесные/ или отдельные их фракции, теплотворная способность которых равна 7000-9000 кал/кг. Кроме того с этой целью могут быть использованы также отходы переработки каменных углей - различные каменноугольные масла.

В качестве примера, был произведен опыт по пиролизу безфенольного каменноугольного масла в газогенераторе НАМИ Г-78. Состав полученного в результате бинарной газификации газа при подаче 0,15 г/об /1800 об/мин/ приведен в табл.6.

Таблица 6

Состав газа в % по объему						
CO	H ₂	CH ₄ и другие предельн.	C _m H _n	O ₂	CO ₂	N ₂
14,00	12,62	8,28	3,30	0,70	12,7	48,50
14,40	14,83	6,65	1,90	0,90	12,9	48,42
14,10	15,58	5,65	1,30	0,65	14,85	47,87
14,38	14,38	5,43	1,70	0,70	14,60	50,99

По химическому составу полученный газ не отличается от бинарного газа при пиролизе моторного топлива или других углеводородов. Двигатель работал на этом газе мягко и устойчиво. При подаче каменноугольного масла - 0,15 г/об при 1800 об/мин двигатель развил мощность в 48,5 л.с. против 34,6 л.с. на генераторном газе, что составляет 40% прироста.

Химический анализ каменноугольного масла показал наличие в нем примеси воды в количестве 17%, отсутствие которой дало бы во-первых, большее повышение мощности и, во-вторых, уменьшение расхода каменноугольного масла с 0,15 до 0,124 г/об.

Проведенный опыт дает основание предполагать возможным применение смол и каменноугольного масла в качестве жидкого топлива для пиролиза в газогенераторе с целью повышения мощности двигателя. Окончательные выводы можно будет сделать после изучения этого вопроса.

О Г Л А В Л Е Н И Е

	<u>Стр.</u>
ВВЕДЕНИЕ	3
1. ОБОРУДОВАНИЕ ЛАБОРАТОРИИ И МЕТОДИКА ЭКСПЕРИМЕНТИРОВАНИЯ	3
II. ПРИМЕНЯВШЕЕСЯ ТОПЛИВО	7
III. ПРОЦЕСС БИНАРНОЙ ГАЗИФИКАЦИИ В ГАЗОГЕНЕ- РАТОРЕ НАМИ Г-78	8
IV. ЭФФЕКТИВНАЯ МОЩНОСТЬ И ЭКОНОМИЧНОСТЬ ДВИГАТЕЛЯ	
1. Эффективная мощность	16
2. Факторы, влияющие на повышение мощ- ности двигателя	19
3. Коэффициент полезного действия	29
4. Экономичность	30
5. Устойчивость работы двигателя	32
6. Динамика роста мощности	33
V. РЕГУЛИРОВАНИЕ РАБОЧЕГО РЕЖИМА ДВИГАТЕЛЯ	34
VI. ТЕПЛОВАЯ И МЕХАНИЧЕСКАЯ НАПРЯЖЕННОСТЬ	39
VII. ВЫВОДЫ	39

ДЕРЖАВНА
НАУКОВ БИБЛИОТЕКА
ИМ КО. ОЛЕНКА
26. IX 1949р.
№ 796831
м. Маркис

1019814