

Министерство Автомобильной и Тракторной
Промышленности СССР

НАТИ

С 247
44

"УСОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ГАЗОГЕНЕРА-
ТОРНОГО ТРАКТОРА ГТ-58".

Раздел I. Исследование процес-
са розжига полукокса
в газогенераторе БГ.

ОТДЕЛ ТЕХНИЧЕСКОЙ ИНФОРМАЦИИ
г. Москва ≡ 1952 г.

СССР
Министерство Автомобильной и Тракторной Промышленности
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ СОЮЗНЫЙ
НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ТРАКТОРНЫЙ ИНСТИТУТ
Н А Т И

С 247
44

ОТДЕЛ ГАЗОГЕНЕРАТОРНЫХ ТРАКТОРОВ
ЛАБОРАТОРИЯ ГАЗОГЕНЕРАТОРНАЯ

УСОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ГАЗОГЕНЕРАТОР-
НОГО ТРАКТОРА ТТ-58.

Раздел I. Исследование процесса розжига
полукокса в газогенераторе БГ.
(Работа выполнена в 1951 г.)

Директор НАТИ — С. И. АКОПЯН.

Зам. директора НАТИ по научной работе — Б. И. ГОСТЕВ.

ОТДЕЛ ТЕХНИЧЕСКОЙ ИНФОРМАЦИИ
г. Москва ≡ 1952 г.

ОГЛАВЛЕНИЕ

стр.

А н н о т а ц и я

I. В в е д е н и е I.

II. Выбор расхода газа для розжига . . . 9.

III. Розжиг полуконкса с вспомогательной
Фурмой 20.

IV. Розжиг полуконкса при увеличенных
расходах газа с нижним дутьем . . . 47.

V. Розжиг полуконкса с наддувом воз-
духа в газогенератор 55.

VI. Выводы и заключение 65.

Государственная
Библиотека
СССР
им. В. И. Ленина

52-69607

КНИГА ИМЕЕТ:

Печата- листов	Выпуск	В перепл. един. соедин. №№ вып.	Таблиц	Карт	Иллюстр.	Служба. №№	№№ в списке в перечисл. 1952 г.
9			4			6	639 38

801

Л-167102. Подпис. к печ. 27 сентября 1952 г. Тир. 100 экз. Об. 3.5 л. л.
Зак. 193. Типо-лит. НАТИ, Москва 40, Верхняя ул., д. 34.

А Н Н О Т А Ц И Я

Исследование процесса розжига полукокса в газогенераторе БГ поставлено было для нахождения способов ускорения этого процесса.

В отчете приведены результаты лабораторных исследований состава газа в период розжига полукокса и данные по пуску двигателя на газе.

Проведенные исследования трех способов розжига:

а/ со вспомогательной фурмой, б/ с увеличенным расходом газа и в/ с подачей воздуха в газогенератор под давлением, позволили рекомендовать последний метод для внедрения.

Исследования показали целесообразность применения для подачи воздуха в газогенератор вентилятора с колесом ЦАГИ-035.

Раздел I - ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА РОЗЖИГА ПОЛУКОКСА В ГАЗОГЕНЕРАТОРЕ БГ.

I. В В Е Д Е Н И Е .

При испытаниях, проведенных в 1950 г., было установлено, что при схеме розжига с отсасывающим вентилятором, принятой на тракторе ГТ-58, период розжига полукокса и перевода двигателя на газ занимает значительное время.

Просасывание газа через установку при розжиге осуществлялось вентилятором АГ-1120010, соединенным через редуктор с валом пускового двигателя.

Всасывающий патрубок вентилятора соединялся с газопроводом перед смесителем.

Как показали опыты, газ, при розжиге свежего полукокса, загорался через 20 минут.

Пуск двигателя на газе занимал от 2 до 5 минут, что объясняется уменьшением расхода газа в момент вращения основного двигателя пусковым двигателем ПД-10 и несовершенством регулирования газовой смеси.

Общее время пуска двигателя на газе составляло 25-30 минут.

При остановках после длительной работы розжиг также сильно затягивался.

Условия длительной работы пускового двигателя, моторесурсы которого ограничены, требуют сокращения времени работы его при розжиге до 10 минут.

В связи с изложенным, была поставлена работа по изучению процесса розжига и нахождения способов для ускорения его.

Наиболее эффективным мероприятием для ускорения розжига является увеличение расхода воздуха, поступающего в газогенератор. Это было известно при проектировании и могло быть достигнуто путем увеличения производительности вентилятора, для чего необходимо было уменьшить сопротивление на линии всасывания или нагнетания вентилятора.

Но в целях унификации газогенераторных тракторов ГБ-58 и ГТ-58 был принят метод розжига с просасыванием газа через всю газогенераторную установку, как для газогенератора АГ, в ко-

тором газифицируются битуминозные топлива /древесные чурки, торфобрикет, бурый уголь/, так и для газогенератора БГ, предназначенного для газификации тощих топлив /древесный уголь, полукокс и антрацит/.

В газогенераторе АГ камера газификации заполняется перед розжигом древесным углем. Температура воспламенения древесного угля составляет 350°С. Он обладает высокоразвитой поверхностью контакта с кислородом и для розжига вполне достаточно было расхода газа, создаваемого отсасывающим вентилятором АГТ120010. Время розжига в битуминозном газогенераторе АГ не превышало 5-7 минут. В пределах 10-12 минут производился розжиг древесного угля и в газогенераторе БГ.

Свежий полукокс с содержанием летучих 9-10% и образующийся из него кокс, заполняющий активную зону, требует для воспламенения более высоких температур нагрева и соответственно большего количества тепла.

В таблице № I приведены сравнительные данные по температурам воспламенения различных твердых топлив в воздухе при атмосферном давлении. Следует указать, что температура воспламенения не является физической или химической константой, а зависит от свойств твердого топлива.

Таблица № I.

Температура воспламенения твердых топлив в воздухе при атмосферном давлении.

№ п/п	Топливо	Температура воспламенения °С.	ПРИМЕЧАНИЕ.
1.	Торф	225	
2.	Дерево	295	
3.	Древесный уголь	350	
4.	Бурные угли	450	
5.	Кокс	600-700	
6.	Антрацит	700	

Температура воспламенения ниже у топлив, содержащих больше летучих и кислорода и выше у тощих топлив.

Кроме температуры, воспламеняемость твердых топлив характеризуется удельной теплотой воспламенения, под которой понимают количество тепла, необходимого для нагрева 1 кг твердого топлива и участвующего в горении воздуха от 0°С до температуры воспламенения.

По данным, опубликованным в курсе "котельные установки" ^{x/}, удельная теплота воспламенения кокса при $W^P = 3\%$ составляет $33\% Q_p^H$, для каменных углей при $W^P = 2,5\%-22,4\%$ для сырого бурого угля при $W^P = 50\%-26,1\%$ Q_p^H .

Полукокс после отгонки летучих и влаги в верхних слоях активной зоны приближается по своим качествам к коксу. Поэтому ориентировочно можно считать, что потребная удельная теплота воспламенения составляет около 2000-2100 ккал/кг.

Воспламенение твердого топлива, как и жидкого, после нагрева требует определенного времени для саморазгона предпламенной реакции.

Этот период времени называемый периодом индукции согласно теории горения, предложенный впервые акад.Н.Семеновым, выражается следующим уравнением:

$$\tau \cdot p^n \cdot e^{-\frac{E}{R_T}} = const \quad /1/$$

где:

- τ - время индукции,
- p и T - давление и температура, при которых происходит воспламенение,
- R - газовая постоянная,
- E - энергия активации, зависящая от химической природы топлива и состава смеси,
- n - показатель, зависящий от характера протекания и порядка реакции.

При розжиге твердого топлива $p = 1$ и, как видно из уравнения, период индукции будет сокращаться с увеличением температуры газов, нагревающих твердое топливо.

x/ "Котельные установки" под редакцией М.В. Кирпичева, Э.Н.Ромм и Усенко, том I, стр.145 изд.1951г. Госэнергоиздат.

По данным Вентреля^{х/} период индукции при воспламенении антрацита сокращается в 7 раз при повышении температуры воздуха с 640 до 800°С.

Таким образом для ускорения воспламенения необходимо при нагреве полукокса подвести газы с высокой температурой.

Это может быть достигнуто путем уменьшения коэффициента избытка воздуха при горении паров жидкого топлива, смачивающих факел, употребляемый для розжига, так как разбавление продуктов горения избыточным количеством воздуха снижает температуру газов, нагревающих полукокс.

После воспламенения топлива создается очаг горения и прогрев топлива в газогенераторе осуществляется теплом газов, образующихся при горении в очаге и нагревающих вышележащие слои топлива.

Теплонапряжение очага горения $\frac{Q}{V_r}$ ккал/м³ определяется нижеследующим уравнением ^{хх/}

$$\frac{Q}{V_r} = Q_p^n \cdot K_s \cdot \delta_0 \cdot \varphi \quad \text{ккал/м}^3 \text{ час} \quad /2/$$

- где: Q - количества тепла, выделяющегося в очаге горения в ккал,
 V_r - объем образующихся газов при горении в м³,
 Q_p^n - низшая теплотворная способность топлива ккал/кг,
 K_s - интенсивность поверхностного горения ккал/м² час,
 δ_0 - количества одновременно горящего топлива в кг/м³,
 φ - полная поверхность реагирующих частиц м².

Величина K_s увеличивается с измельчением частиц топлива, что одновременно приводит к увеличению φ .
 При слоевом горении увеличивается количество одновременно горящего топлива δ_0 , чем в основном и определяется значение $\frac{Q}{V_r}$, которое может доходить до /1-10/ 10⁶ ккал/м³ час.

х/ См. Линчевский В.П. "Топливо и его сжигание". Металлургиздат 1947 г. стр.149.

хх/ "Котельные установки" стр.147.

С увеличением теплового напряжения растет температура газов по теоретическим вычислениям Зельдовича и академика Н.Семенова^{х/}, приведенным в таблице № 2,^{хх/} может быть достигнуто значительное увеличение температуры, повышающей скорость реакций.

Таблица № 2.

Зависимость между температурой газов и тепловым напряжением объема.

Тепловое напряжение объема ккал/м ³ час.	Температура газов °К	ПРИМЕЧАНИЕ
4.10 ⁶	1300	
30.10 ⁶	1600	
200.10 ⁶	2000	
450.10 ⁶	2400	
1250.10 ⁶	3000	

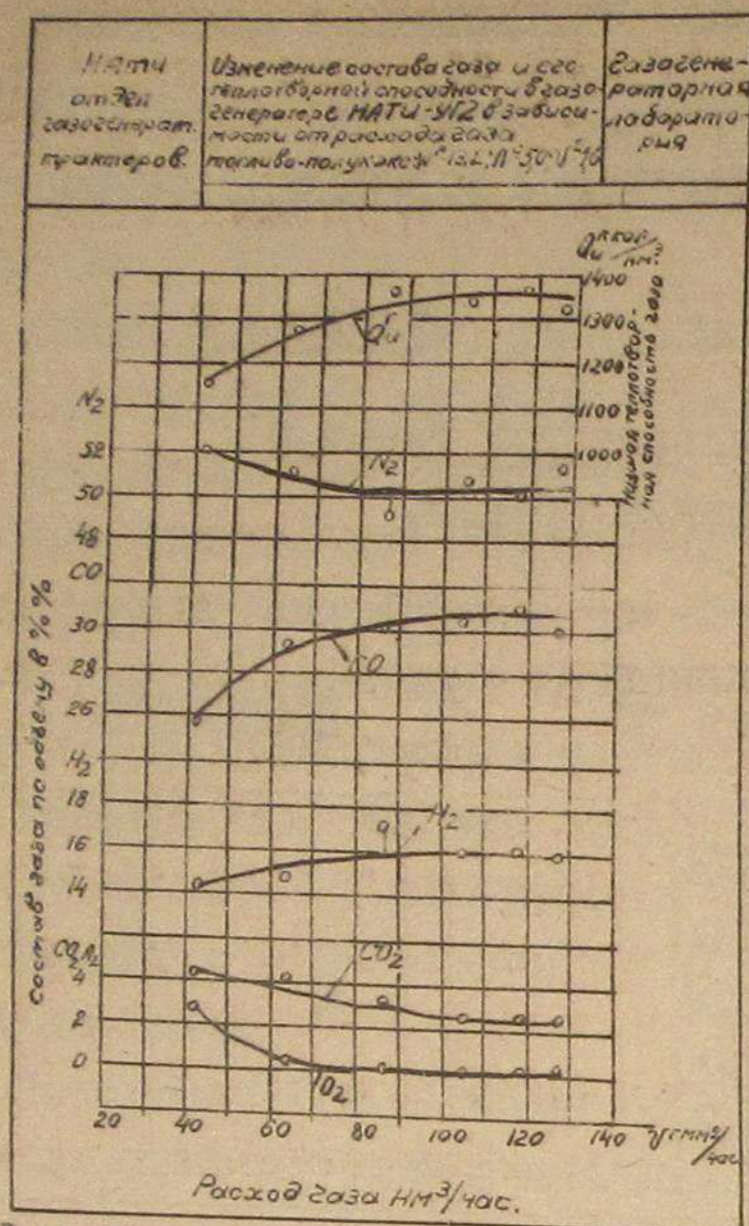
Для ускорения подъема температур в очаге горения и увеличения количества сгорающего топлива, необходимо увеличение притока кислорода воздуха и следовательно увеличение расхода газа при отсасывании или повышении расхода воздуха при нагнетании.

Увеличение относительной скорости воздуха и топлива ускоряет процесс диффузии кислорода к поверхности топлива через застойную пленку продуктов горения, образующихся на поверхности кусков горящего топлива.

Это вызывает увеличение поверхности горящего топлива K_s ; так как величина коэффициента диффузии пропорциональна скорости газов.

Зависимость состава газа и теплотворной способности его от расхода газа при нормальной работе газогенератора БГ показана на фиг.1.

х/ В.П. Линчевский "Топливо и его сжигание" Metallurgizdat 1947 г. стр.179.



Фиг. I. Зависимость состава и теплотворности от расхода газа.

Теплотворность газа непрерывно возрастает. Процесс розжига можно считать законченным по достижении минимальной теплотворной способности газа по величине и количеству газа, достаточных для совершения работы по преодолению трения возвратно-движущихся и вращающихся деталей в двигателе и сил инерции, увеличивающихся с повышением оборотов двигателя, так как преодоление сухого трения в начале трогания деталей двигателя с места совершается пусковым двигателем ПД-10 при работе его на бензине. В момент начала пуска двигателя расход отсасываемого газа после розжига снижается, так как число оборотов коленчатого вала основного двигателя при вращении его пусковым двигателем составляет 230-250 в минуту. Этому числу оборотов соответствует расход газа в пределах 30 м³/час при $\zeta_v = 0,9$, что приводит к замедлению розжига в момент перевода двигателя на газ, так как розжиг производится при значительно большем расходе газа.

Из хода кривых следует, что теплотворная способность газа увеличивается с расходом газа, подтверждая приведенное положение о целесообразности увеличения расхода газа при розжиге.

Завершение создания очага горения в слое топлива характеризуется полным использованием поступающего кислорода воздуха, достижением максимального значения CO_2 и начинающимся значительным повышением содержания в газе CO . С этого момента начинается процесс восстановления CO_2 и разложения H_2O , сопровождающийся увеличением объема газа и повышением содержания H_2 и CO .

Следует отметить, что среднее индикаторное давление за цикл P_i в период пуска при указанных оборотах двигателя должно превышать удельную работу трения $P_{тр}$, т.е. иначе скорость вращения коленчатого вала не будет увеличиваться, т.е. при пуске

$$P_i > P_{тр}$$

Возможность этого может быть обеспечена в том случае, если теплотворность газа после пуска двигателя повышается.

По данным лаборатории газовых двигателей пуск двигателя на газе в нормальных летних условиях совершался при достижении теплотворной способности газа в 600 ккал/м³.

Уменьшение необходимой теплотворности газа для пуска зависит от степени совершенства регулирования смеси газа с воздухом, при малых расходах воздуха для сгорания в двигателе.

Весь процесс пуска двигателя на газе разделяется на два этапа: а/розжиг и б/ перевод двигателя на газ.

В данной работе освещаются результаты исследования процесса розжига и факторов, ускоряющих достижение минимальной теплотворности газа.

Как указано выше, весь процесс розжига можно разделить на следующие три стадии:

- а/ воспламенение топлива,
- б/ создание очага горения,
- в/ начало восстановительных реакций.

Подобное расчленение процесса розжига позволяет выявить факторы, влияющие на ускорение розжига.

В первой стадии розжига наибольшее влияние оказывает температура газов, являющихся продуктами горения паров жидкого топлива факела, прогревающих топливо до температуры воспламенения.

Значительно влияет на температуру продуктов горения паров жидкого топлива коэффициент избытка воздуха. Неравномерный прогрев топлива, при котором не все куски топлива, прилегающие к месту подвода факела прогреваются до температуры воспламенения, приводит к значительному увеличению коэффициента избытка воздуха в начале процесса горения топлива, так как в этом случае часть кислорода воздуха может пройти, не реагируя с углеродом топлива.

В этой стадии розжига сосредоточие дутья ускоряет процесс воспламенения и расход воздуха не должен превышать количества, необходимого для сжигания паров жидкого топлива.

Во второй стадии розжига, когда воспламенение угля началось на поверхности кусков, температура возросла, и реакции приняли гетерогенный характер, увеличение относительной скорости воздуха будет ускорять процесс диффузии кислорода через застойную пленку газов, образовавшихся в результате протекания реакций окисления. Увеличение расхода воздуха будет являться фактором, ускоряющим процесс розжига, потому что процесс диффузии лимитирует скорость реакций.

Так как очаг горения является источником тепла для всех эндотермических реакций восстановления CO_2 , разложения водяных паров, то совершенно очевидно, что течение реакций восстановления может происходить только при достаточном количестве кислорода, поступающего в очаг горения.

Таким образом только в период прогрева топлива до воспламенения его, расход воздуха может быть снижен, а для дальнейшего ускорения процесса розжига необходимо увеличение его.

В связи с изложенным были намечены следующие мероприятия для экспериментальной проверки по ускорению розжига:

а/ розжиг с вспомогательной фурмой, устанавливаемой только на период розжига в газогенераторе на определенной высоте от колосниковой решетки.

б/ Розжиг с увеличенным расходом газа путем отсасывания при сохранении общей схемы установки отсасывающего вентилятора.

в/ Розжиг с увеличенным расходом воздуха при подаче его под колосники газогенератора с некоторым избыточным давлением и выпуском газов после циклона через вытяжную трубу, как это предусмотрено проектом Б.

Первое мероприятие рассчитано на ускорение розжига при малых расходах газа.

Второе - позволяет установить необходимые исходные данные для отсасывающего вентилятора.

Третье мероприятие позволяет при сохранении размеров вентилятора значительно /в 2-3 раза/ повысить его производительность путем уменьшения сопротивлений на линии нагнетания.

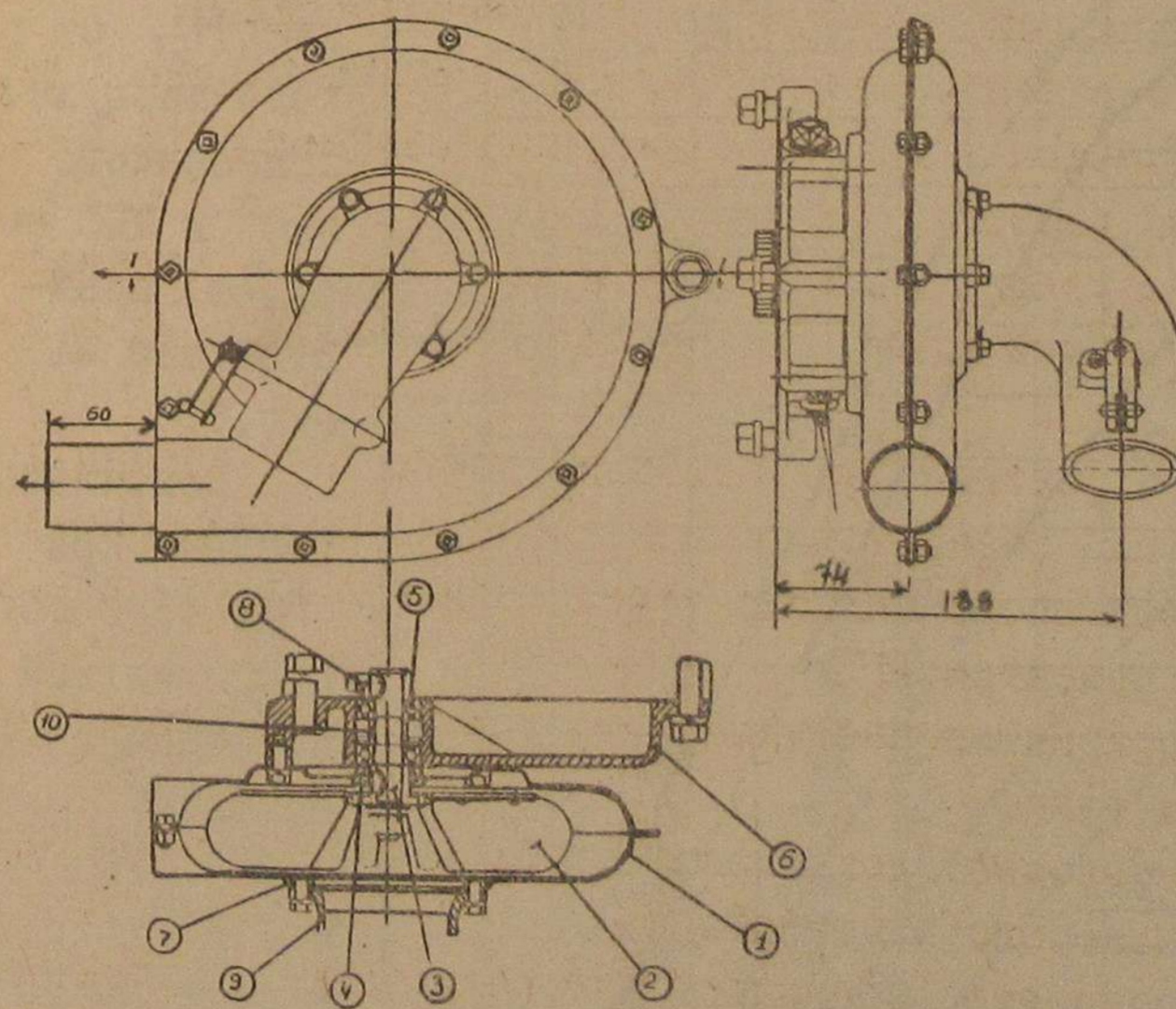
П. ВЫБОР РАСХОДА ГАЗА ДЛЯ РОЗЖИГА.

Для проведения экспериментальных работ по розжигу необходимо было выбрать диапазон расхода газа.

В газогенераторных тракторах ХТЗ-Т2Г и МГ-17 при розжиге отсасывание газа осуществляется двигателем, причем в первом случае двигатель работает на смеси бензо- и газовой смеси, а во-втором двигатель используется как насос, вращение которого производится вспомогательным пусковым двигателем.

Опыты по розжигу полукокса на тракторе типа ХТЗ Т2Г с газогенератором УГ-2, проведенные в НАТИ в 1950 г. показывали, что розжиг полукокса и перевод двигателя на газ производился в течение 10-12 минут.

Произведенные подсчеты показывают, что расход газа при этом составлял порядка $85-90 \text{ м}^3/\text{час}$. Отсасывающий вентилятор в первоначальном варианте, предложенном для газогенераторных тракторов ГТ-58 и ГБ-58, обеспечивал расход газа не более $50 \text{ м}^3/\text{час}$.

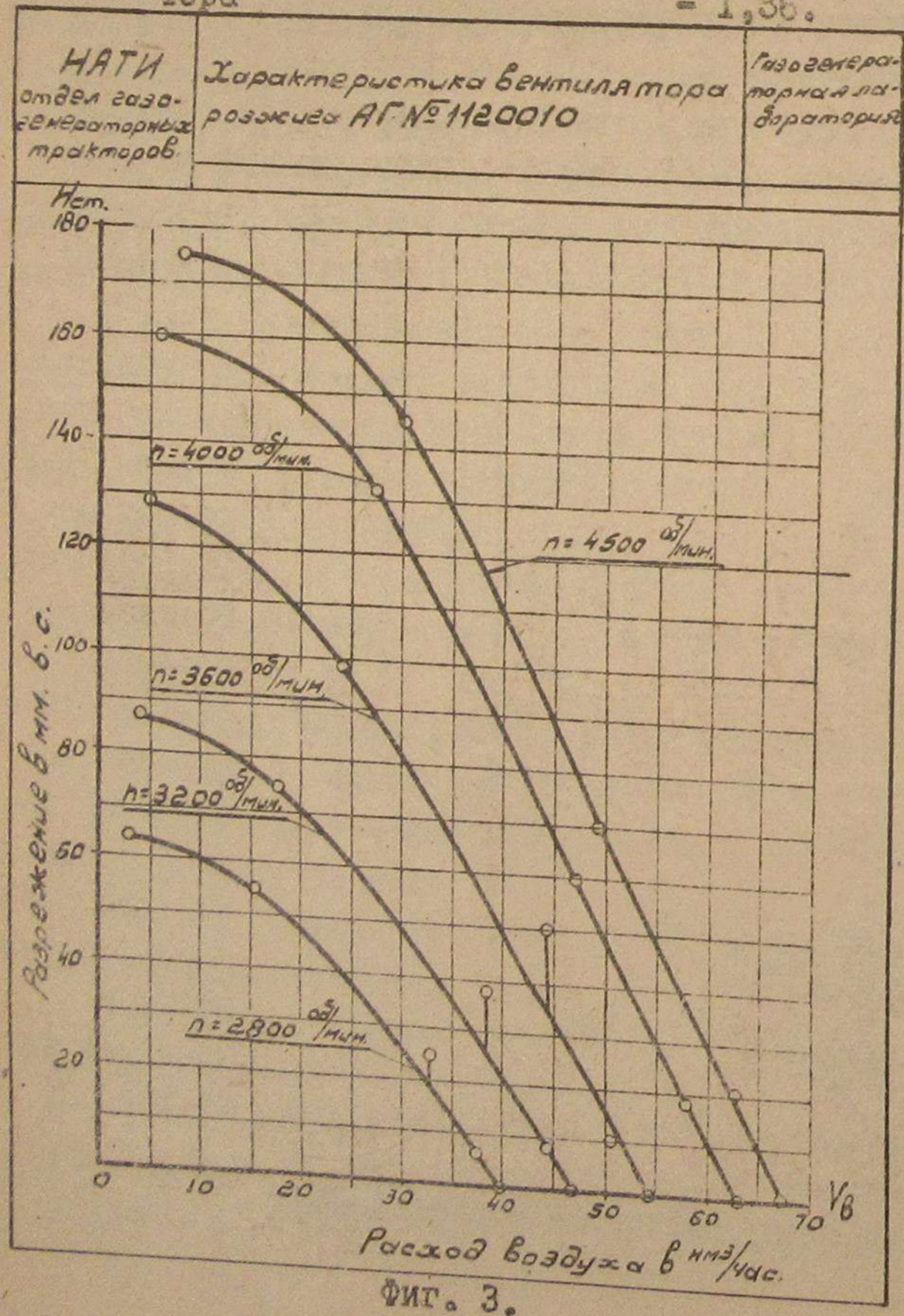


Нормальный расход двигателя ГД-50 составляет $95,5 \text{ м}^3/\text{час}$. Вентилятор розжига АГ-1120010 с прямыми лопатками, запроектированный для газогенераторных тракторов представлен на фиг. 2.

Фиг.2. Вентилятор розжига НАТИ АГ-1120010.

Вентилятор имел следующие размеры рабочего колеса:

1. Диаметр колеса наружный - 200 мм.
2. Диаметр -"- внутренний - 86 мм.
3. Число лопаток радиальных - 12
4. Ширина лопаток - 37,5 мм.
5. Ширина кожуха - 47 мм.
6. Диаметр всасывающего патрубка вентилятора - 55 мм.
7. Диаметр выходного патрубка вентилятора - 47 мм.
8. Число оборотов колеса - 4500 об/мин.
9. Передаточное число от вала пускового двигателя к колесу вентилятора - 1,36.



Лопатки к диску рабочего колеса были приклепаны. Характеристика зависимости $H_{ст}$ от расхода воздуха, отнесенного к 0° и 760 мм. рт.ст. представлена на Фиг. 3.

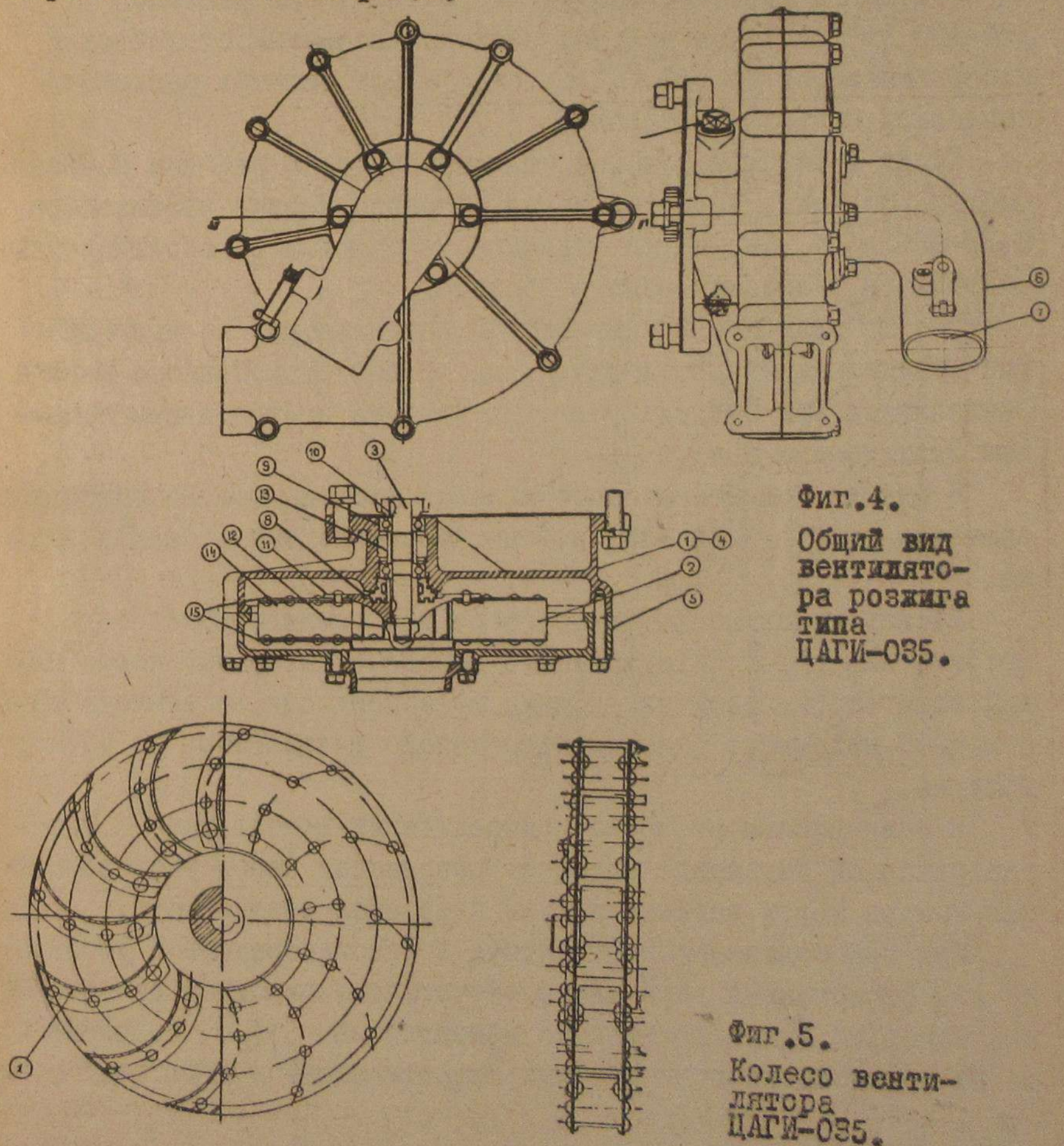
Вентилятор создает при $n = 4500$ об/мин. максимальный полезный статический напор $H_{ст} = 175$ мм. вод. ст. и поэтому расход газа, создаваемый им при отсасыва-

нии после газогенераторной установки составлял не более $41 \text{ м}^3/\text{час}$.

Диск вентилятора оказался недостаточно прочным и в дальнейшем был изменен. Лопатки были установлены между двумя параллельными дисками. С этим рабочим колесом характеристика вентилятора не снималась.

Для увеличения производительности вентилятора ЦАГИ рекомендовал применить вентилятор ЦАГИ-035 с рабочим колесом, имеющим лопатки, загнутые вперед.

Общий вид вентилятора типа ЦАГИ-035 представлен на Фиг. 4, а рабочее колесо на Фиг. 5.



Фиг. 4.
Общий вид вентилятора розжига типа ЦАГИ-035.

Фиг. 5.
Колесо вентилятора ЦАГИ-035.

Вентилятор характеризуется следующими данными:
 Диаметр рабочего колеса наружный - 220 мм.
 -"-"-"-"-"- внутренний - 77 мм.
 Ширина лопаток - 30 мм.
 Угол выхода струи с лопаток β - $34^{\circ}30'$
 Число оборотов рабочего колеса в минуту - 4500

Характеристика $H_{ст}$ вентилятора в зависимости от расхода воздуха и числа оборотов колеса представлена на фиг.6.

Максимальное значение $H_{ст}$ вентилятора ЦАГИ-035 при $n = 4725$ об/мин. составляет 240 мм.в.с. при расходе 100-130 м³/час. При меньших расходах полезный статический напор снижается до 220 мм.вод.ст., а при больших расходах снижается более значительно.

Таким образом в отличие от вентилятора с рабочим колесом, имеющим лопатки, загнутые назад, характеристика вентилятора ЦАГИ-035 $\frac{dH}{dQ}$, не круто падающая, а пологая с небольшим максимумом на указанном режиме расхода.

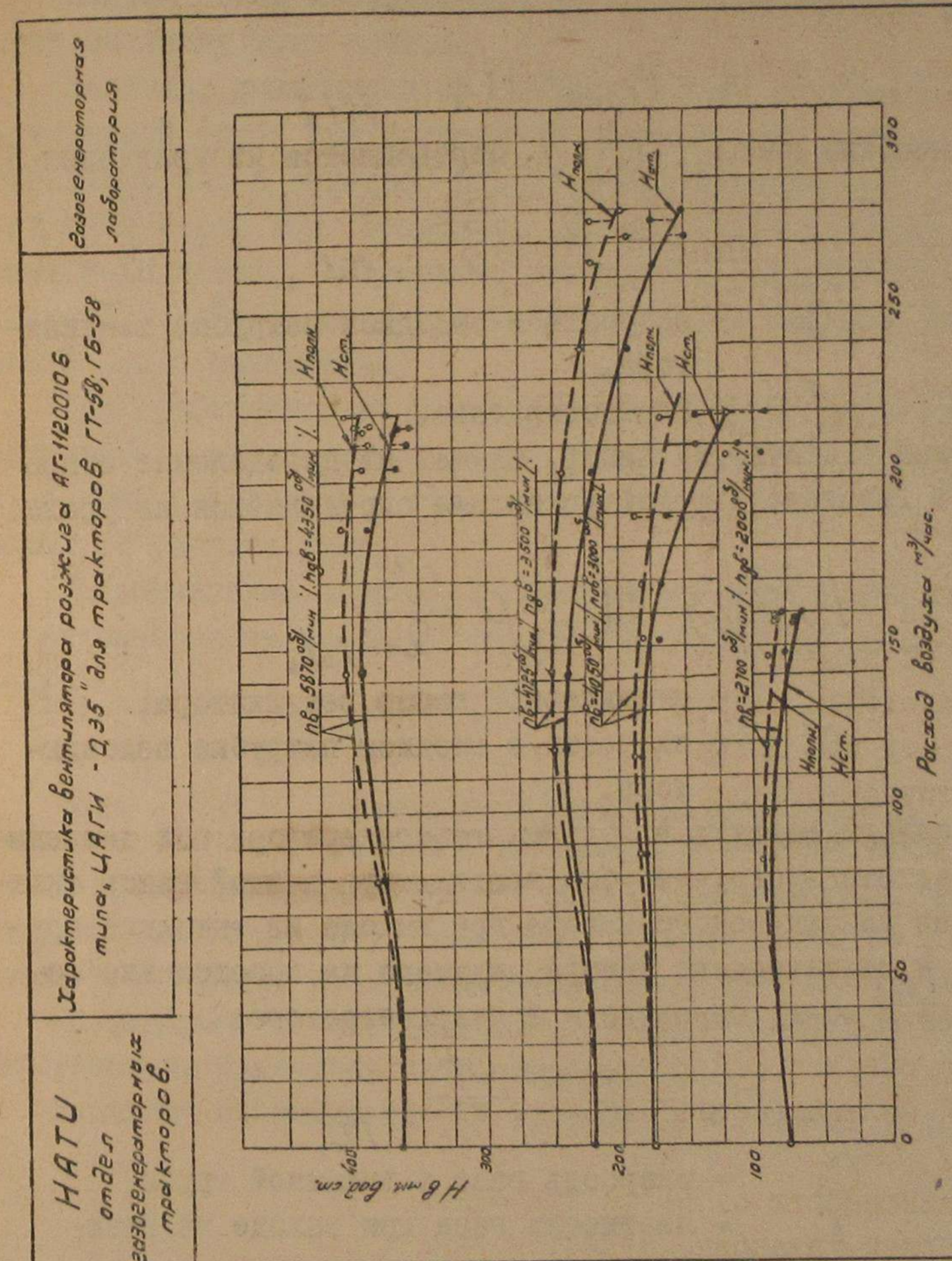
Это не является преимуществом вентилятора, но позволяет при преодолении сопротивлений, не превышающих полного напора, располагать при больших расходах воздуха значительным полезным статическим напором $H_{ст}$.

В случае повышения сопротивления в сети выше максимального значения $H_{ст}$, вентилятор может резко изменять расход воздуха.

Производительность вентилятора при розжиге может быть графическим путем определена из пересечения кривой сопротивления газогенераторной установки, в зависимости от расхода газа с кривой полезного статического напора вентилятора по расходу воздуха.

В зависимости от места присоединения вентилятора к газогенераторной установке меняется разрежение перед всасывающим или напор перед нагнетательным патрубком вентилятора.

При присоединении вентилятора к газогенераторной установке для отсасывания газа перед смесителем, полезный статический напор на линии всасывания вентилятора $H_{ст}$ затрачивается на преодоление всех местных сопротивлений в агрегатах уста-



Фиг.6.

новки $h_{г.у.}$ и на создание скорости C_1 во всасывающем патрубке вентилятора. Часть полного напора H затрачивается на создание скорости в выходном патрубке вентилятора. Полный напор определяется из уравнения:

$$H = H_{дин} + H_{ст} \quad /4/$$

Динамический напор $H_{дин}$ определяется из уравнения 5:

$$H_{дин} = \rho \cdot \frac{C_2^2}{2} \quad /5/$$

где: C_2 - скорость в выходном патрубке вентилятора.

ρ - плотность газа.

Полезный статический напор, идущий на преодоление сопротивлений в газогенераторной установке определяется из уравнения /6/:

$$h^2_{г.у.} = H_{ст} - \rho \frac{C_1^2}{2} \quad /6/$$

где: $H_{ст}$ - статический напор вентилятора,
 C_1 - скорость в входном патрубке вентилятора.

При подводе воздуха в зольник газогенератора под давлением от нагнетательного патрубка вентилятора полный напор складывается из динамического напора при выходе из вытяжной трубы H_3 и статического напора, идущего на преодоление сопротивлений в воздухопроводе и в газогенераторе:

$$H_3 = \rho_3 \cdot \frac{C_3^2}{2} \quad /7/$$

где: C_3 - скорость газа в вытяжной трубе
 ρ_3 - плотность газа при выходе из газогенератора.

Сопротивление воздухопровода от вентилятора до газогенератора при скоростях движения воздуха, не превышающих 8-10 м/сек., невелико, и поэтому основное сопротивление складывается из потерь давления в газогенераторе, состоящих из потерь давления в слое топлива, колосниковой решетки, газоотборном патрубке и зависит от места установки вытяжной трубы.

При установке вытяжной трубы после циклона к потерям давления в газогенераторе прибавляются потери статического напора в циклоне.

Выпуск газов непосредственно после газогенератора уменьшает величину этих потерь.

Величина динамического напора H_3 на создание скорости в вытяжной трубе при нагнетании вентилятором воздуха в газогенератор или в выходном патрубке вентилятора при отсасывании газа через всю установку, при скоростях газа, не превышающих 8-10 м/сек., составляет в пределах расхода газа от 60 до 100 м³/час не более 1-6 мм. в.с. и поэтому этой величиной можно пренебречь.

При графическом методе определения производительности вентилятора можно пользоваться значениями $H_{ст}$ вентилятора и данными разрежений в газогенераторной установке в зависимости от расхода газа.

Сопротивление агрегатов газогенераторной установки $h_{г.у.}$ в зависимости от расхода газа U_r следует квадратичному закону:

$$h_{г.у.} = K \cdot U_r^2 \quad /8/$$

где: K - коэффициент, учитывающий местные сопротивления и изменения удельного веса газа.

На фиг.7 нанесены кривые сопротивлений отдельных агрегатов газогенераторной установки БГ в зависимости от расхода газа, построенные по приведенному эмпирическому уравнению.

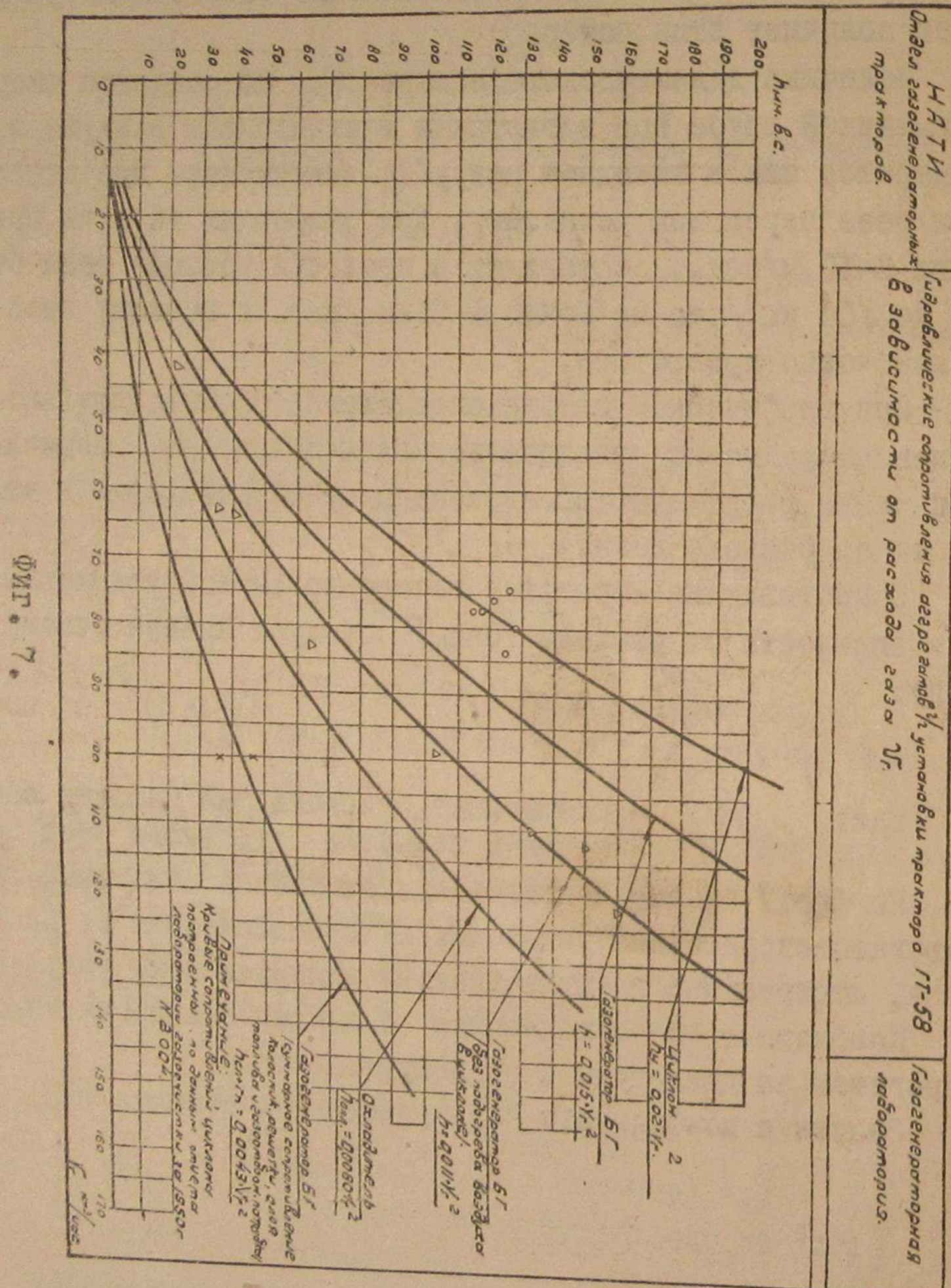
Коэффициент "К" определялся по данным стендовых испытаний агрегатов на двигателе и на вакуумнасосе.

Значения коэффициента "К" приведены в таблице № 3.

Таблица № 3.

Значения коэффициента "К".

№ № п/п	Наименование агрегата газогенераторной уста- новки	К	Примечание
1	2	3	4
1.	Газогенератор БГ:	0,0155	Испытания 1950г.
2.	а/ без подогрева воздуха в циклоне	0,011	Испытания 1951г.
3.	б/ без паровоздушной линии /подвод воздуха в зольник/	0,0043	Испытания 1950 и 1951 г.
4.	Центробежный очиститель /циклон/	0,020	Испытания 1950г. лабораторной га- зоочистки, отчет № 2004.
5.	Охладитель газа /с газо- проводом до фильтра/	0,0080	Данные стендовых испытаний 1950г. лаборат.газ.двиг- гат. / U_r при- нято 95 $м^3/час.$
6.	Фильтр газа	0,016	По тем же испы- таниям 1950 г.
7.	Газогенераторная уста- новка при нормальной работе	0,076- 0,080	
8.	Газогенераторная установ- ка при розжиге /впуск воз- духа через люк зольника/	0,065	
9.	Газогенераторная установ- ка в загрязненном состо- янии.	0,10	



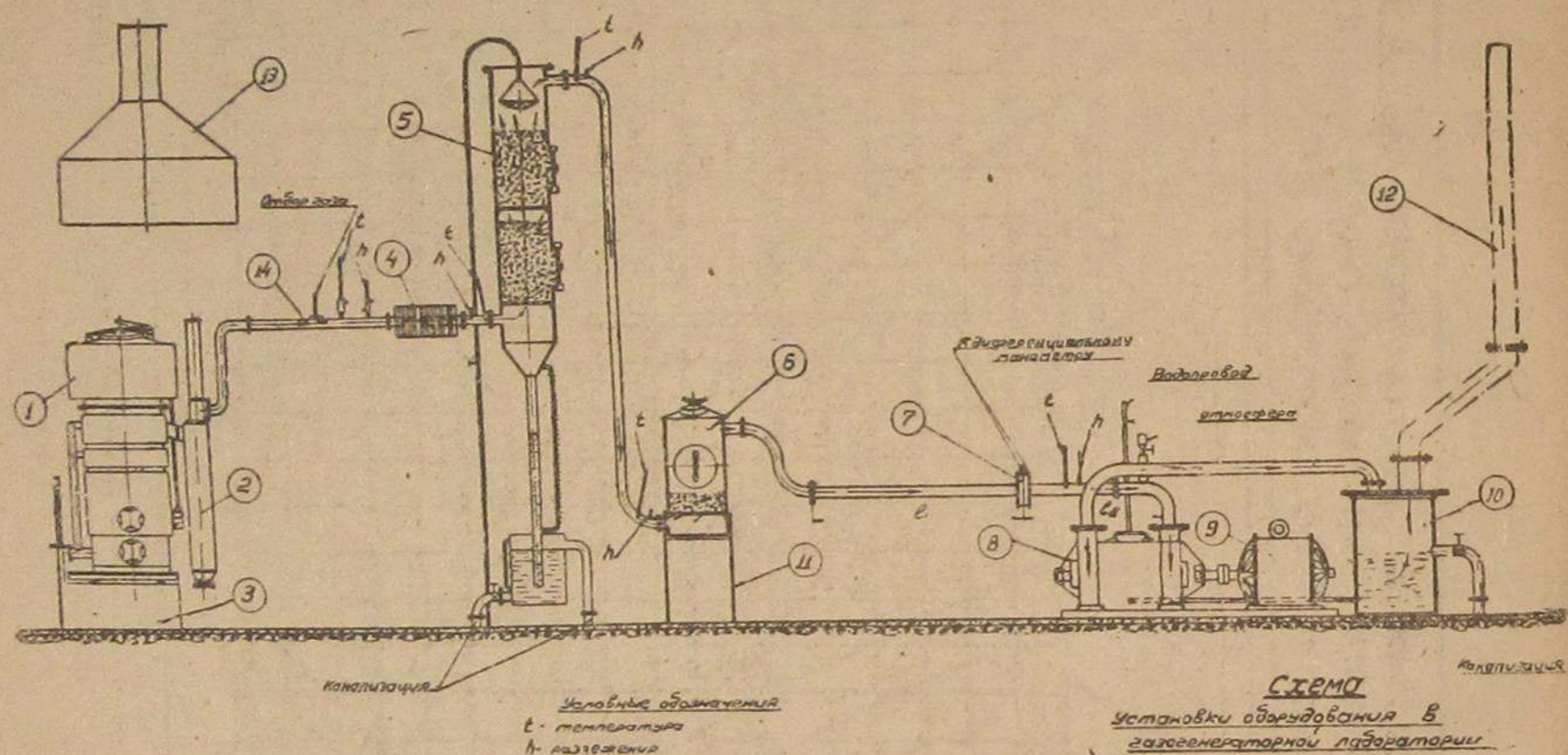
Фиг. 7.

III. РОЗЖИГ ПОЛУКОКСА СО ВСПОМОГАТЕЛЬНОЙ ФУРМОЙ.

I. Объект испытаний.

Опыты по исследованию розжига полукокса проводились на безмоторном стенде в газогенераторной лаборатории.

Схема установки газогенератора БГ при испытании на безмоторном стенде показана на фиг.9.



Фиг.9. Схема установки газогенератора БГ на безмоторном стенде.

Безмоторный стенд состоял из вакуумнасоса /8/, дроссельного прибора /7/ для определения расхода газа, фильтра тонкой очистки /6/, скруббера /5/, циклона /2/ и газогенератора /1/. После скруббера газ отбирался в горелку калориметра с помощью вакуумного лабораторного насоса.

Для поддержания необходимого давления в газовой системе калориметра часть газа из ресивера перепускалась в атмосферу.

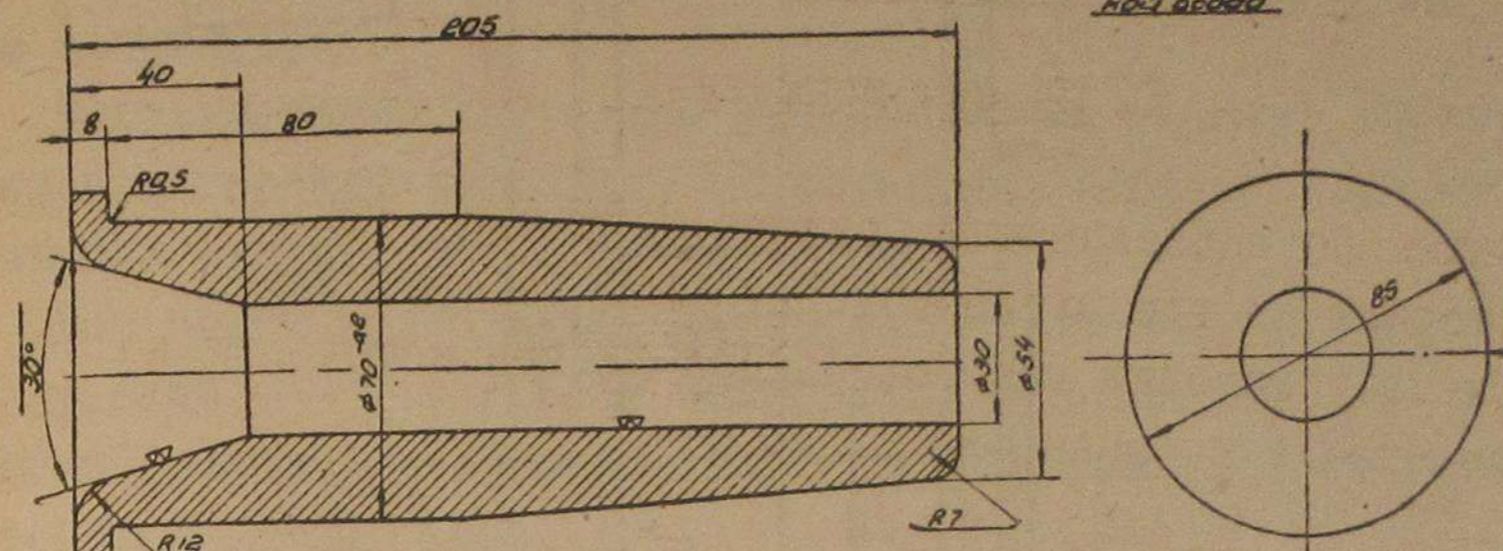
Для создания концентрированного потока газов факела при розжиге и увеличении скорости дутья в газогенератор вставлялась дополнительная фурма, схема которой представлена на фиг.10. Фурма изготовлялась из стали 25 и имеет коническую форму для увеличения отвода тепла от переднего торца.

Указанная форма фурмы была выбрана на основании экспериментов с несколькими видами фурм. Основные опыты проводились с фурмой цилиндрической формы, показанной на фиг.11, имеющей

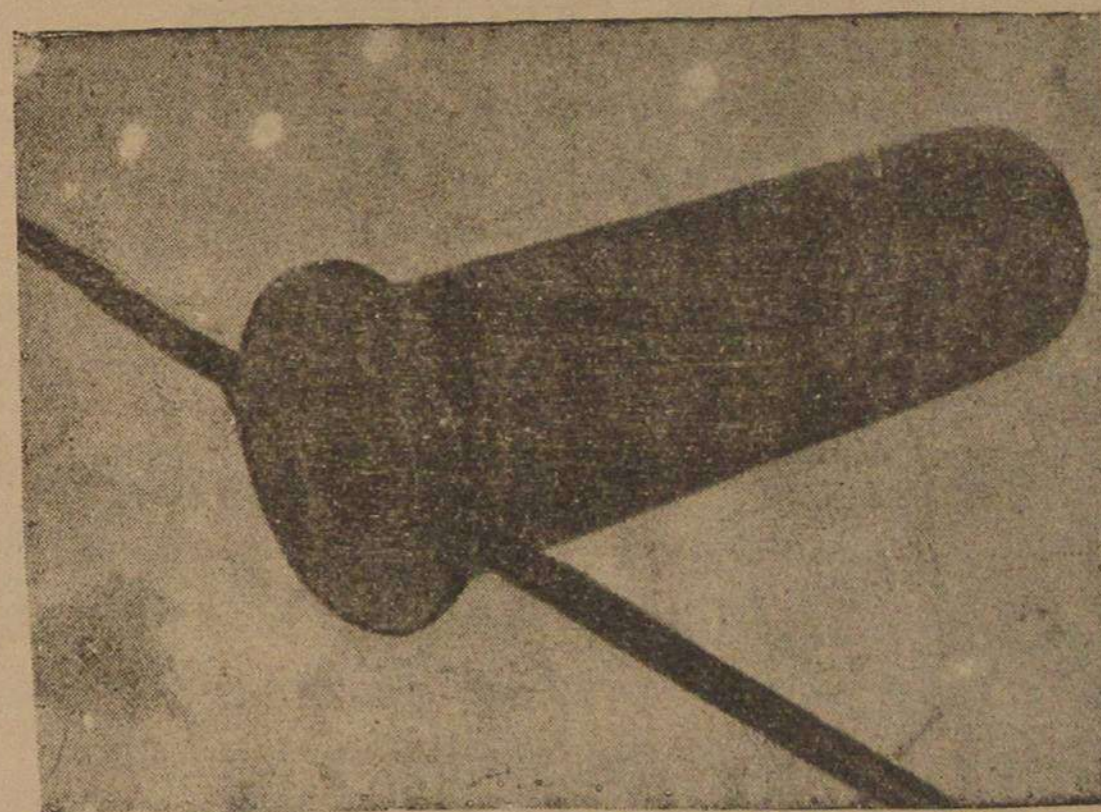
диаметр 30 мм.

Размеры обработанных поверхностей, не имеющие указаний о допусках, выдерживать с точностью $\pm 0,25$

Обработка кругом ∇ кроме указанных осей



Фиг. 10. Фурма.



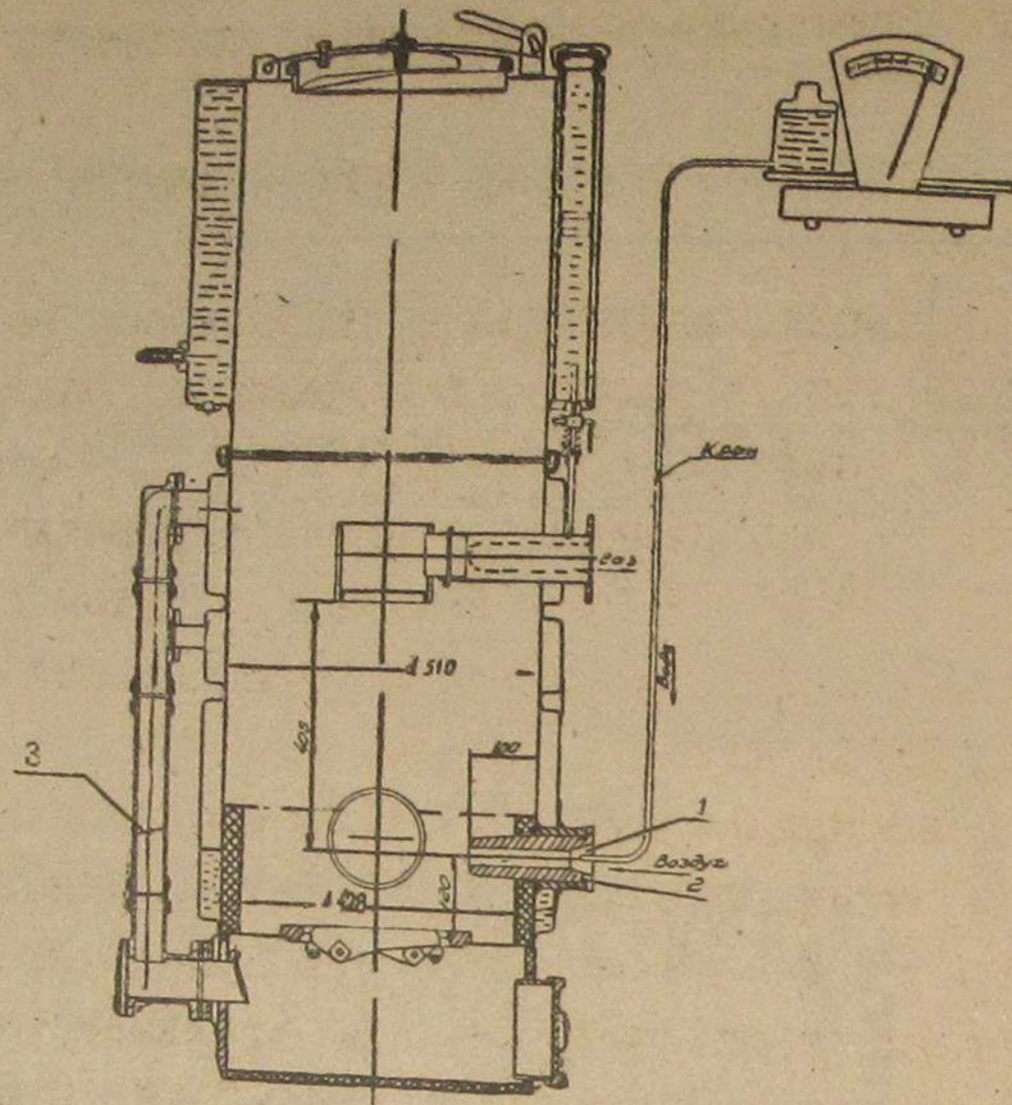
Фиг.11. Вспомогательная фурма для розжига /цилиндрическая/.

Схема потока воздуха, газа и воды при розжиге с фурмой, показаны на фиг.12.

Воздух поступает при розжиге только через фурму I. Уплотнение фурмы обеспечивалось шнуровым асбестом 2, пароводяная линия отсоединялась заслонкой 3, установленной в трубе паровоздушной смеси.

При розжиге подводилась вода по трубочке, устанавливаемой в центре отверстия фурмы.

Подвод воды при розжиге являлся необходимым не только для увеличения теплотворности газа, но главным образом для предохранения торца фурмы от обгорания.



Фиг.12. Схема установки фурмы в газогенераторе БГ и движения потока воздуха, воды и газа при розжиге.

Фурма без охлаждения с носком из жароупорной стали не выдерживала повторных розжигов, так как температура при розжиге по замерам оптическим пирометром превышала 1500°C .

Ввод воды приводил к сильному охлаждению кусков угля перед торцом фурмы и уменьшал температуру газов.

2. Методика опытов.

Опыты по исследованию розжига полукокса с различными скоростями дутья и увлажнением воздуха проводились на безмоторном стенде с фурмой диаметром 30 мм.

Изменение скорости воздушного дутья достигалось изменением расхода газа. Отсасывание осуществлялось водокольцевым вакуумным насосом 8 /см.фиг.9/. Расход газа определялся по перепаду давлений в диафрагме /7/ и приводился к нормальным условиям 0°C и 760 мм.рт.ст. на основании замера температуры и давления газа перед диафрагмой. Удельный вес газа принимался средний за опыт.

Расход воды, поступающий с воздухом в фурму из бачка, установленного на весах, регулировался краником и определялся

по времени истечения определенного количества воды секундомером.

Вода подавалась в фурму через 2 минуты после воспламенения полукокса.

Воспламенение полукокса производилось газами, образующимися при горении керосина, смачивающего факел из хлопчатобумажных концов.

Все опыты проводились со свежезагруженным полукоksom, влажностью $W^p = 8-9\%$ и зольностью сухой массы $A^c = 5\%$. Розжиг производился после полного остывания газогенератора в течение 22-24 часов.

После воспламенения полукокса производился отбор проб газа, при выходе его из газогенератора через 2-3 мин.

Догорание газа не имело места при выходе из газогенератора, так как температура его не превышала 50°C .

В горелке калориметра, к которой газ подводился под давлением, фиксировался момент появления устойчивого газового пламени.

В течение опыта отбор проб газа производился в газовые бюретки емкостью 100 и 200 миллилитров. Анализ газа производился в газоанализаторе с отдельным дожиганием для определения H_2 и CH_4 . Кроме состава газа определялись температура газа после газогенератора и температура окружающей среды. Разрежения замерялись ртутными и водяными пьезометрами. Температуры газа определялись ртутными термометрами и термопарой.

Опыты по розжигу с вспомогательной фурмой проводились при расходе газа от 35 до 100 $\text{нм}^3/\text{час}$.

Увлажнение дутья проводилось в пределах расхода воды от 2,5 до 4 $\text{кг}/\text{час}$.

Расход газа при опытах с различным расходом воды в период розжига был выбран 60 $\text{нм}^3/\text{час}$, исходя из изложенных выше соображений.

Теплотворность газа рассчитывалась по уравнению:

$$Q_H^r = 30,5 \text{ CO} + 25,7 \text{ H}_2 + 84,65 \text{ CH}_4 \text{ ккал}/\text{нм}^3 \text{ /8/}.$$

Расход воздуха, поступающего в газогенератор в период розжига, определялся по содержанию азота в газе и вычислялся

ся по уравнению:

$$V_g = \frac{N_2^r \cdot V_r}{79} \quad \text{нм}^3/\text{час} \quad /7/$$

Коэффициент избытка воздуха в процессе розжига в газогенераторе α_r - определялся по уравнению:

$$\alpha_r = \frac{N_2^r}{N_2^r - 3,762 O_2^r} \quad /8/$$

где: N_2^r и O_2^r - содержание азота и кислорода в газе.

Этим коэффициентом определяется использование воздуха, поступающего в газогенератор, и ход изменения его характеризует распространение очага горения в слое топлива.

Увеличенные значения α_r характеризуют замедление процесса розжига. Нормальная величина $\alpha_r = 1,015$ при содержании $O_2 = 0,2\%$.

Для характеристики управляемости регулирования газовой смеси по отдельным опытам подсчитывался коэффициент избытка воздуха для сгорания всего топлива α_T .

$$\alpha_T = \frac{1}{1 - \frac{79}{21} \cdot \frac{O_2 - [0,5(CO + H_2) + 2CH_4]}{N_2}} \quad /9/$$

В этом уравнении участвуют полностью газы, определяемые при анализе.

Нормальная величина $\alpha_T = 0,502$ указывает о потребности воздуха для сгорания в двигателе. Ход изменения α_T характеризует при значениях $\alpha_T > 1$ невозможность регулирования качества смеси и только при значениях $\alpha_T < 1$ процесс приготовления газовой смеси в смесителе становится возможным.

Теоретически необходимое количество воздуха для сгорания газа определялось из уравнения:

$$V_0 = \frac{1}{0,21} [0,5(CO + H_2) + 2CH_4 - O_2] \quad /10/$$

При V_0 - отрицательном, $\alpha_T > 1$.

Выход газа из полукоса в процессе розжига определялся по уравнению:

$$V_g = \frac{1,867 \cdot C^p}{(CO + CO_2 + CH_4)} \quad \text{нм}^3/\text{кг} \quad /11/$$

где: C^p - содержание углерода в полукосе принято 79,5% CO, CO_2, CH_4 - компоненты в газе в % по объему.

Величина C^p определена, исходя из содержания в горючей массе $C^r = 91\%$ и пересчитана по содержанию влаги в рабочем топливе $W^p = 8\%$ и золы $A^c = 5\%$.

Пересчет производился по уравнению:

$$C^p = C^r \cdot \frac{100 - (W^p + A^c)}{100} \quad /12/$$

Содержание золы в рабочем топливе определялось из уравнения:

$$A^p = A^c \cdot \frac{(100 - W^p)}{100} \quad /13/$$

где: A^c - содержание золы в сухом топливе.

Расход полукоса в процессе розжига определялся по уравнению:

$$G_T = \frac{V_r}{V_g} \quad \frac{\text{кг}}{\text{час}} \quad /14/$$

где: V_r - расход газа в нм³/час,

V_g - выход газа в нм³ на 1 кг топлива.

Определяя расход полукоса при розжиге в течение 1 минуты и принимая значение его средним за прошедший отрезок времени, а затем суммируя эти величины был определен расход полукоса за период розжига.

Таким образом ход процесса розжига возможно оценивать по следующим критериям:

- 1/ Изменению состава газа по времени.
- 2/ Достижению минимального значения Q_H^r .
- 3/ Коэффициенту избытка воздуха в газогенераторе α_r .
- 4/ Коэффициенту избытка воздуха для сгорания топлива α_T .
- 5/ Теоретически необходимому количеству воздуха V_0 .
- 6/ Времени полного перехода двигателя на газ.
- 7/ Выходу газа в процессе розжига V_g .
- 8/ Расходу топлива в процессе розжига G_T .

Основными критериями оценки розжига является состав газа, количество газа и время перевода двигателя на газ.

Методика опытов при розжиге с наддувом излагается во второй части отчета.

3. Результаты опытов по розжигу полукокса со вспомогательной фурмой при различных скоростях дутья.

При розжиге со вспомогательной фурмой и различными расходами газа разрежение после газогенератора возрастало с повышением расхода газа, но в течение опыта на одном расходе газа уменьшалось, в связи с уменьшением количества воздуха, поступающего в газогенератор. После начала горения полукокса происходит резкое падение разрежения.

Об изменении разрежения после газогенератора дают представление данные, приведенные в таблице № 4.

Таблица № 4.

Разрежение после газогенератора в процессе розжига.

Дата	Расход газа в $\text{м}^3/\text{ч}$	Разрежение в мм.вод.ст. в период розжига τ в мин.														
		$\tau=1$	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
4/ХП-50	36,8	-	118	25	-	25	-	25	-	27	-	25	-	25	-	-
3/ИУ-5I	61,0	-	-	48	-	46	-	46	-	46	-	44	-	50	-	-
I/ П-5I	103,0	-	115	-	105	-	100	-	100	-	98	-	95	-	95	-
3/П-5I	101	-	-	-	120	-	145	-	115½	-	115	-	105	-	105	-
24/I-5I	82,2	-	92	-	87	-	80	-	72	-	70	-	70	-	-	-

ПРИМЕЧАНИЕ: Время отсчитывалось с момента засасывания горящих газов фурмы.

Температура газа при выходе из газогенератора в период розжига непрерывно возрастает, так как температурный режим в очаге горения повышается.

Данные об изменении температуры газа в период розжига приведены в таблице № 5.

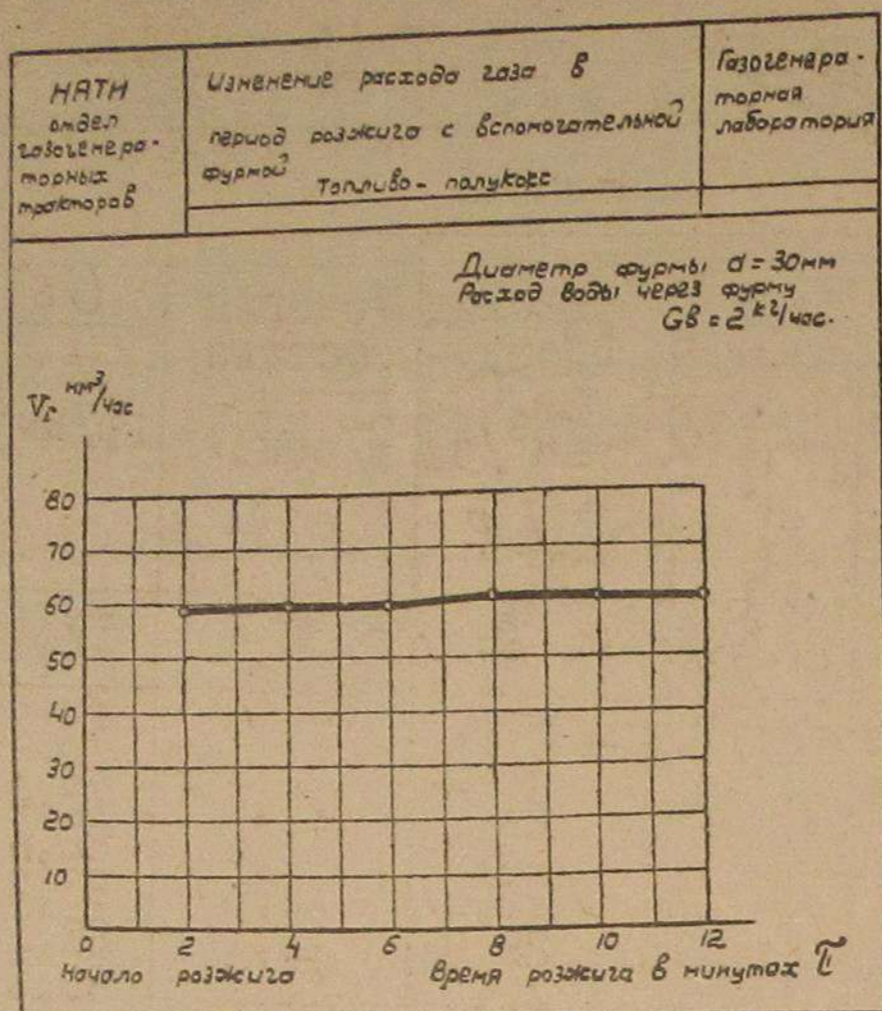
Таблица № 5.

Температура газа после газогенератора в период розжига.

Дата	Расход газа в $\text{м}^3/\text{ч}$	Температура газа в $^{\circ}\text{C}$ в период розжига															
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
4/ХП-50	36,8	-	-	10	-	50	-	60	-	70	-	60	-	60	-	60	-
3/ИУ-5I	61,0	5	-	5	-	5	-	5	-	8	-	8	-	8	-	10	-
I/П-5I	103,5	-	-	-	-	48	-	-	56	-	60	-	56	-	56	-	-
3/П-5I	101,0	-	-	-	8	-	22	-	34	-	38	-	50	-	66	-	90
24/I-5I	82,2	-	18	-	19	-	24	-	40	-	42	-	62	-	-	-	-
	59,4	-	10	-	20	-	35	-	40	-	40	-	-	-	-	-	-

Из приведенных данных следует, что в период розжига происходило повышение температуры газа, но в пределах, исключающих возможность течения реакций между кислородом, содержащимся в газе и остальными компонентами. Возможность окисления горячей части газа в слое топлива, конечно, не исключалась в зонах с более высокой температурой, но эта сторона вопроса для практического использования результатов опытов не представляла интереса, так как необходимо было знать конечный состав газа на данном отрезке времени для питания двигателя при пуске его на газе.

Проверка изменения расхода газа в период розжига, результаты которого приведены на фиг.13 показала, что расход газа в течение опыта повышается с 59,4 до 61,2 $\text{м}^3/\text{час}$, т.е. на 3%, в связи с чем можно считать расход газа постоянным. Расход газа определялся по среднему удельному весу и средним значениям температуры и давления газа перед дроссельным при-



Фиг. 13.

бором.

В таблице № 6 приведены данные по изменению состава газа, теплотворной способности, удельному весу, в период розжига при различных расходах газа.

В этой таблице приведены расчетные данные по расходу воздуха L_b , определенному по уравнению 7. Условная скорость воздушного дутья определялась по формуле:

$$W_b = \frac{L_b}{\frac{\pi d^2}{4} \cdot 3600} \quad \text{м/сек} \quad /15/$$

Отношение $\frac{G_b}{L_b}$, указанное в таблице, характеризует увлажнение дутья, которое в опытах не оставалось постоянным и находилось в пределах от 26 до 88 гр/мм³ воздуха, уменьшаясь с увеличением расхода газа.

Визуальные наблюдения показывали, что испарение воды происходило в конце фурмы и за пределами ее в слое угля.

Расход воздуха в период розжига уменьшается, как это показано на фиг. 14. Производная $\frac{dL_b}{d\tau}$ больше по величине при больших расходах газа, чем при малых.

Таблица № 6.

ЗА.

№ п/п	№ м ³	$\frac{CO}{CO_2}$	Расход	Условия	$\frac{G_b}{L_b}$ гр/мм ³	α_r
			воздуха л/ч. L_b	состава дутья м/сек.		
I		I4	I5	I6	I7	I8
1.		0,56	34,0	13,4	73,0	1,25
2.		1,19	30,4	11,9	82,4	1,18
3.		1,56	29,4	11,6	85,2	1,10
4.		2,14	28,3	11,1	88,5	1,09
5.		2,48	28,3	11,1	88,5	1,12
6.		0,814	48,3	19,0	51,8	1,39
7.		1,26	46,5	18,6	53,8	1,20
8.		1,86	43,6	17,2	57,2	1,18
9.		2,44	42,3	16,6	59,1	1,14
10.		3,04	42,3	16,7	58,8	1,12
11.		3,24	41,3	16,3	60,5	1,10
12.		0,37	99,0	39,0	27,2	3,15
13.		0,82	97,5	38,4	27,7	1,70
14.		1,07	94,8	37,3	28,5	1,56
15.		1,62	85,0	33,4	31,7	1,11
16.		2,75	80,2	31,6	33,6	1,09
17.		3,82	77,5	30,3	34,8	1,09
18.		0,44	56,8	22,4	45,6	1,34
19.		0,96	52,1	20,7	49,5	1,34
20.		1,57	50,1	19,7	51,9	1,19
21.		1,9	49,5	19,5	52,5	1,18
22.		2,19	48,9	19,2	53,1	1,16
23.		2,43	48,1	18,9	54,0	1,13
24.		0,19	81,2	32,0	30,8	4,16
25.		0,18	80,2	31,6	31,2	2,72
26.		0,56	79,8	31,4	31,4	1,81
27.		1,2	75,6	29,8	33,0	1,62
28.		2,12	75,0	29,5	33,4	1,26
29.		2,94	69,0	27,2	36,2	1,25
30.		0,43	98,9	39,9	26,3	2,96
31.		0,95	94,1	37,1	27,6	1,63
32.		1,48	91,1	35,9	28,5	1,25
33.		2,69	84,5	33,3	30,6	1,07
34.		4,0	82,5	32,4	31,6	1,11
35.		4,4	81,4	32,0	32,0	1,06

Таблица № 6.

СОСТАВ ГАЗОВ ПРИ РОЗЖИГЕ ПОЛУКОКСА С ДОПОЛНИТЕЛЬНОЙ ФУРМОЙ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ РАСХОДА ГАЗА.

№ № п/п	Дата опыта	Расход газа нм ³ /час <i>V_r</i>	Расход воды кг/час <i>G_v</i>	Время отбора газа от начала розжига	Состав газа в %% по объему						Низшая тепло- творность газа	γ кг/м ³	$\frac{CO}{CO_2}$	Расход возду- ха нм ³ /ч. <i>L_v</i>	Условия состава дутия м/сек.	$\frac{GvLvг/мм3$	α_r
					CO	CO ₂	O ₂	CH ₄	H ₂	N ₂							
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
1.	4/XI-50 г.	36,8	2,5	I	6,4	11,4	4,2	0,2	1,8	75,0	260	1,3	0,56	34,0	13,4	73,0	1,25
2.	"	"	"	6	12,6	10,6	2,0	0,6	7,6	66,4	630	1,24	1,19	50,4	11,9	82,4	1,18
3.	"	"	"	9	15,4	9,9	1,4	0,6	9,2	63,2	760	1,21	1,56	29,4	11,6	85,2	1,10
4.	"	"	"	II	18,4	8,6	1,4	0,2	10,6	60,8	845	1,19	2,14	28,3	11,1	88,5	1,09
5.	"	"	"	13	19,4	7,8	1,8	0,2	9,8	60,8	870	1,19	2,48	28,3	11,1	88,5	1,12
6.	24/XI-50 г.	51	2,5	2	7,8	9,6	5,6	1,6	0,4	74,8	385	1,32	0,814	48,3	19,0	51,8	1,39
7.	"	"	"	5	12,6	10,0	3,2	1,8	0,4	72,0	545	1,32	1,26	46,5	18,6	53,0	1,20
8.	"	"	"	7	16,4	8,8	2,8	2,4	2,0	67,6	750	1,28	1,86	43,6	17,2	57,2	1,18
9.	"	"	"	10	19,0	7,8	2,2	2,4	2,4	66,2	845	1,26	2,44	42,3	16,6	59,1	1,14
10.	"	"	"	12	20,6	6,8	2,0	2,8	2,0	65,8	917	1,27	3,04	42,5	16,7	58,8	1,12
11.	"	"	"	15	22,0	6,8	1,6	2,2	3,4	64,0	945	1,25	3,24	41,3	16,3	60,5	1,10
12.	I/II-5I г.	103,5	2,7	3	1,8	4,8	13,8	0,4	2,6	76,0	156	1,27	0,37	99,0	39,0	27,2	3,15
13.	"	"	"	5	6,4	7,8	8,2	2,0	0,2	75,4	370	1,33	0,82	97,5	38,4	27,7	1,70
14.	"	"	"	7	9,2	8,6	6,0	2,8	0,6	72,8	534	1,33	1,07	94,6	37,3	28,5	1,36
15.	"	"	"	9	15,2	9,4	1,8	0,6	7,4	65,6	702	1,23	1,62	85,0	33,4	31,7	1,11
16.	"	"	"	II	19,8	7,2	1,4	0,8	8,8	62,0	894	1,2	2,75	80,2	31,6	33,6	1,09
17.	"	"	"	13	22,2	5,8	1,4	0,4	10,2	60,0	969	1,17	3,83	77,5	30,3	34,8	1,09
18.	3/IV-5I г.	61,0	2,6	3	4,8	10,8	5,0	0,4	5,4	73,6	320	1,27	0,44	56,6	22,4	45,6	1,34
19.	"	"	"	5	9,6	10,0	3,6	0,4	8,2	68,0	544	1,23	0,96	52,0	20,7	49,5	1,24
20.	"	"	"	7	13,8	8,8	2,8	0,4	9,4	64,8	700	1,23	1,57	50,1	19,7	51,9	1,19
21.	"	"	"	9	15,2	8,0	2,6	0,4	9,6	64,0	747	1,23	1,9	49,3	19,3	52,5	1,18
22.	"	"	"	II	16,2	7,4	2,4	0,4	10,6	63,2	794	1,19	2,19	48,9	19,3	53,1	1,16
23.	"	"	"	13	17,0	7,0	2,0	0,4	11,2	68,4	844	1,17	2,43	48,1	18,9	54,0	1,13
24.	24/I-5I г.	82,2	2,5	2	0,8	4,2	15,8	0,2	0,2	78,2	46,5I	1,19	0,19	81,2	32,0	30,8	4,16
25.	"	"	"	4	1,4	7,8	13,0	0,2	0,2	77,2	64,8I	1,18	0,18	80,3	31,6	31,2	2,72
26.	"	"	"	6	4,8	8,6	9,2	0,4	0,2	76,8	185,1I	1,18	0,56	79,8	31,4	31,4	1,81
27.	"	"	"	8	9,6	8,0	7,4	0,4	0,4	72,8	422,0	1,18	1,2	75,8	29,9	33,0	1,62
28.	"	"	"	10	14,4	6,8	4,0	0,4	0,4	72,2	512,0	1,18	1,12	75,0	29,9	33,4	1,26
29.	"	"	"	12	18,8	6,4	3,6	0,4	3,8	66,4	702	1,25	2,94	69,0	27,2	36,2	1,25
30.	3/II-5I г.	101,0	2,6	2	2,4	5,6	13,6	0,0	1,0	77,2	184	1,19	0,43	93,9	39,9	26,3	2,96
31.	"	"	"	5	8,0	5,4	7,6	0,8	1,4	73,8	347	1,18	0,95	94,1	37,9	27,6	1,63
32.	"	"	"	7	13,6	3,2	3,6	0,4	3,8	71,2	493	1,18	1,48	91,1	35,9	28,5	1,25
33.	"	"	"	10	21,0	2,8	1,2	0,4	4,0	66,0	764	1,17	2,69	84,1	33,4	30,5	1,07
34.	"	"	"	12	22,4	2,8	1,8	0,4	4,0	65,8	828	1,17	4,0	82,5	32,4	31,6	1,11
35.	"	"	"	14	24,6	2,6	0,8	0,4	5,0	63,6	908	1,17	4,4	81,4	32,0	32,0	1,06

Продолжение таблицы № 6.

I	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
36.	18/У-51 г.	79	2,7	2	2,2	9,4	6,2	0,4	4,4	77,4	214	1,27	0,23	77,4	30,5	34,9	1,43
37.	-н-	-н-	-н-	2	11,2	10,6	11,4	0,2	8,0	68,2	563	1,23	1,05	68,2	26,8	39,6	1,08
38.	-н-	-н-	-н-	6	15,0	8,6	11,2	0,4	13,2	61,6	829	1,16	1,75	61,6	24,2	43,9	1,07
39.	-н-	-н-	-н-	7	19,8	7,6	11,0	0,4	10,8	60,0	912	1,18	2,6	60,0	23,6	45,0	1,06
40.	-н-	-н-	-н-	8	20,4	7,0	11,2	0,4	10,2	60,4	915	1,18	2,91	60,4	23,8	44,6	1,08
41.	-н-	-н-	-н-	18	24,6	5,4	0,8	0,4	8,6	60,0	1001	1,18	4,55	60,0	23,6	45,0	1,05
42.	19/У-51 г.	51,2	2,7	2	10,0	10,8	1,6	3,2	1,4	72,0	514	1,29	0,93	47,0	18,5	57,6	1,09
43.	-н-	-н-	-н-	5	17,2	8,4	1,4	0,4	7,6	64,0	751	1,22	2,05	42,9	16,5	64,3	1,08
44.	-н-	-н-	-н-	8	17,8	7,6	0,6	0,4	8,8	64,8	800	1,20	2,4	42,0	16,5	64,3	1,05
45.	-н-	-н-	-н-	10	22,0	7,1	1,0	0,4	7,8	61,6	902	1,21	3,1	40,2	15,8	67,0	1,06
46.	-н-	-н-	-н-	13	23,0	6,4	1,0	0,4	8,0	60,6	937	1,20	3,6	39,5	15,5	68,4	1,06

Условная скорость воздушного дутья в опытах по розжигу в пределах от II до 39 м/сек.

На фиг. 15 и 16 представлено изменение содержания и период розжига в газе N_2 и O_2 .

На фиг. 17 и 18 соответственно CO_2 и CO .

На фиг. 18/a - CO/CO_2 .

На фиг. 19 и 20 - содержание в газе H_2 и CH_4 .

На фиг. 21 - теплотворная способность газа.

На фиг. 22 показано изменение коэффициента избытка воздуха в процессе розжига при различных расходах газа, а на фиг. 23 изменение в расходе топлива, выходе газа при двух расходах газа 5I и 10I $нм^3/час$.

Изучение состава газа и произведенные расчеты α_r , α_T и ν_0 -количества воздуха, необходимого для сгорания газа и других показателей позволило сделать следующие выводы:

1. С увеличением расхода газа при розжиге с фурмой период воспламенения задерживается, о чем указывает значительный избыток воздуха в первые минуты розжига /фиг. 15, 16 и 22/.

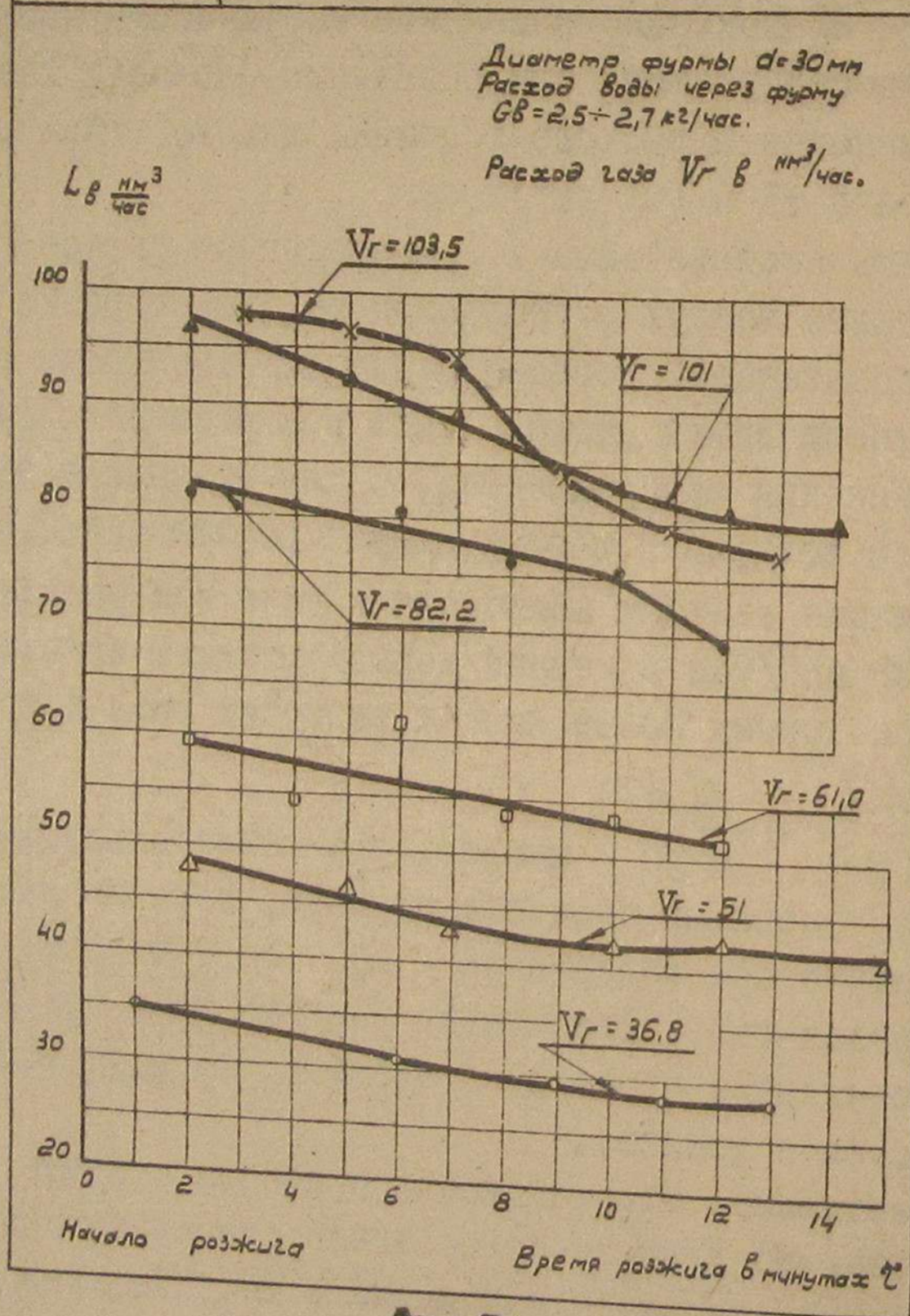
Содержание азота и кислорода в газе при расходах газа в 10I и 103 $нм^3/час$ в первый период розжига значительно выше, чем при других более низких расходах газа и производные

$\frac{dN_2}{d\tau}$, $\frac{dO_2}{d\tau}$ и $\frac{d\alpha_r}{d\tau}$ меньше, что свидетельствует о менее интенсивном развитии процесса розжига, хотя и завершающегося на 9-10 минуте при содержании O_2 более низком, чем при малых расходах газа. Увеличение расхода газа при розжиге с фурмой растягивает процесс по времени, но происходит в большем объеме слоя топлива.

2. Замедленное воспламенение приводит к более четкому разграничению по времени образования очага горения, которое характеризуется наличием максимума в течение кривой CO_2 , представленной на фиг. 17. Такой максимум отмечается при расходе 10I и 103,5 $нм^3/час$. Он наблюдается и при более низком расходе газа в случае замедления воспламенения полуконкса и дальнейшее развитие процесса розжига растягивается по времени.

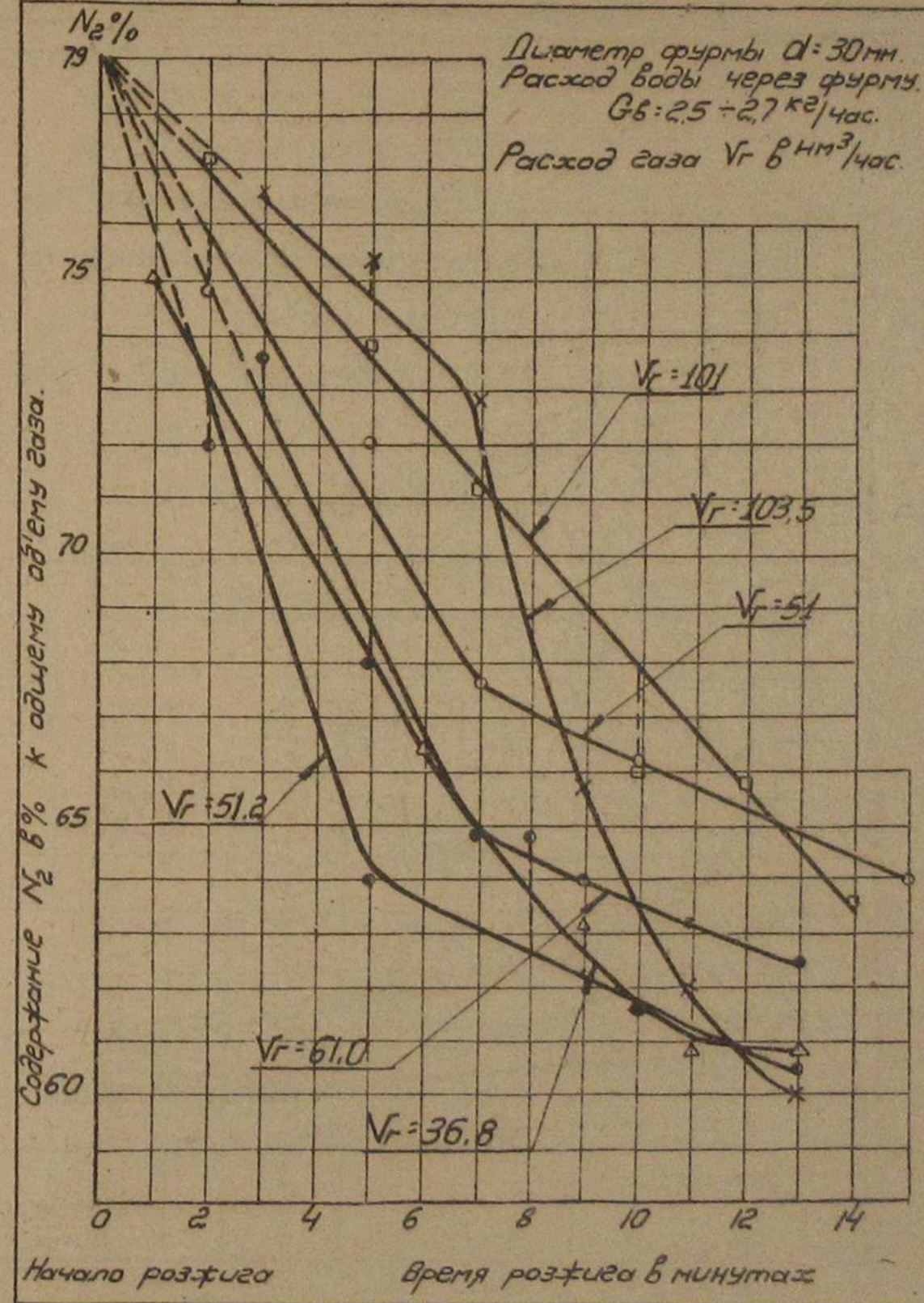
3. В ходе процесса образования CO отмечается перелом по времени, когда дальнейшее образование CO увеличивается линейно, но при меньшей скорости образования по времени.

НАТИ отдел газогенератор- ных тракто- ров.	Изменение расхода воздуха в период розжига с вспомогательной фурмой при различных расходах газа.	Газогенера- торная лаборатория.
	Топливо: полукокс	



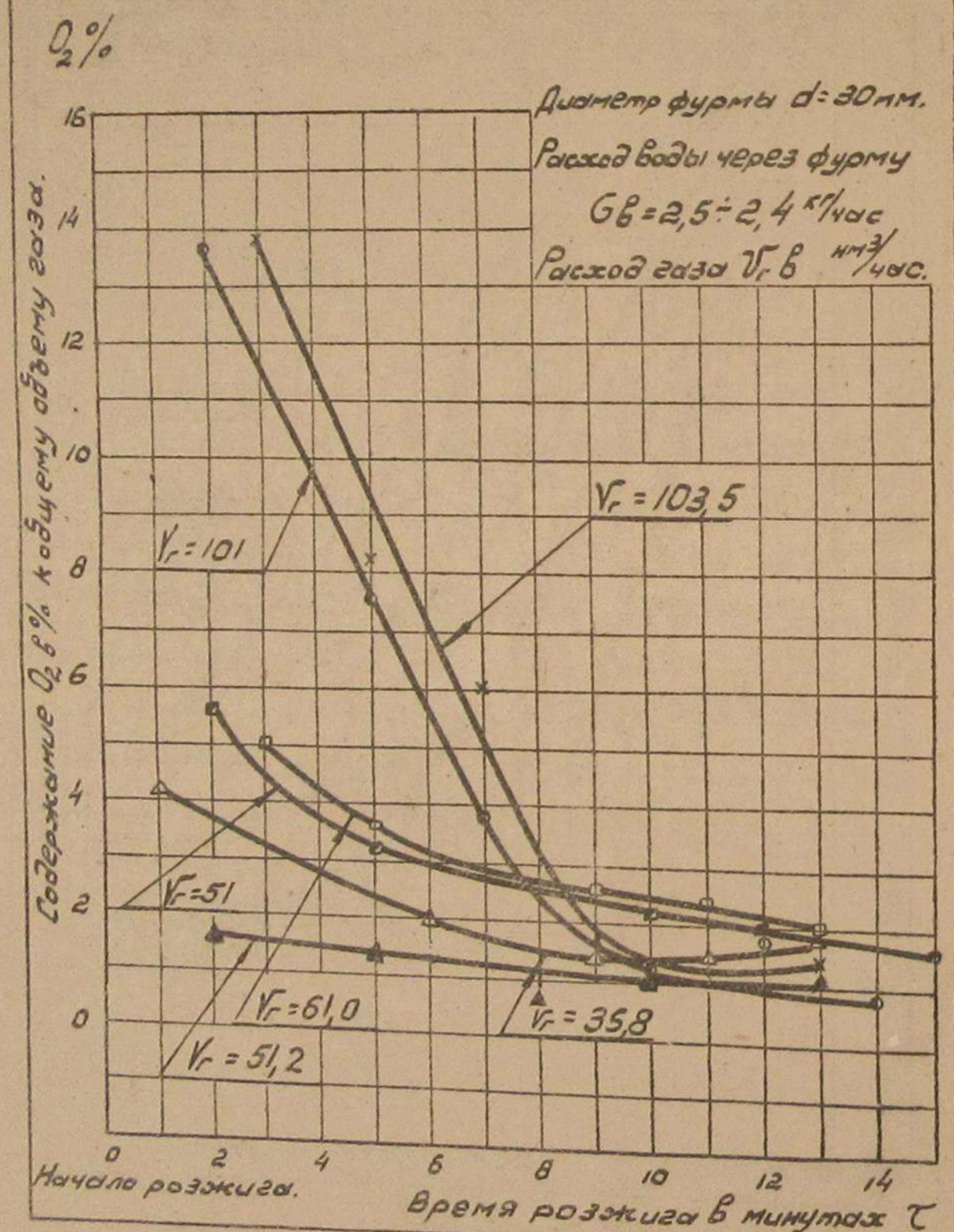
Фиг. 14.

НАТИ отдел газогенератор- ных тракто- ров.	Изменение содержания N_2 в генераторном газе в период розжига с вспомогательной фурмой при различных расходах газа топливо - полукокс.	Газогенера- торная лаборато- рия



Фиг. 15.

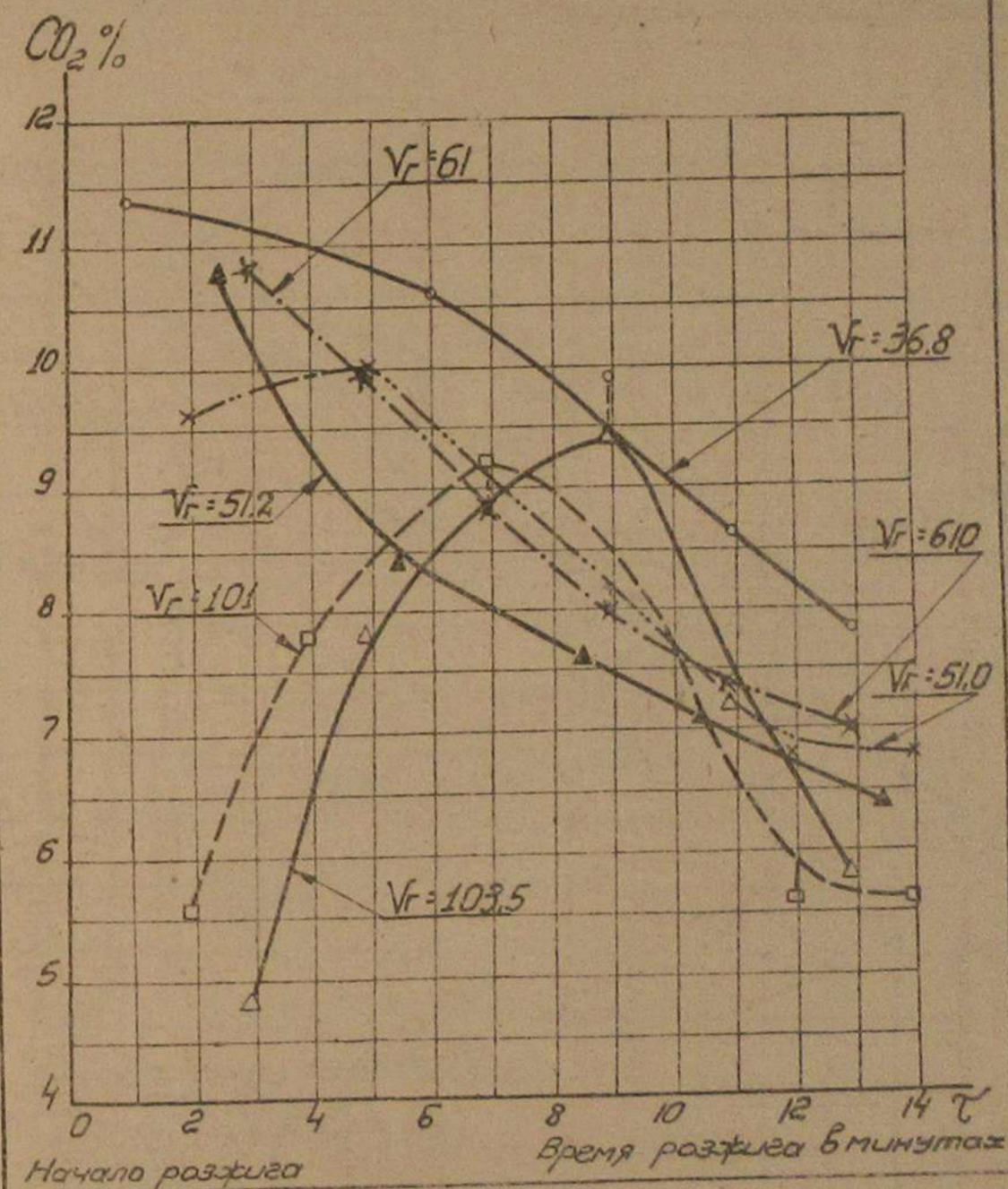
НАТИ отдел газогенераторных тракторов.	Изменение содержания O_2 в газогенераторном газе в период розжига с вспомогательной фурмой для различных расходов газа. Топливо полукокс.	Газогенераторная лаборатория.
--	--	-------------------------------



Фиг. 16.

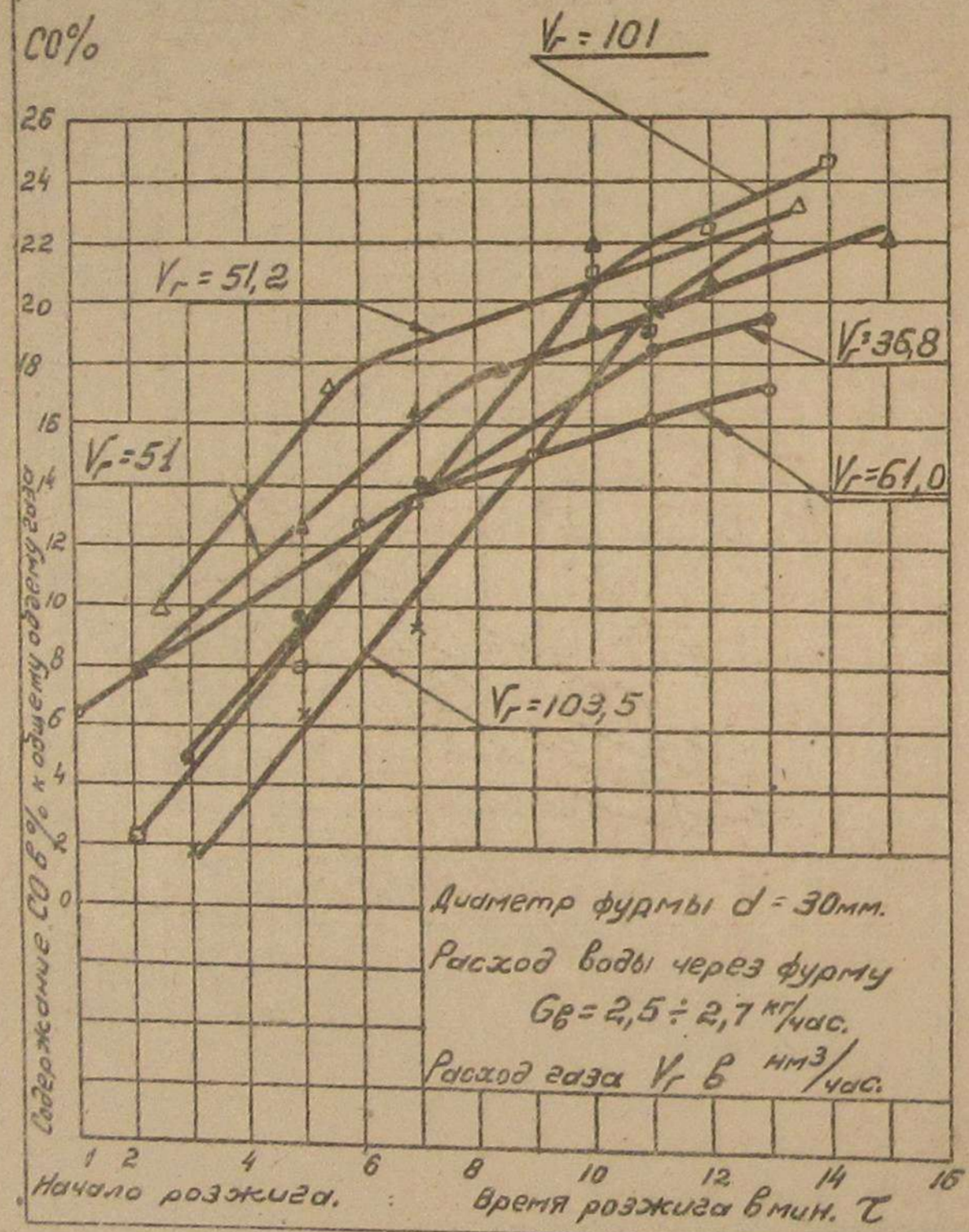
НАТИ отдел газогенераторных тракторов.	Изменение CO_2 в генераторном газе в период розжига вспомогательной фурмой при различных расходах газа. Топливо: полукокс.	Газогенераторная лаборатория.
--	---	-------------------------------

Диаметр фурмы 30 мм.
Расход воды = 2,5-2,7 кг/час.
Расход газа V_r в м³/час.

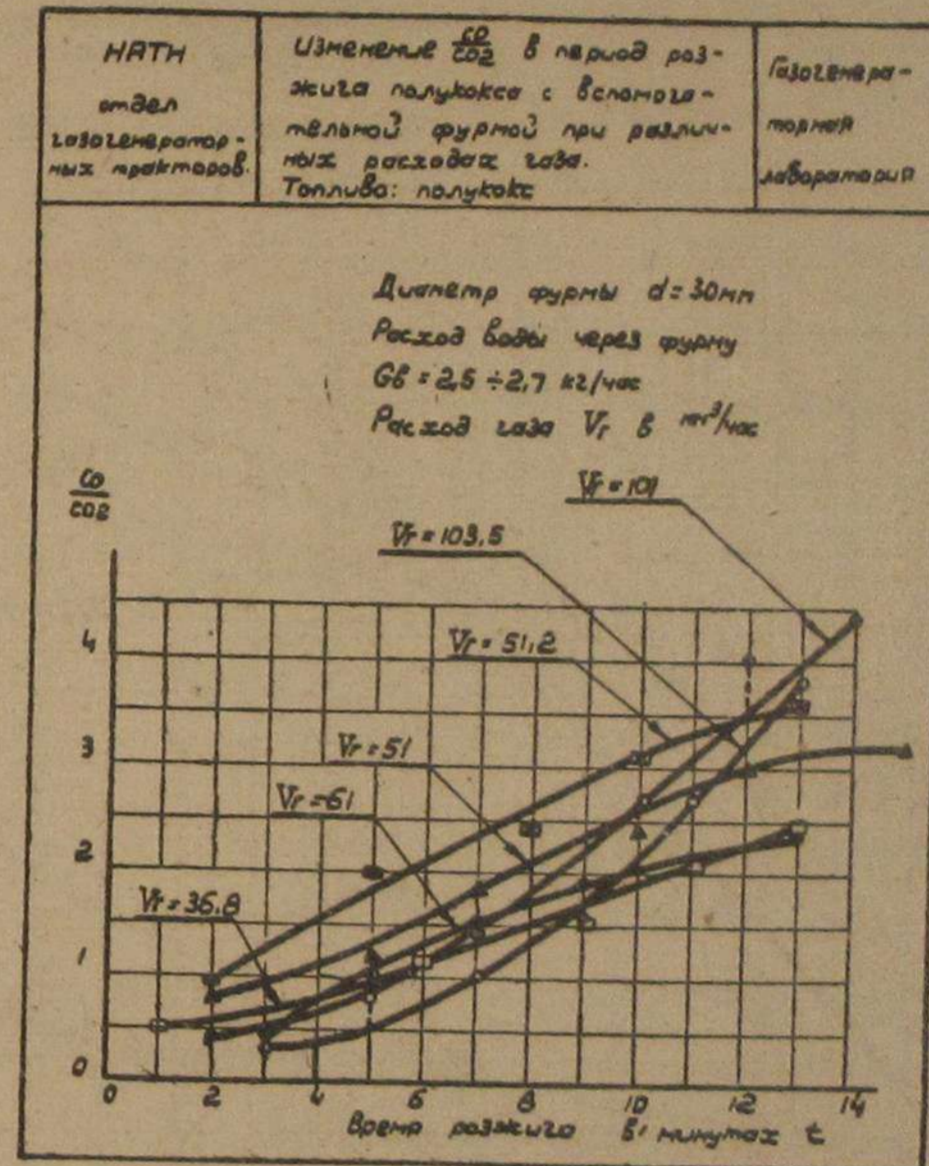


Фиг. 17.

НАТИ отдел газогенера- торных трак- торов.	Изменения содержания CO в газо- генераторном газе в период розжига га с вспомогательной фурмой при различных расходах газа.	Газогенера- торная ла- боратория
	Топливо - полукокс.	



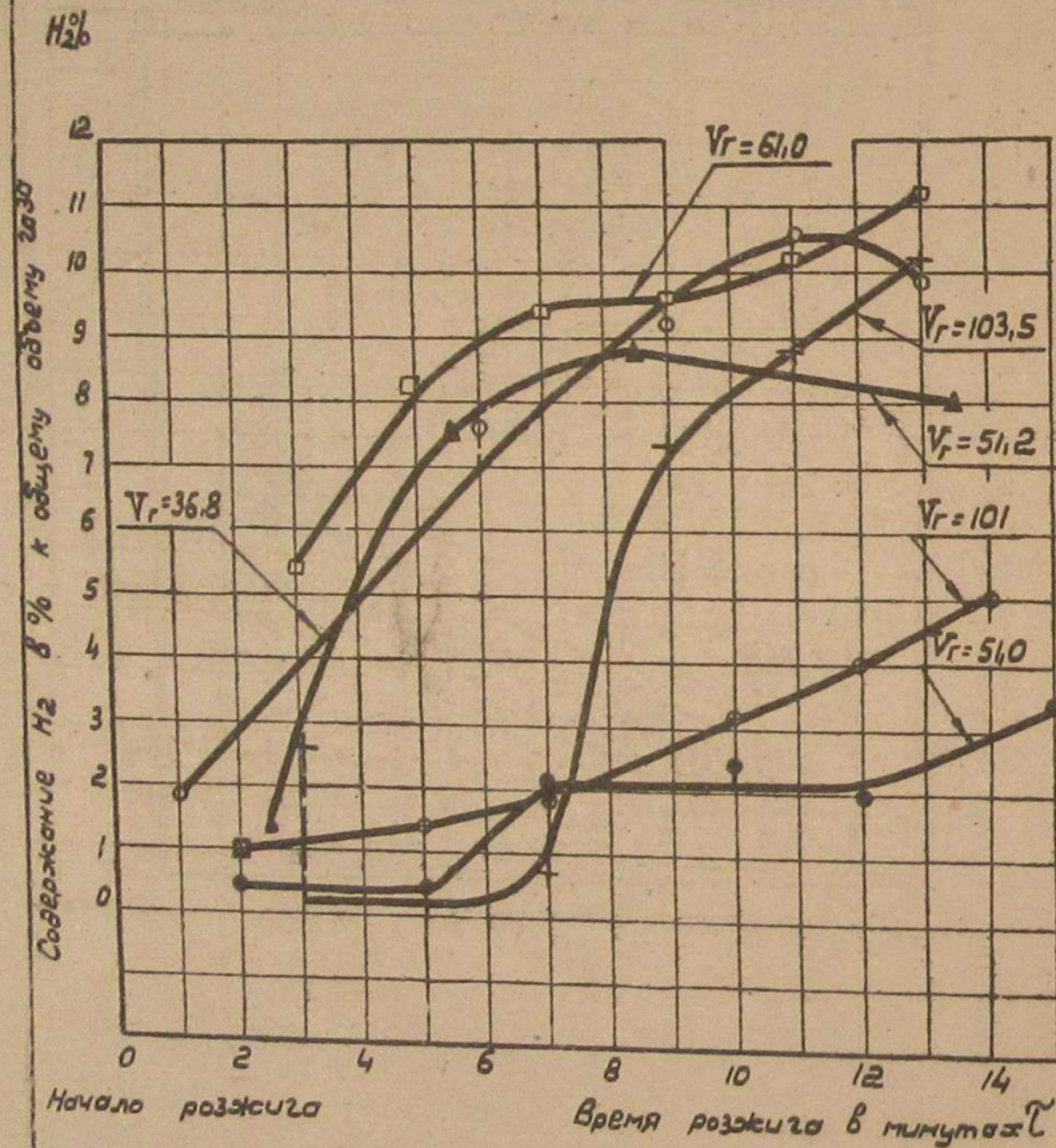
Фиг. 18



Фиг. 18 а.

<p>НАТИ отдел газогенераторных тракторов.</p>	<p>Изменение содержания H_2 в генераторном газе в период розжига с вспомогательной фурмой при различных расходах газа. Топливо - полукокс</p>	<p>Газогенераторная лаборатория</p>
---	--	-------------------------------------

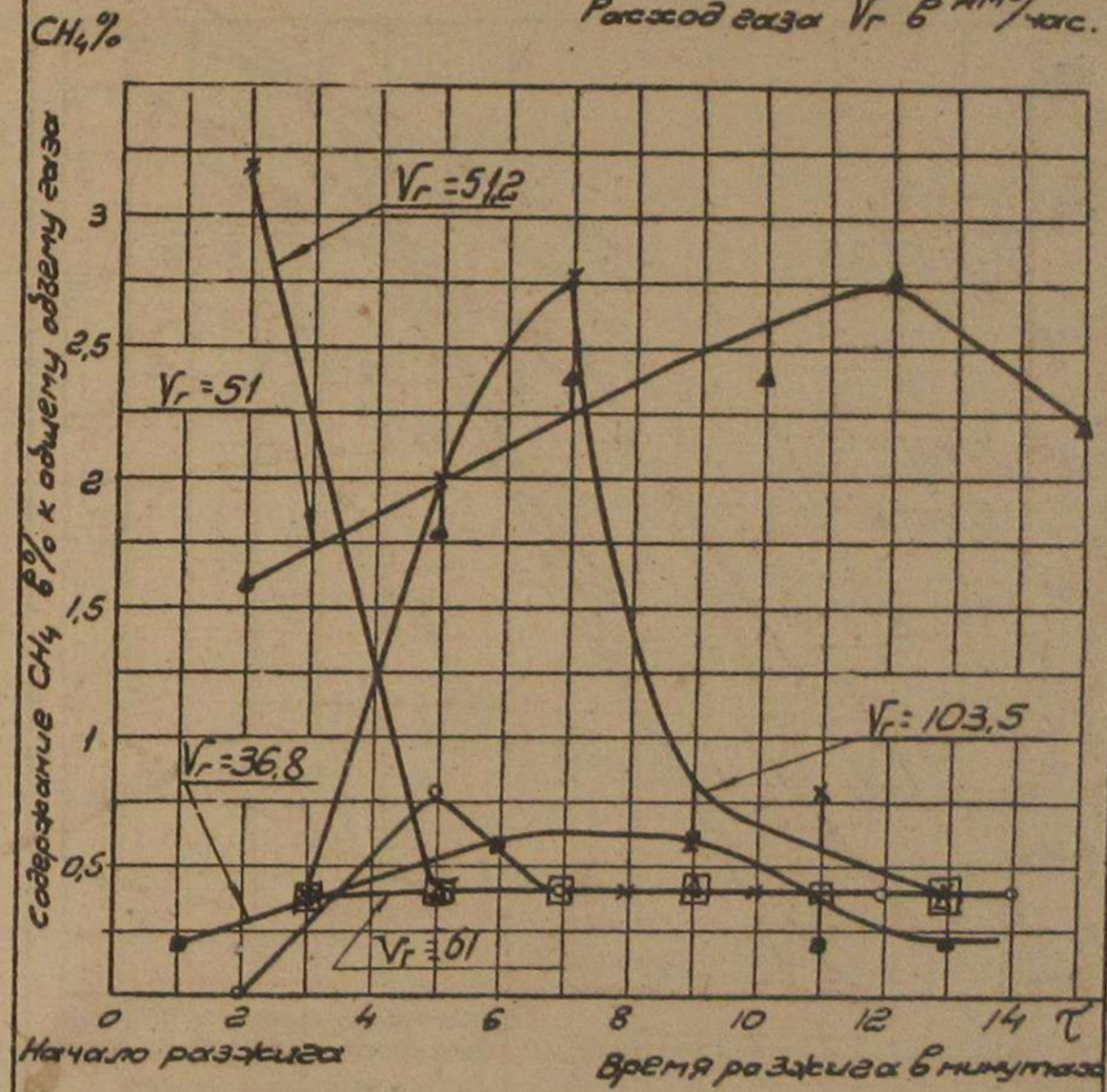
Диаметр фурмы $d=30$ мм.
Расход воды через фурму $G_B=2,5-2,7$ кг/час.
Расход газа V_r в $\frac{мм^3}{час}$.



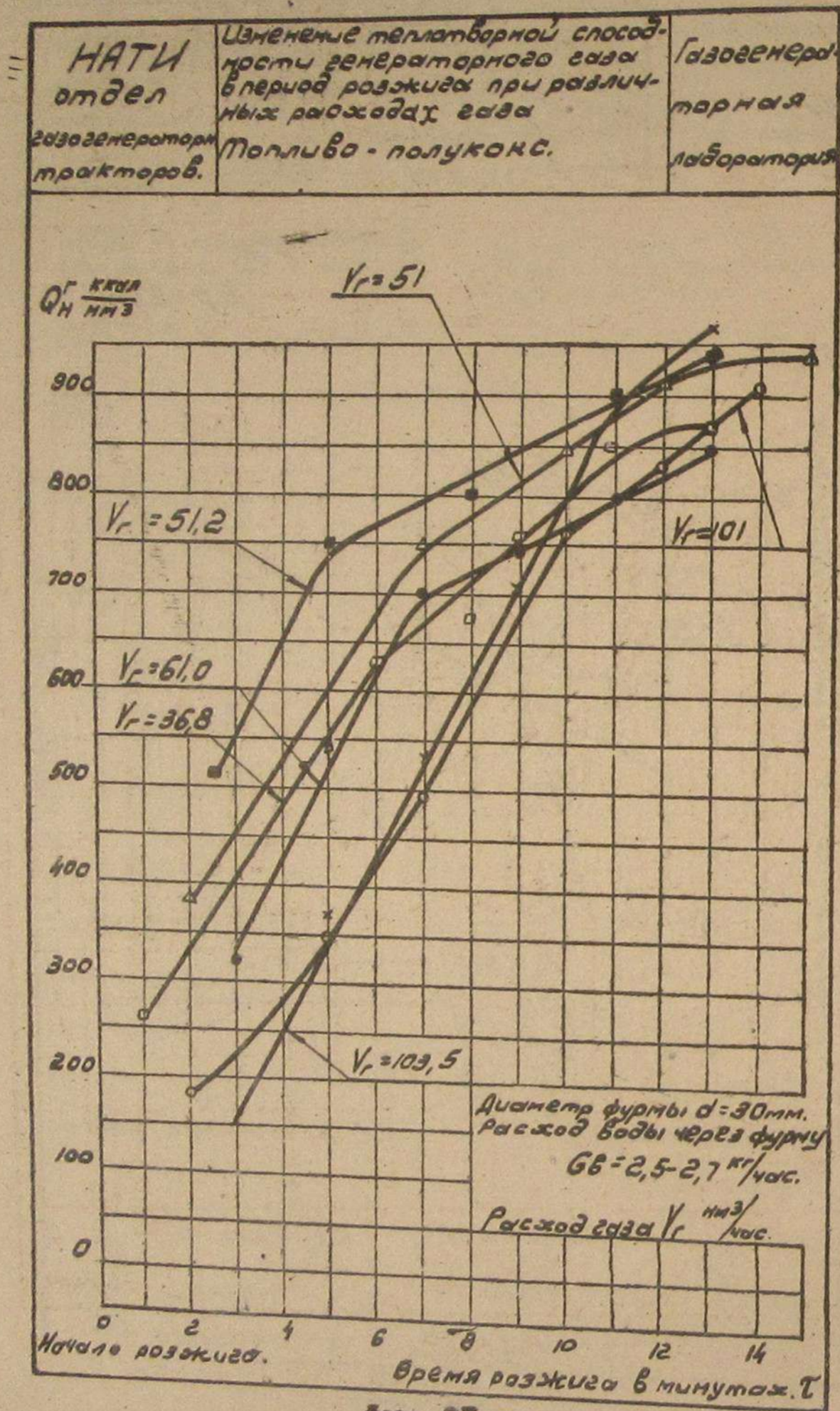
Фиг. 19.

<p>НАТИ отдел газогенераторных тракторов.</p>	<p>Изменение содержания CH_4 в генераторном газе в период розжига с вспомогательной фурмой при различных расходах газа. Топливо - полукокс</p>	<p>Газогенераторная лаборатория</p>
---	---	-------------------------------------

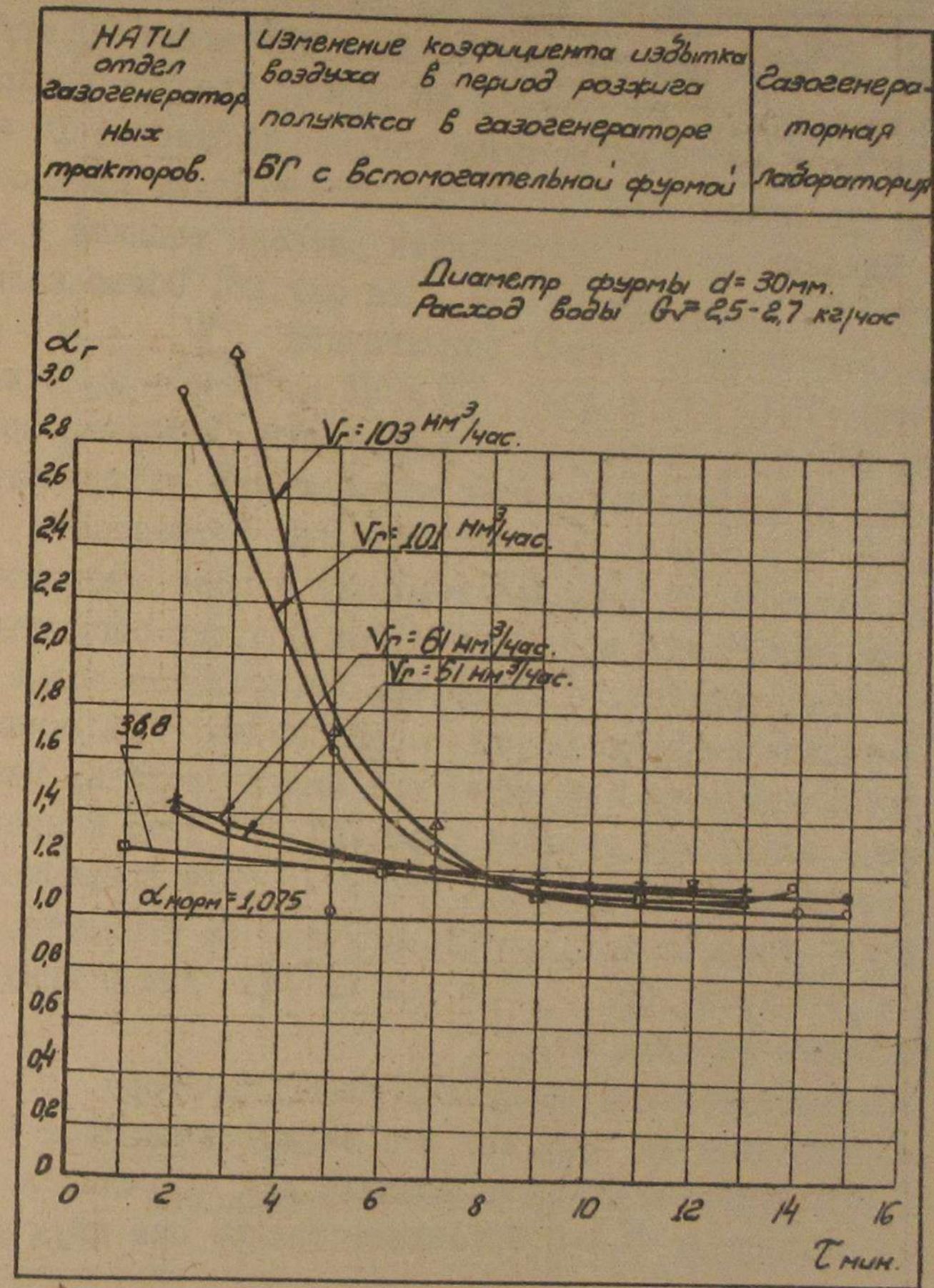
Диаметр фурмы $d=30$ мм.
Расход воды через фурму $G_B=2,5-2,7$ кг/час.
Расход газа V_r в $\frac{мм^3}{час}$.



Фиг. 20.



Фиг. 21.



Фиг. 22.

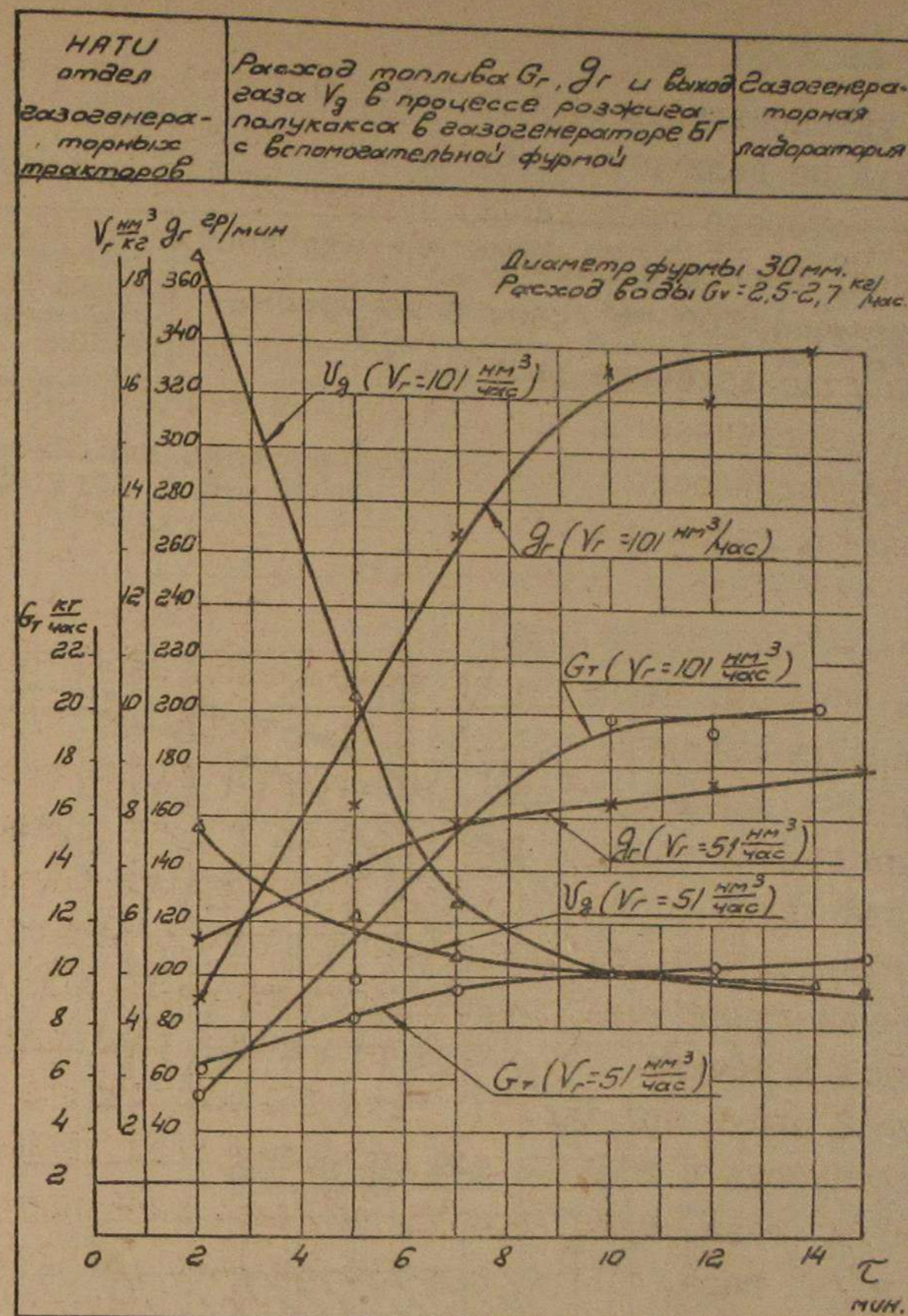
4. Об интенсивности процесса розжига при больших расходах можно судить по величине часового расхода топлива, характер протекания которого представлен на фиг.23. На 9-10 минуте интенсивность часового расхода топлива достигает 20 кг/час при расходе газа 100 нм³/час, в то время, как при расходе газа 51 нм³/час величина расхода топлива достигает 10 кг/час. и медленно увеличивается при дальнейшем течении процесса розжига. Интенсивность нарастания расхода топлива в минуту иллюстрируется ходом кривых g_T на фиг.23. Общее количество топлива, сожженного в период розжига при $V_r = 101$ нм³/час составляет - 3,77 кг, а при $V_r = 51$ нм³/час - 2,15 кг.

Таким образом, несмотря на замедленный характер воспламенения при увеличенном расходе дутья, можно утверждать, что объем зоны в период розжига значительно возрастает.

5. Ход кривых образования водорода в газе показывает низкое содержание водорода в газе при больших расходах газа в связи с недостаточно подававшимся количеством воды.

6. Минимальная теплотворная способность - 600 ккал/нм³ достигается в течение 5-6 минут при малых расходах газа и в течение 8 минут при расходе газа 101 нм³/час. К этому времени потребность в воздухе для сгорания газа возрастает до 0,4 м³/м³ газа, при $V_r = 51$ нм³/час. на 6 минуте, и до 0,38 м³/м³ газа, при $V_r = 101$ нм³/час /на 8 минуте/, как это видно на фиг. 24.

Коэффициент избытка воздуха в газогенераторе d_r к этому времени снижается до 1,05, как это видно из таблицы № 7 и фиг.22, а коэффициент избытка воздуха для сгорания всего топлива d_T падает до 0,6-0,7 соответственно при двух указанных расходах газа.



Фиг.23.

Таблица № 7.

Коэффициент избытка воздуха в процессе розжига
полукокса d_r и d_T

№ № п/п	Расход газа нм ³ /час	τ МИН.	d_r	d_T	№ № п/п	Расх. газа нм ³ /ч.	τ МИН.	d_r	d_T
1.	51	2	1,39	0,92	7.	101	2	2,97	2,38
2.	"	5	1,08	0,73	8.	"	5	1,63	1,07
3.	"	7	1,18	0,062	9.	"	7	1,26	0,80
4.	"	10	1,14	0,57	10.	"	10	1,07	0,59
5.	"	12	1,12	0,54	11.	"	12	1,12	0,58
6.	"	15	1,11	0,52	12.	"	14	1,05	0,53

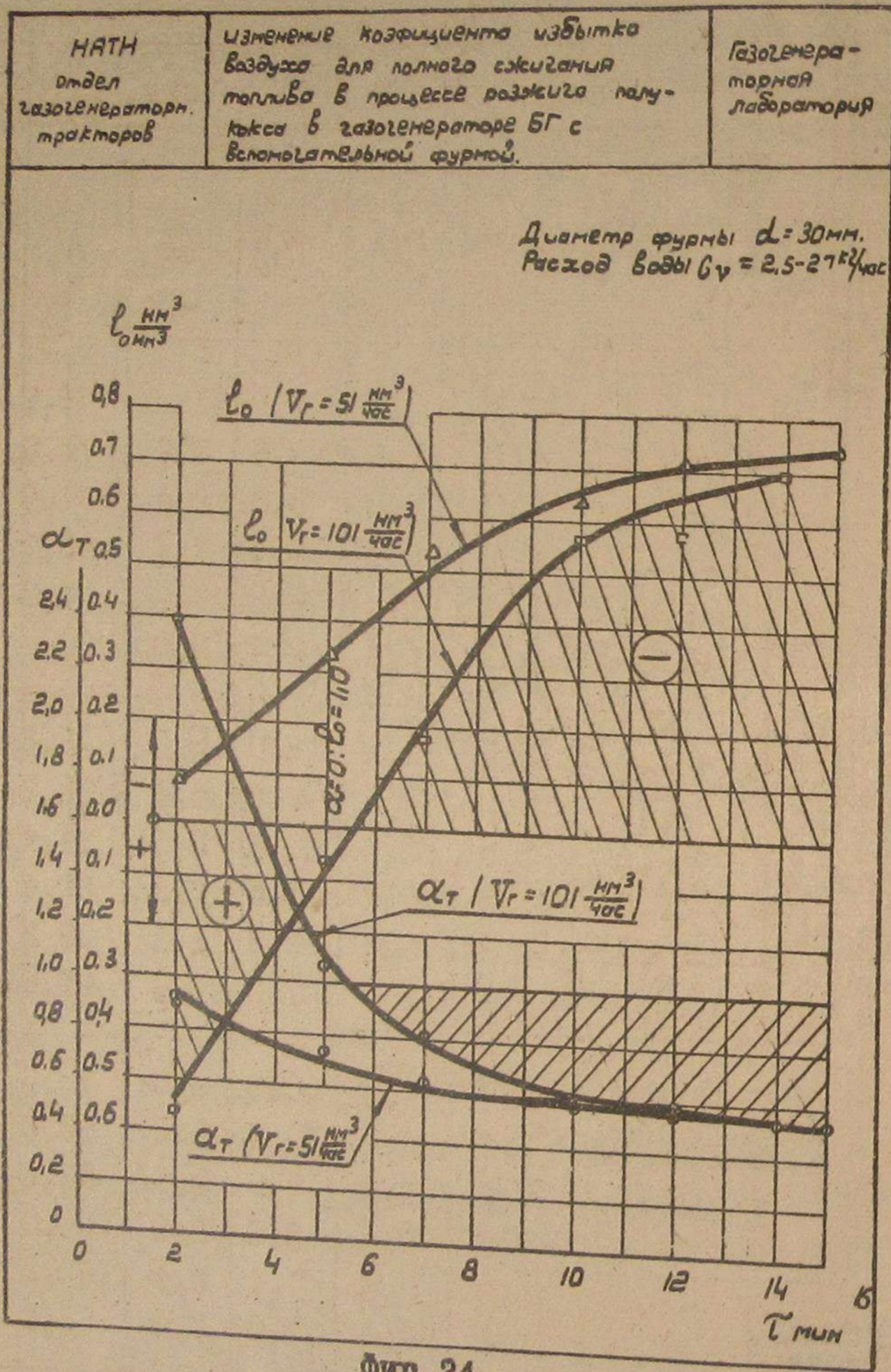


Таблица № 8.
Изменение состава газа при розжиге полу-
кокса с различной подачей воды в воздушное дутье.

Расход во- ды через фурму в период розжига в кг/час.	Время после подно- са фа- кела в ми- нутах	Состав газа в % по объему.						Теплотвор- ная способ- ность газа в ккал/м ³ Q_H
		CO	H ₂	CH ₄	CO ₂	O ₂	N ₂	
2	2	1,4	0,4	0,0	7,0	11,4	79,0	138
	4	12,4	1,0	1,6	10,6	3,2	71,0	539
	6	17,0	3,8	0,8	8,8	2,4	67,0	682
	9	21,8	6,0	0,4	6,4	2,4	63,0	850
	12	20,6	5,2	0,4	6,8	2,6	64,2	798
	15	19,0	4,4	0,0	7,4	3,0	66	775
2,14	2	2,4	1,8	1,2	8,0	9,6	76,8	222,1
	5	9,6	5,0	0,8	9,0	4,8	70,2	488,0
	7	13,8	9,4	0,8	8,6	3,0	64,4	728,3
	9	15,2	14,4	0,4	7,4	2,2	60,4	866,3
	12	17,6	13,8	0,4	6,6	1,8	59,2	922,5
	14	20,0	9,2	0,4	7,0	1,6	61,6	877,0
3,8	3	4,8	5,4	0,4	10,8	5,0	73,6	320
	5	9,6	8,2	0,4	10,0	3,6	68,0	544
	7	13,8	9,4	0,4	8,8	2,8	64,8	700
	9	15,2	9,6	0,4	8,0	2,6	64,0	747
	11	16,2	10,2	0,4	7,4	2,4	63,2	794
	13	17,0	11,2	0,4	7,0	2,0	62,4	844
4,5	2	6,0	3,6	0,0	8,6	7,4	74,4	274
	4	9,4	9,4	0,4	10,0	4,0	66,8	561,3
	6	13,8	9,0	0,2	9,0	3,4	64,4	668
	8	12,4	11,4	0,4	8,8	3,8	63,8	703,3
	10	15,6	8,8	0,2	8,2	3,6	63,0	717
	12	14,6	12,4	0,4	7,6	3,8	60,8	796,3

Таким образом, розжиг можно считать завершенным, когда α приближается к значению 1,05.

Дальнейшее развитие процесса газификации при розжиге с дополнительной фурмой осложняется тем, что необходимо перейти к нормальному дутью через колосниковую решетку, о чем будет подробно описано ниже.

4. Опыты по розжигу с переменным расходом ВОДЫ.

В связи с необходимостью выяснения влияния расхода воды в период розжига были поставлены опыты по розжигу с фурмой при расходе газа 61-63 м³/час при переменном расходе воды.

В таблице № 8 приведен состав газа в период розжига при подаче различного количества воды, а на фиг.25 нанесен ход привых теплотворности газа. Из рассмотрения кривых следует, что увеличение расхода воды до 4,5 кг/ч. влечет замедление процесса розжига.

Учитывая необходимость охлаждения фурмы, расход воды меньше 2,5-2,7 кг/час нельзя снижать, во избежание обгорания торца фурмы, вокруг которого развивается очаг горения.

Фурма, как правило, при вынимании ее через 10-14 мин. нагревалась очень сильно. В отдельных случаях до светлокрасного каления. При увеличении толщины стенок фурмы нагрев ее снизился.

5. Опыты по розжигу и переводу двигателя на газ с вспомогательной фурмой.

Опыты по розжигу полукокса в газогенераторе БГ с вспомогательной фурмой проводились в лабораторных условиях с двигателем, установленным на стенде ГД-50 и системой очистки ГТ-58.

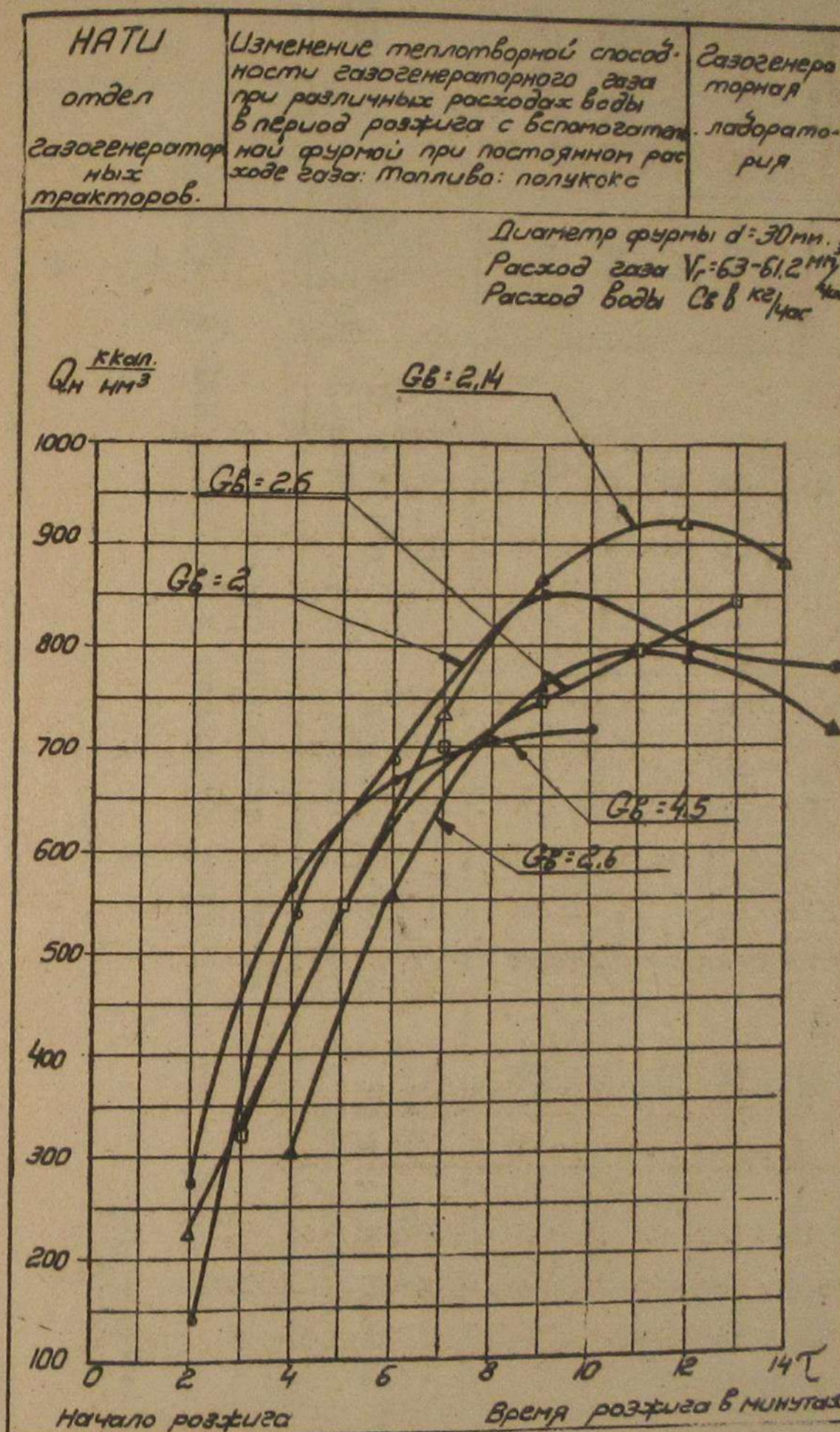
Описание системы очистки и установки двигателя на стенде дано в отчете лаборатории газовых двигателей за 1950 год.

При розжиге газ отсасывался двигателем, вращение которого осуществлялось электромотором, при этом число оборотов двигателя находилось в пределах 280-300 в минуту.

Розжиг производился в обычном порядке, описанном выше, т.е. с подачей воды через 2 минуты после воспламенения полу-

кокса.

При полном открытии заслонки З, в паровоздушной трубе /см.фиг.12/ непосредственно после первых вспышек на газе, двигатель глох.



Фиг. 25.

подвода воздуха через колосники, путем медленного открытия заслонки. Таким путем удавалось перевести двигатель на газ без перерывов в пуске.

Объясняется это тем, что ввод воздуха в шахту газогенератора через колосниковую решетку и уменьшение подачи воздуха через фурму приводило к уменьшению теплотворной способности газа, так как газ разбавлялся воздухом при выходе из слоя. Этот факт наблюдался неоднократно и поэтому были выработаны особые приемы перевода двигателя на газ. Они заключались в том, что после пуска двигателя на газе, для расширения зоны горения в активном слое, производилось после установившейся работы двигателя на газе, постепенное увеличение

№№ ПП	Расход газа	Врем от н чала роз- жига
	V_r н/м ³ час.	

Таблица 9.

Время розжига и перевода двигателя на газ со
вспомогательной фурмой.

№№ ПП	Дата	Диаметр фурмы мм	Время розжига до первых выпшек в дви- гателе мин.	Время до ус- тойчив. рабо- ты двигателя на газе мин.	Окончание вре- мени перехода на нижнее дутье мин.	ПРИМЕЧАНИЕ
1.	13/ХП-50г.	25	15	17	40	
2.	14/ХП-50г.	25	8	24	25	
3.	15/ХП-50г.	25	8	20	27	
4.	18/ХП-50г.	30	8	22х/	27	х/ Двигатель залюх.
5.	18/ХП-50г.	25хх/ 25	6	14	32	хх/ через 8 часов повторный пуск.
6.	19/ХП-50г.	25	12	19	24	

Среднее:

9,1 мин.

19,6

32

СОСТАВ ГАЗА В ПЕРИОД РОЗЖИГА ПОЛУКОКСА В ГАЗОГЕНЕРАТОРЕ БГ
ПРИ УВЕЛИЧЕННОМ РАСХОДЕ ГАЗА И НИЖНЕМ ДУТЬЕ.

№ пп	Расход газа V_r в/м ³ час.	Время от начала розжига	Состав газа в объемных %						Нижшая теплотворность газа Q_n ккал/м ³	Уд. вес газа γ кг/м ³	$\frac{CO}{CO_2}$	Расход воздуха L в/м ³ /час.	Условная скорость дутья в прозорах решетки м/сек.	Время воспламенения газа в горелке мин.	Время прогрева факелом мин.	d_r
			CO	H ₂	CH ₄	CO ₂	O ₂	N ₂								
I	60,7	8	0,4	1,0	0,4	0,8	17,2	79,6	-	1,26	0,5	60,7	1,12	-	-	5,3
2.		12	0	0,6	0,4	0,2	20,4	78,4	-	1,29	0	60,7	1,12	-	-	46,1
3.		16	0	0,8	0,4	0,6	18,6	79,4	-	1,26	0	60,7	1,12	-	-	8,5
4.		20	0,8	0,6	0,2	2,0	16,4	79,6	-	1,28	0,4	60,7	1,12	-	-	4,4
5.		24	1,1	1,2	0,4	4,8	13,9	78,6	78,7	1,29	0,23	60,4	1,11	-	-	2,8
6.		26	5,2	1,8	0,8	8,2	9,4	74,6	273	1,30	0,63	57,5	1,06	30мин.	8мин.	1,88
7.	83,4	6	0,2	0,6	0,0	0,6	20,0	78,4	22	1,28	0,33	82,7	1,53	-	-	24,5
8.		8	0,2	0,8	0,2	1,4	19,2	78,2	44	1,29	0,14	82,5	1,52	-	-	13,03
9.		10	0,4	0,2	0,4	2,4	17,8	69,6	52	1,18	0,16	73,4	1,35	-	-	25,77
10.		14	1,0	1,2	0,4	3,6	15,6	78,0	95	1,29	0,27	83,4	1,54	-	-	4,02
11.		16	4,2	4,4	0,4	5,6	11,2	74,2	274	1,26	0,75	78,3	1,45	-	-	2,31
12.		18	10,8	6,8	0,4	6,2	6,1	69,2	537	1,22	1,74	73,05	1,35	20мин.	5мин.	1,49
13.	98,6	7	1,2	1,2	0,2	2,6	17,4	77,4	84	1,28	0,33	96,6	1,78	-	-	6,45
14.		12	9,3	0,6	3,4	6,4	8,1	71,8	589	1,28	1,45	89,7	1,66	-	-	1,73
15.		15	16,2	6,4	0,2	6,1	3,4	67,4	673	1,22	2,65	84,2	1,55	-	-	1,23
16.		18	21,0	8,4	0,2	5,8	1,0	63,2	871	1,19	3,77	78,8	1,45	-	-	1,06
17.		21	22,2	8,4	0,2	5,0	1,0	63,2	907	1,19	4,44	78,8	1,45	-	-	1,06
18.		24	25,8	7,0	0,2	4,2	0,7	62,0	980	1,20	6,14	77,3	1,45	-	-	1,04
19.	119,8	7	0,0	7,4	0,0	3,0	16,8	72,4	190	1,21	0,0	109	2,01	-	-	7,86
20.		9	1,4	5,2	0,4	6,0	11,4	75,6	210	1,25	0,23	114,5	2,12	-	-	2,3
21.		12	11,4	10,8	0,8	7,4	3,6	65,6	692	1,18	1,54	99,5	1,84	-	-	1,25
22.		15	17,6	11,6	0,8	7,0	1,0	68,0	900	1,24	2,51	103,0	1,9	-	-	1,05
23.		18	20,2	12,4	0,4	5,2	1,2	60,4	966	1,14	3,88	91,5	1,69	14мин.	5мин.	1,08
24.		125	2	0,6	0,0	0,0	2,0	18,2	79,2	18,2	1,37	0,3	125	2,31	-	-
25.	4		2,0	1,4	0,0	3,2	16,4	77,0	97,0	1,29	0,62	121,8	2,25	-	-	5
26.	11		5,6	3,6	0,2	5,2	11,6	73,4	127,0	1,26	1,07	116,1	2,15	-	-	2,46
27.	13		10,6	3,2	1,2	6,9	6,6	71,2	507,0	1,27	1,54	112,6	2,08	-	-	1,33
28.	15		17,2	6,4	0,4	7,4	2,2	66,4	721,0	1,23	2,32	105,1	1,94	-	-	1,14
29.	17		21,8	9,2	0,2	6,0	0,8	61,8	914	1,29	3,63	97,8	1,81	15мин.	-	1,05
30.	131,3	7	0,0	5,0	0,8	5,4	13,2	75,2	197	1,25	0	124,9	2,31	-	-	2,98
31.		9	6,2	10,6	0,4	7,2	5,8	69,6	460	1,19	0,875	115,6	2,14	-	-	1,45
32.		11	16,0	11,0	0,4	6,8	1,6	64,0	902	1,17	2,35	106,3	1,97	-	-	1,1
33.		13	18,4	13,4	0,4	5,6	1,2	60,8	827	1,13	3,28	101	1,87	-	-	1,07
34.		14	19,8	12,8	0,8	4,4	1,4	60,4	998	1,13	4,5	100,3	1,85	-	-	1,09
35.		17	12,2	5,8	0,4	2,4	9,4	69,6	553	1,20	5,08	115,6	2,14	11,5мин.	5мин.	2,08
36.	137,0	5	0,0	0,0	0,0	0,8	20,4	79,0	0	1,29	0	137	2,53	-	-	20,7
37.		15	0,2	0,8	0,0	1,6	19,0	78,4	27	1,29	0,125	135,9	2,51	-	-	11,2
38.		18	2,2	0,8	0,0	3,2	15,4	78,4	87	1,29	0,69	135,2	2,5	-	-	3,88
39.		20	8,6	5,0	0,4	6,2	8,2	71,6	424	1,25	1,39	124,1	2,29	-	-	1,75
40.		22	17,4	9,4	0,4	6,6	2,8	63,2	799	1,19	2,79	109,6	2,02	-	-	1,19
41.		25	19,6	8,8	0,4	5,6	2,8	62,4	855	1,19	3,52	108,2	2,0	17,5мин.	5мин.	1,2

В таблице № 9 указаны данные времени, затраченного на пуск. Среднее время розжига до появления первых вспышек в двигателе составило 9,16 мин. при колебании от 6 до 15 мин. Время до момента устойчивой работы двигателя на газе составило 19,6 мин., а полное время перевода генератора на нижнее дутье составило 32 мин.

Таким образом, несмотря на сравнительно сокращенное время розжига полукокса в этом случае остальные операции по пуску занимают значительное время.

Учитывая коренные недостатки данного метода, заключающиеся в создании малого по объему очага горения, не охватывающего всего сечения шахты, что приводит к проходу воздуха помимо очага горения и поэтому снижает его теплотворность, были поставлены опыты по розжигу с увеличением расхода газа.

Применение фурмы для розжига целесообразно в том случае, если основной поток воздуха поступает через нее, так как в этом случае развитие очага горения не прерывается и поэтому исключается и проход воздуха помимо него.

IV. РОЗЖИГ ПОЛУКОКСА ПРИ УВЕЛИЧЕННЫХ РАСХОДАХ ГАЗА С НИЖНИМ ДУТЬЕМ.

В связи с настойчивыми требованиями представителей завода СТЗ проверить способ розжига полукокса при увеличенном расходе газа были поставлены специальные опыты.

Опыты велись при отборе газа из газогенератора БГ вакуумнасосом. При розжиге открывался зольниковый люк и воздух поступал под колосниковую решетку, минуя трубу паровоздушной смеси. В этом случае сопротивление газогенератора уменьшалось.

Розжиг проводился со свежим полукоксом один раз в сутки. После остывания топливо высыпалось и каждый раз загружалось свежее.

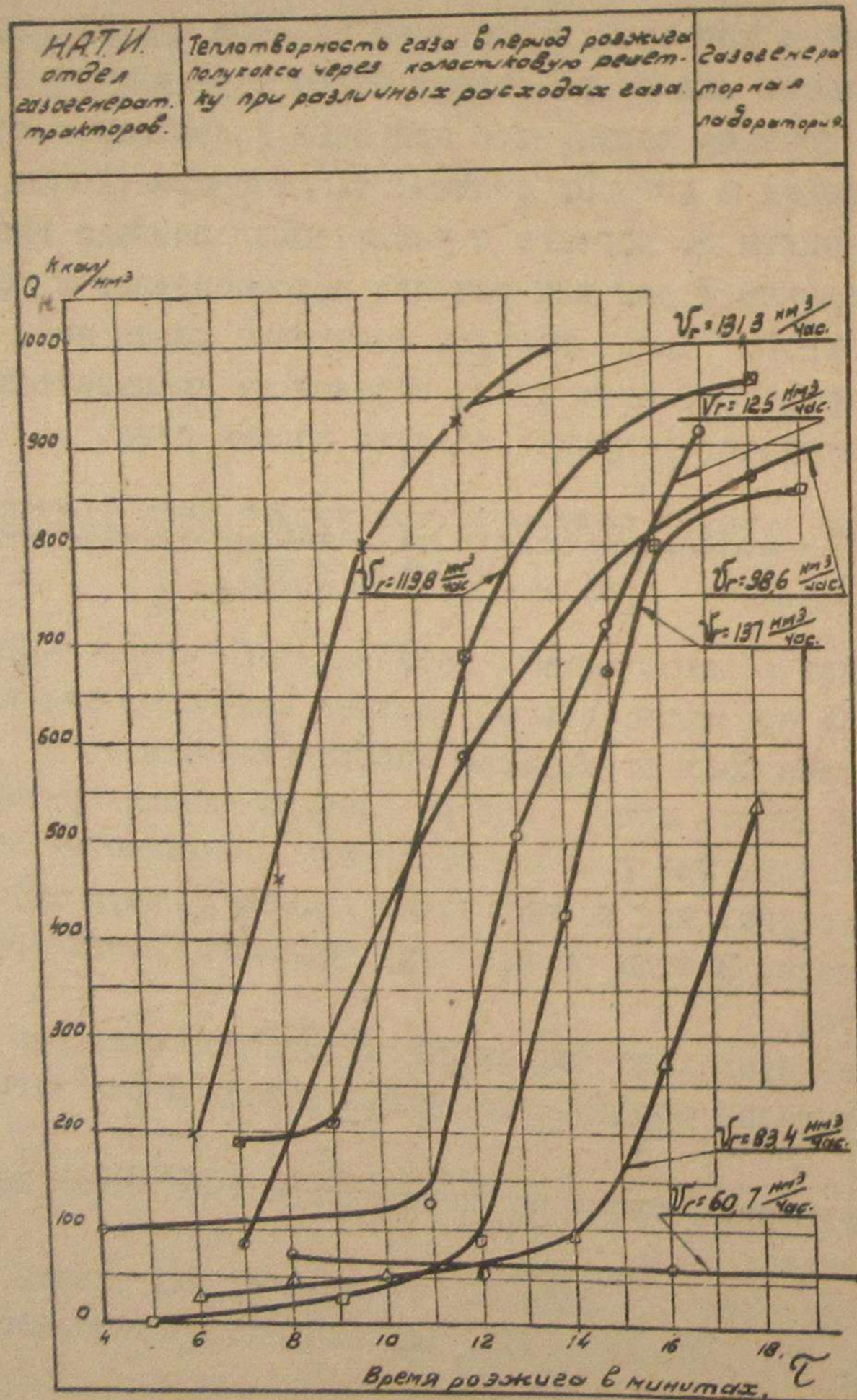
Оборудование испытательного стенда было таким же, как описано выше.

Диапазон расхода газа был установлен для опытов следующий: 60, 80, 100, 120, 130, 140 $\text{нм}^3/\text{час}$ и отклонялся от заданного режима в пределах 1-2%.

Результаты опытов приведены в таблице № 10. Изменение состава газа в период розжига показано на фиг. 27-32.

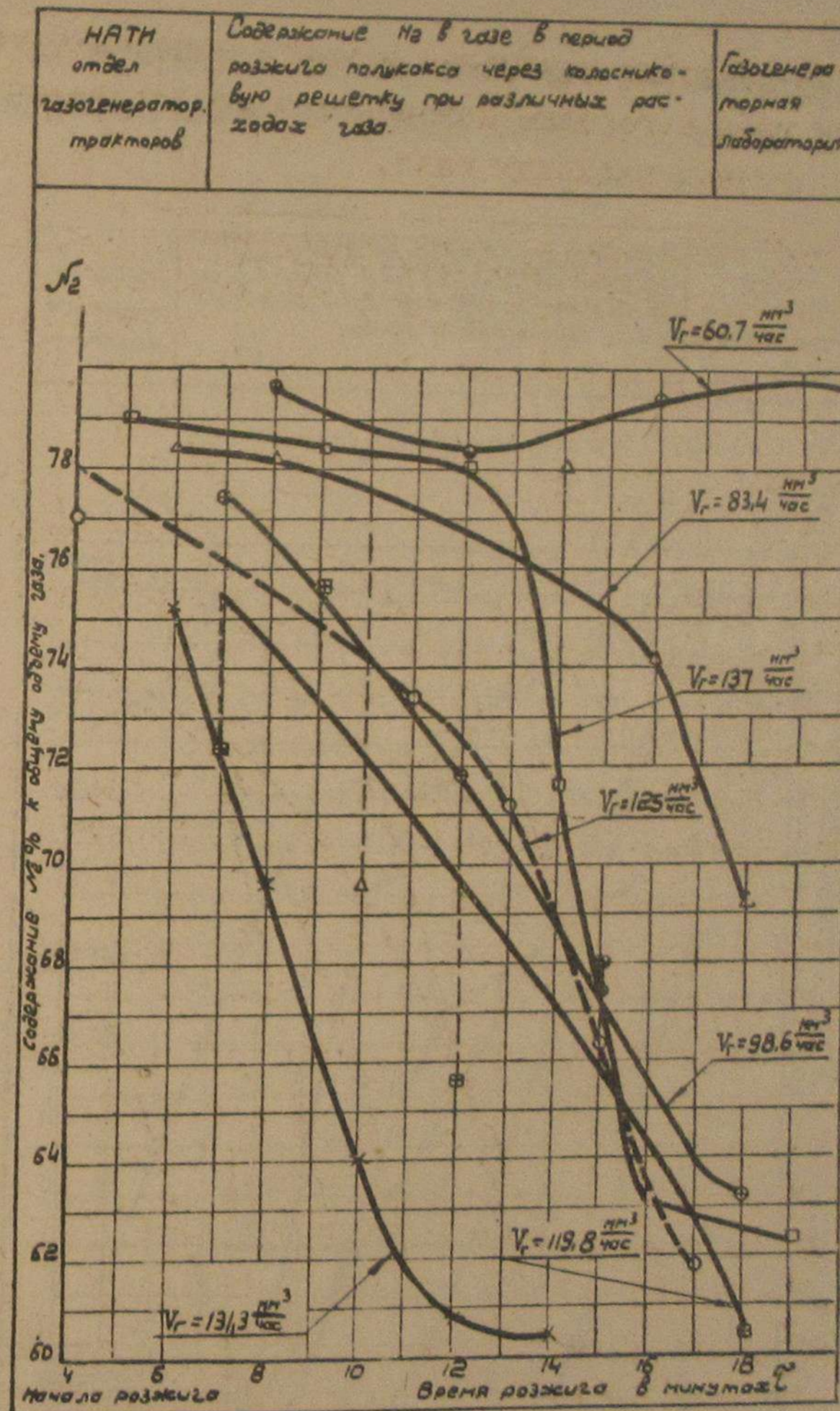
На фиг. 26 показано изменение теплотворности газа в период розжига.

На фиг. 33 показано изменение момента появления устойчивого пламени газа в горелке калориметра после розжига полукокса при различных расходах газа.



Фиг. 26.

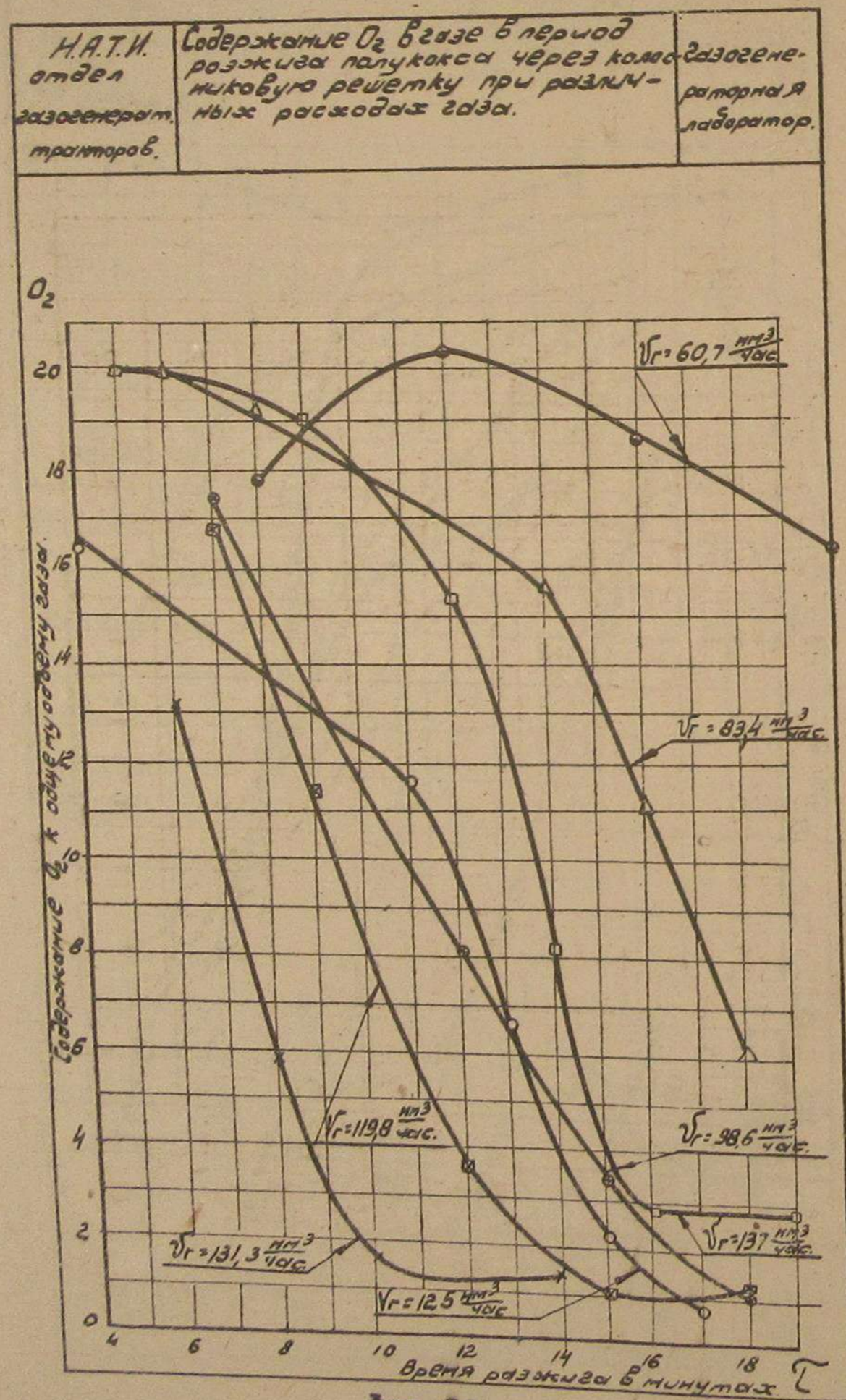
Анализ результатов опытов приводит к следующим выводам:
I. Момент начала воспламенения розжига полукокса значительно отстает по времени от розжига с вспомогательной фурмой.



Фиг. 27.

Уменьшение содержания N_2 и O_2 в газе начинается на 4-6 минуте, причем с увеличением расхода газа до 120-130 $м^3/час$ процесс розжига ускоряется и протекает интенсивнее.

2. При расходе 60,7 $м^3/час$ розжиг затянулся до 30 минут в течение 26 минут в составе газа появляется незначительное количество CO и H_2 .



Фиг. 28.

№ II.

№ А.

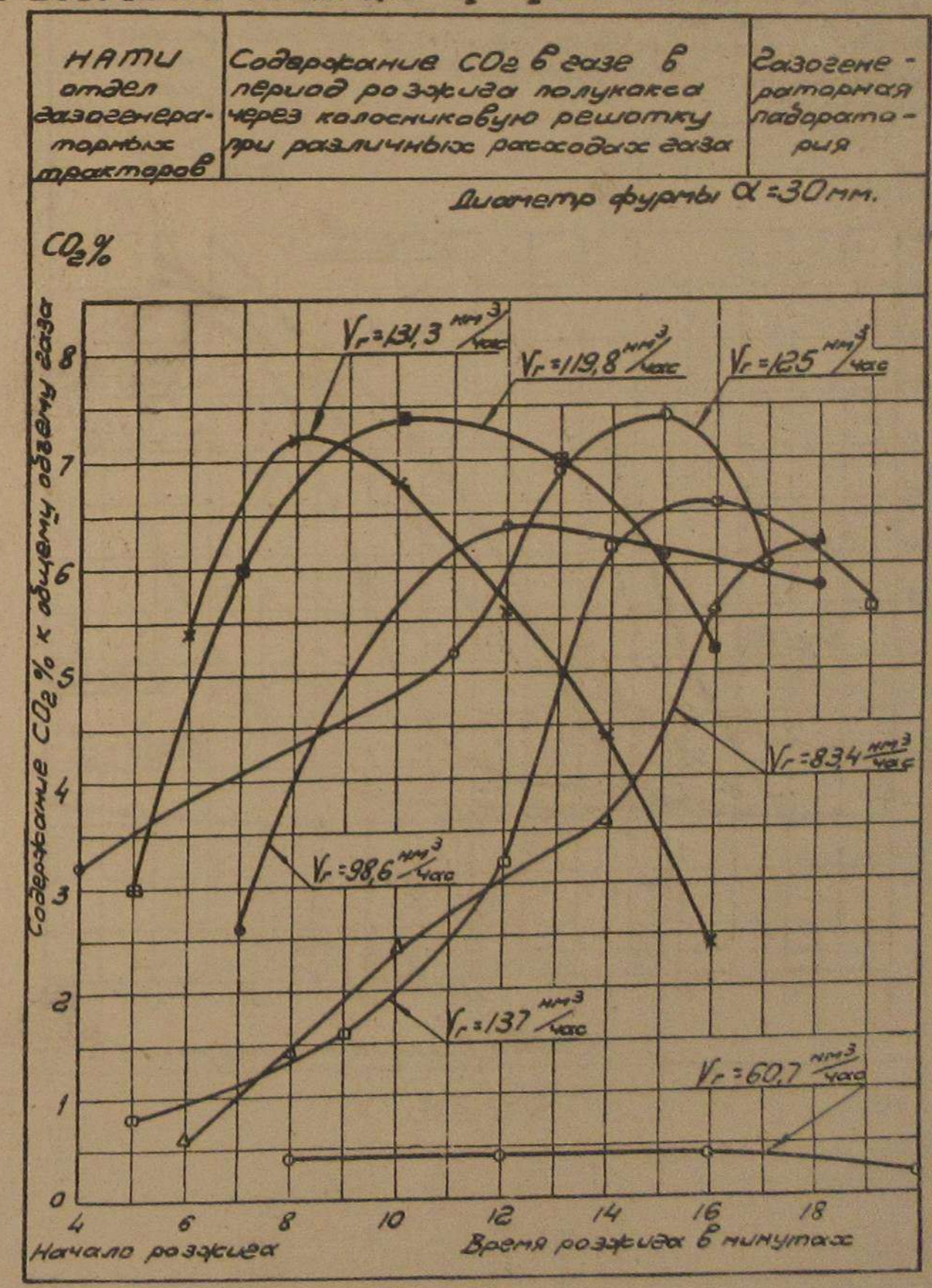
№ п/п	Дата						
		21	22	23	24	25	26
1.	31/II-5I	-	-	-	45	-	4I
2.	30/III	-	-	-	-	-	-
3.	24/III	65	-	-	65	-	-
4.	26/III	-	-	-	-	-	-
5.	29/III	-	-	-	-	-	-
6.	27/III	-	-	-	-	-	-
7.	28/III	-	I40	-	-	I40	-

3. Начало резкого увеличения содержания в газе CO и H_2 начинается на 6-12 минуте и следовательно первые 6-12 минут затрачиваются на период воспламенения и создания очага горения.

Это отчетливо видно на фиг.29 по достижении CO_2 максимального значения.

4. Начавшийся процесс восстановления CO_2 и разложения H_2O происходит быстрее с увеличением расхода газа.

Таким образом, с увеличением расхода газа процесс розжига сокращается и ускорение его зависит в значительной степени от источника тепла для прогрета топлива.



Фиг. 29.

Таблица № II.

Р А З Р Е Ж Е Н И Е

ПОСЛЕ ГАЗОГЕНЕРАТОРА В ПЕРИОД РОЗЖИГА ЧЕРЕЗ КОЛОСНИКОВУЮ РЕШЕТКУ ПРИ РАЗЛИЧНЫХ РАСХОДАХ ГАЗА.

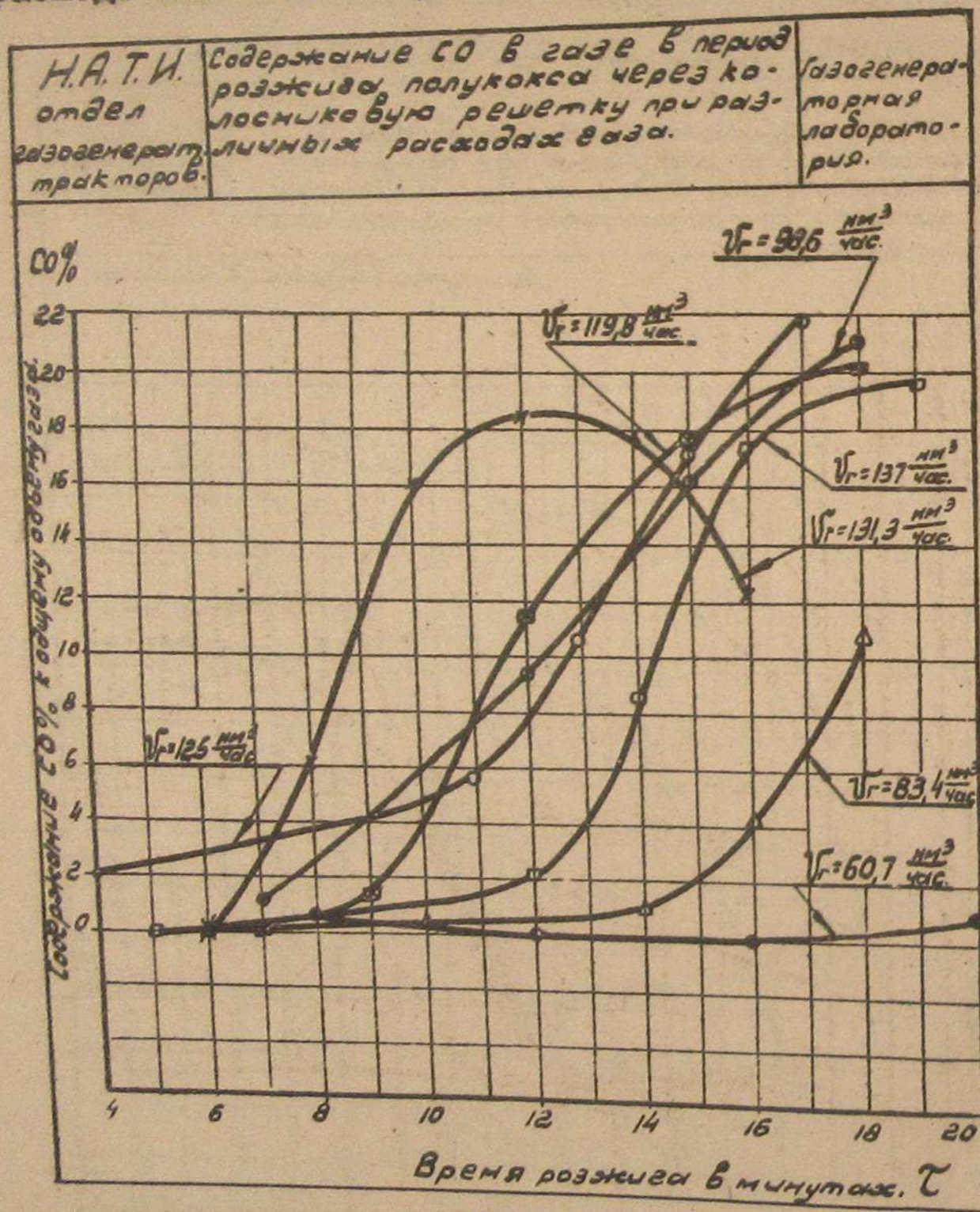
№ п/п	Дата	Расход газа V_r $\text{нм}^3/\text{ч.}$	Время от начала розжига в минутах																									
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26
1.	31/III-5I	60,7	-	-	-	-	-	-	-	16	-	-	-	38	-	-	-	38	-	-	-	42	-	-	-	45	-	41
2.	30/III	83,4	-	-	-	-	-	66	-	65	-	65	-	-	-	65	-	65	-	65	-	-	-	-	-	-	-	-
3.	24/III	88,6	-	-	-	-	-	-	75	-	-	-	-	69	-	-	66	-	-	67	-	-	65	-	-	65	-	-
4.	26/III	119,8	-	-	-	-	-	-	107	-	107	-	-	95	-	-	95	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
5.	29/III	125		165		170	-	-	-	-	-	-	165	-	165	-	160	-	145	-	-	-	-	-	-	-	-	-
6.	27/III	131,3	-	-	-	-	-	-	150	-	160	-	130	-	120	-	120	-	110	-	-	-	-	-	-	-	-	-
7.	28/III	137	-	-	-	-	170	-	-	-	-	-	-	-	-	-	150	-	-	145	-	140	-	140	-	-	140	-

В таблице № II приведены данные о разрежении после газогенератора при различных расходах газа в период розжига.

Из этих данных следует, что для увеличения расхода газа до 100 м³/час при розжиге необходимо значительное увеличение оборотов вентилятора при отсасывании из газопровода перед смесителем.

Это видно из следующего расчета:

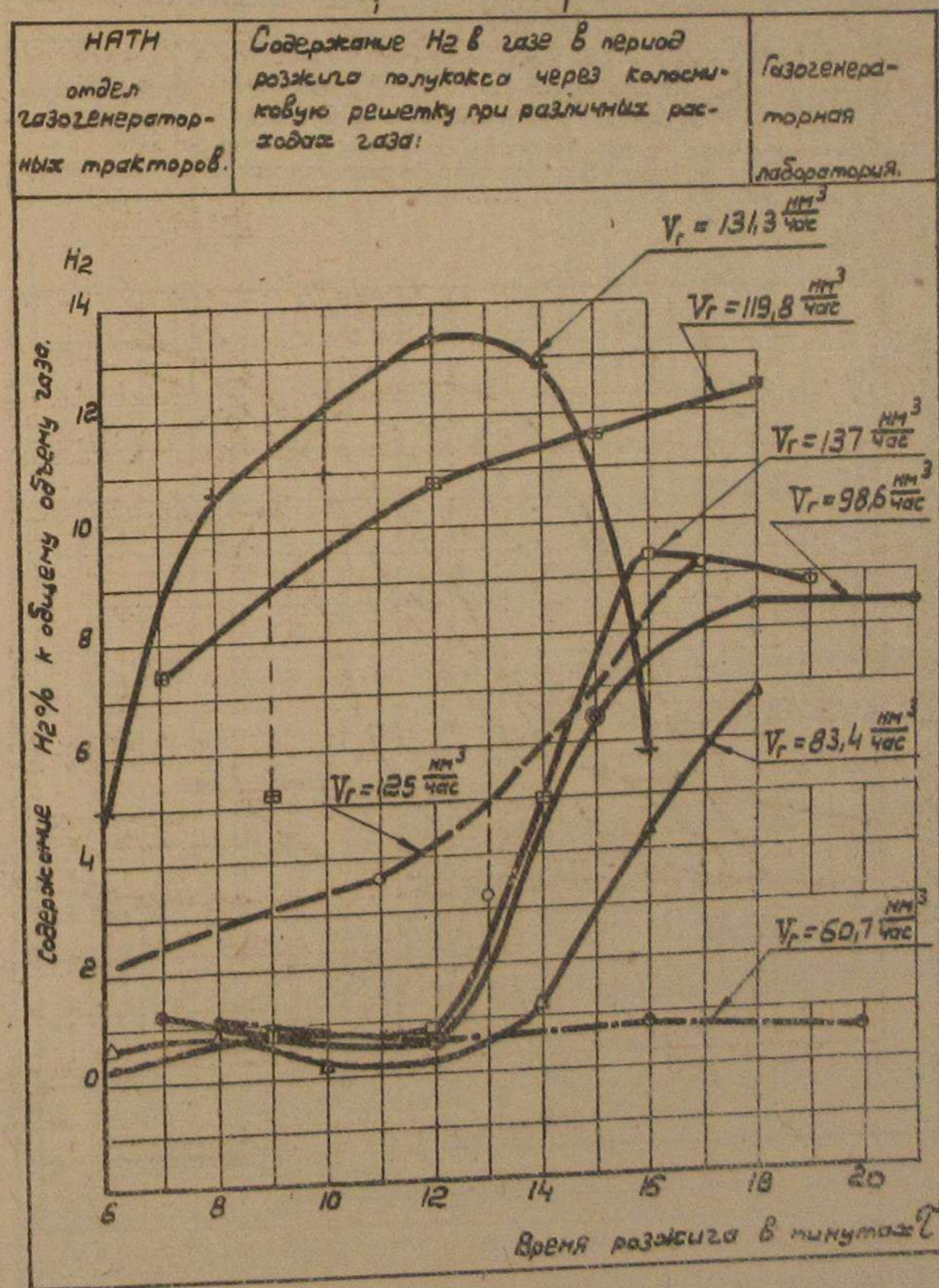
Суммарное сопротивление газогенераторной установки при розжиге с учетом уменьшения сопротивления газогенератора составляет при расходе газа 100 м³/час - 650 мм.вод.ст.



При розжиге с вентилятором ЦАГИ-035 при расходе газа 60 м³/час, сопротивление газогенераторной установки составляет - 230 мм вод.ст. Это разрежение достигается при числе оборотов рабочего колеса - 4725 в минуту.

Полезный статический напор вентилятора возрастает пропорционально квадрату числа оборотов:

$$\frac{H_{ст0}}{H_{ст1}} = \frac{n_0^2}{n_1^2} \dots \dots /16/.$$

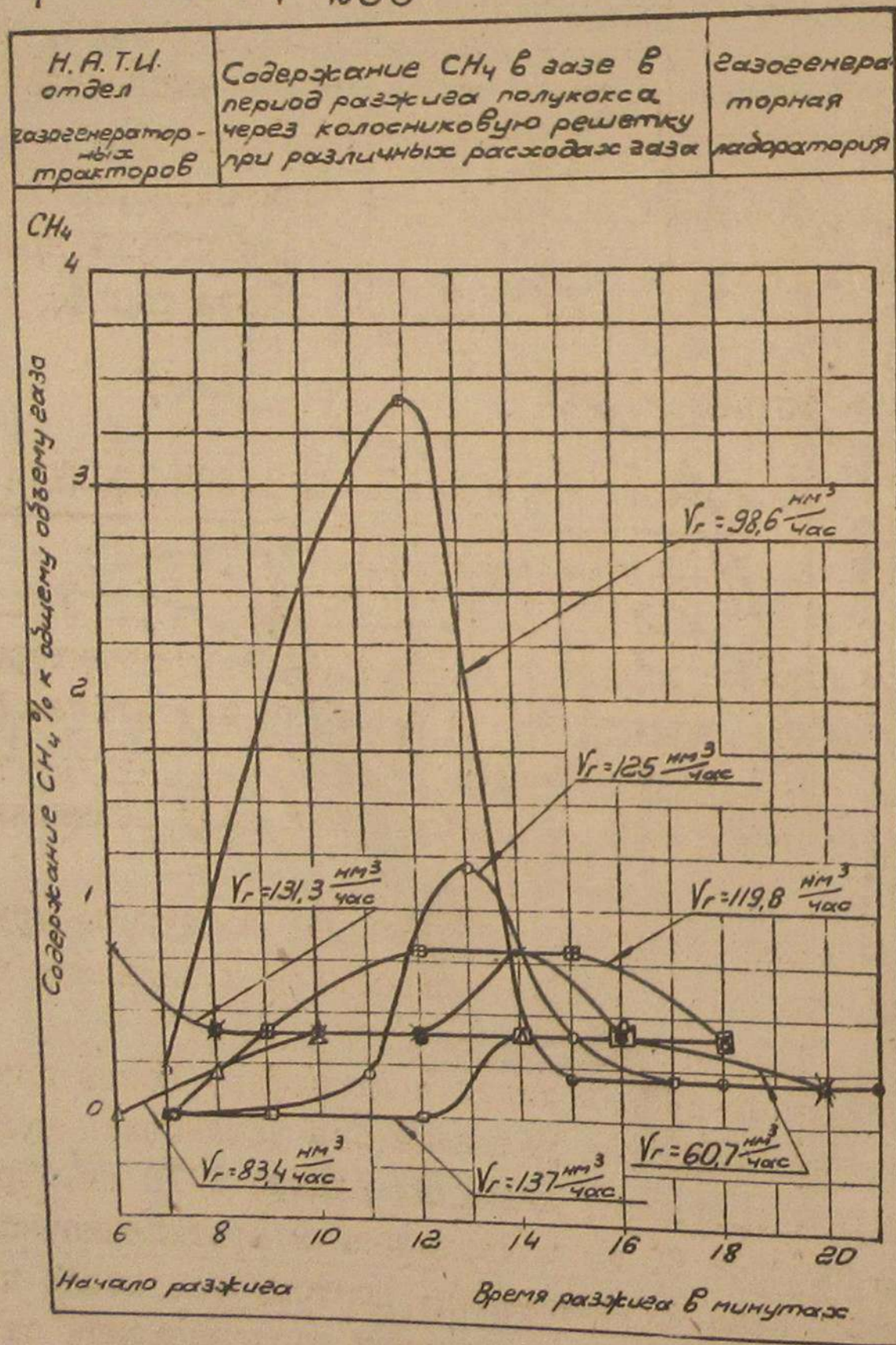


Из уравнения I6 следует, что

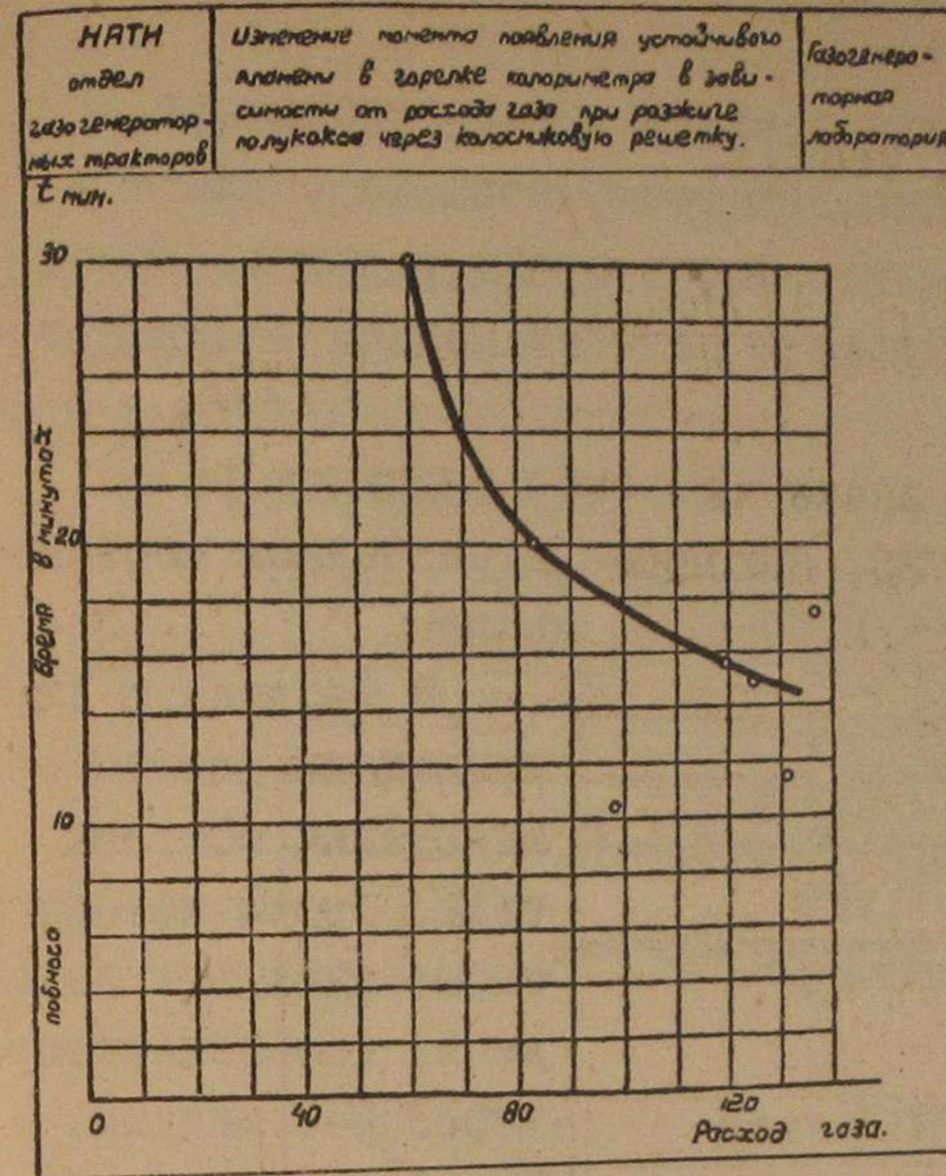
$$n_1 = n_0 \cdot \sqrt{\frac{H_{ст1}}{H_{ст0}}} \dots /17/$$

Подставляя в формулу I7 значения $H_{ст1} = 650$,
 $H_{ст0} = 230$, $n_0 = 4725$, находим

$$n_1 = 4725 \cdot \sqrt{\frac{650}{230}} = 7925 \text{ об/мин.}$$



Фиг. 32.



Фиг. 33.

У. РОЗЖИГ ПОЛУКОКСА С НАДДУВОМ ВОЗДУХА
В ГАЗОГЕНЕРАТОРЕ.

В этом случае розжиг производился с вентилятором ЦАГИ-035, описанном выше, соединенным с пусковым двигателем ПД-10 через редуктор.

Передаточное число от редуктора к валу вентилятора $i = 1,36$.

От напорного патрубка вентилятора воздух по трубе диаметром 65 мм и длиной 6 метров подводился к зольнику газогенератора.

Выпуск газов производился в атмосферу после циклона, на котором по лабораторным условиям был установлен чугунный патрубок с двумя коленами, имеющими радиус 9-10 мм. Труба выхода газа диаметром 65 мм подводилась к вентиляционному окну для удаления газа из помещения. Поэтому газ после циклона не поджигался, а для проверки момента воспламенения отводился газ из выпускной трубы в горелку калориметра.

Воспламенение производилось факелом с увеличенной поверх-

Таким образом, при увеличении расхода газа с отсасывающим вентилятором необходимо значительно увеличить обороты вентилятора.

Учитывая это обстоятельство были поставлены опыты по розжигу полукокса с подачей воздуха в зольник газогенератора и выпуском газа после циклона, что позволяет, не увеличивая оборотов вентилятора, повысить производительность вентилятора и достигнуть необходимого расхода газа.

ностью против применяемого для розжига в газогенераторе АГ.

Факел вставлялся в зольник газогенератора до розжига и с момента его поджигания отсчитывалось время розжига. Интенсивное горение факела начиналось с момента подачи воздуха в зольник.

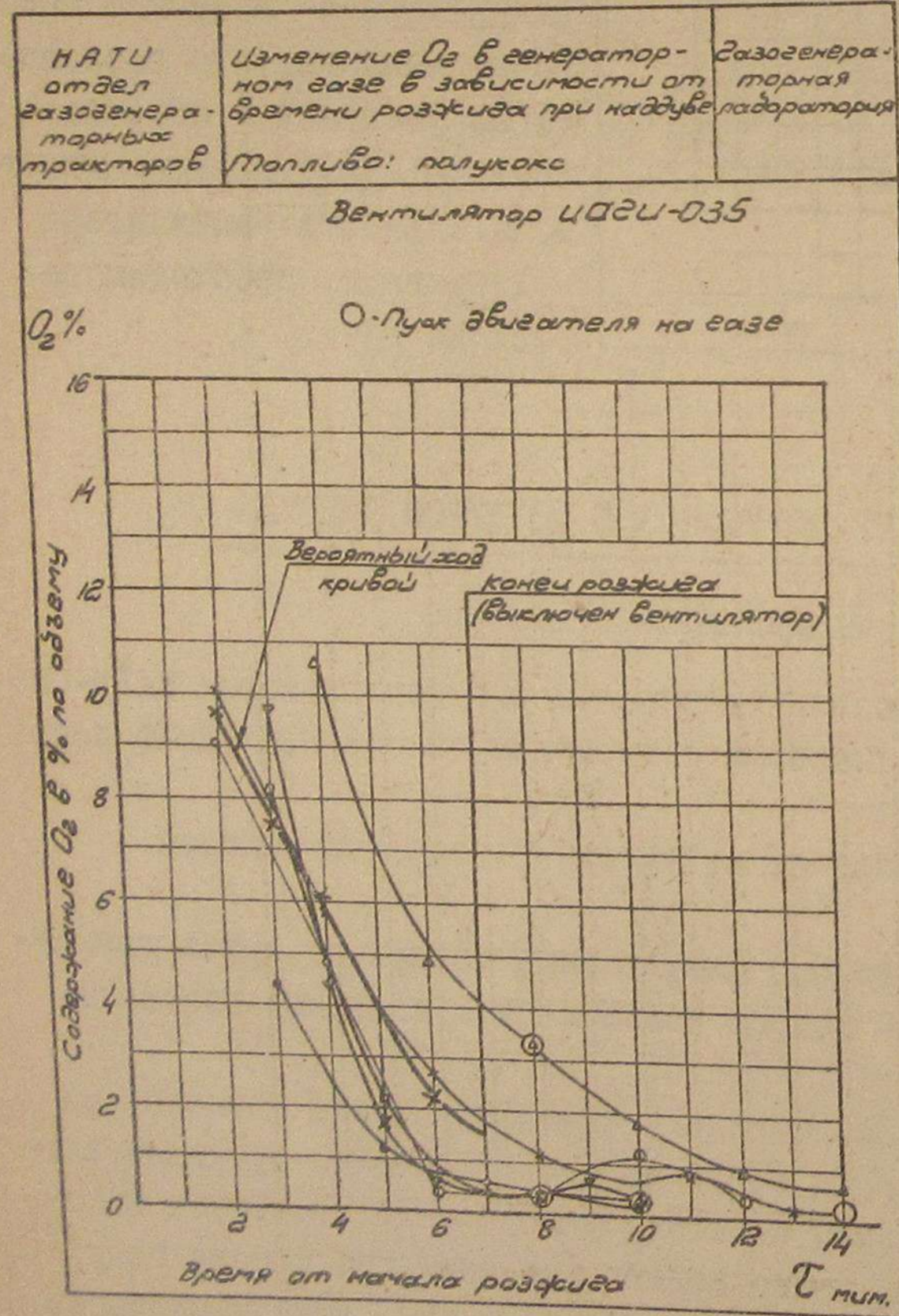
Розжиг производился при числе оборотов вентилятора ~ 3900 в мин. Но числа оборотов не поддерживались постоянными, а колебались в пределах 3900-4200 об/мин.

В таблице № 12

приведены данные об изменении состава газа, пробы которого отбирались при выходе из газогенератора через 2-3 минуты. В той же таблице указаны длительность времени розжига и перевода двигателя на газ.

После розжига вентилятор выключался, закрывалась труба выхода газа из цинлона и производился пуск двигателя на газе. Проворачивание двигателя осуществлялось электромотором. Число оборотов двигателя в минуту при пуске не превышало 300.

На фиг. 34-38 нанесены кривые хода изменения компонентов газа в пе-



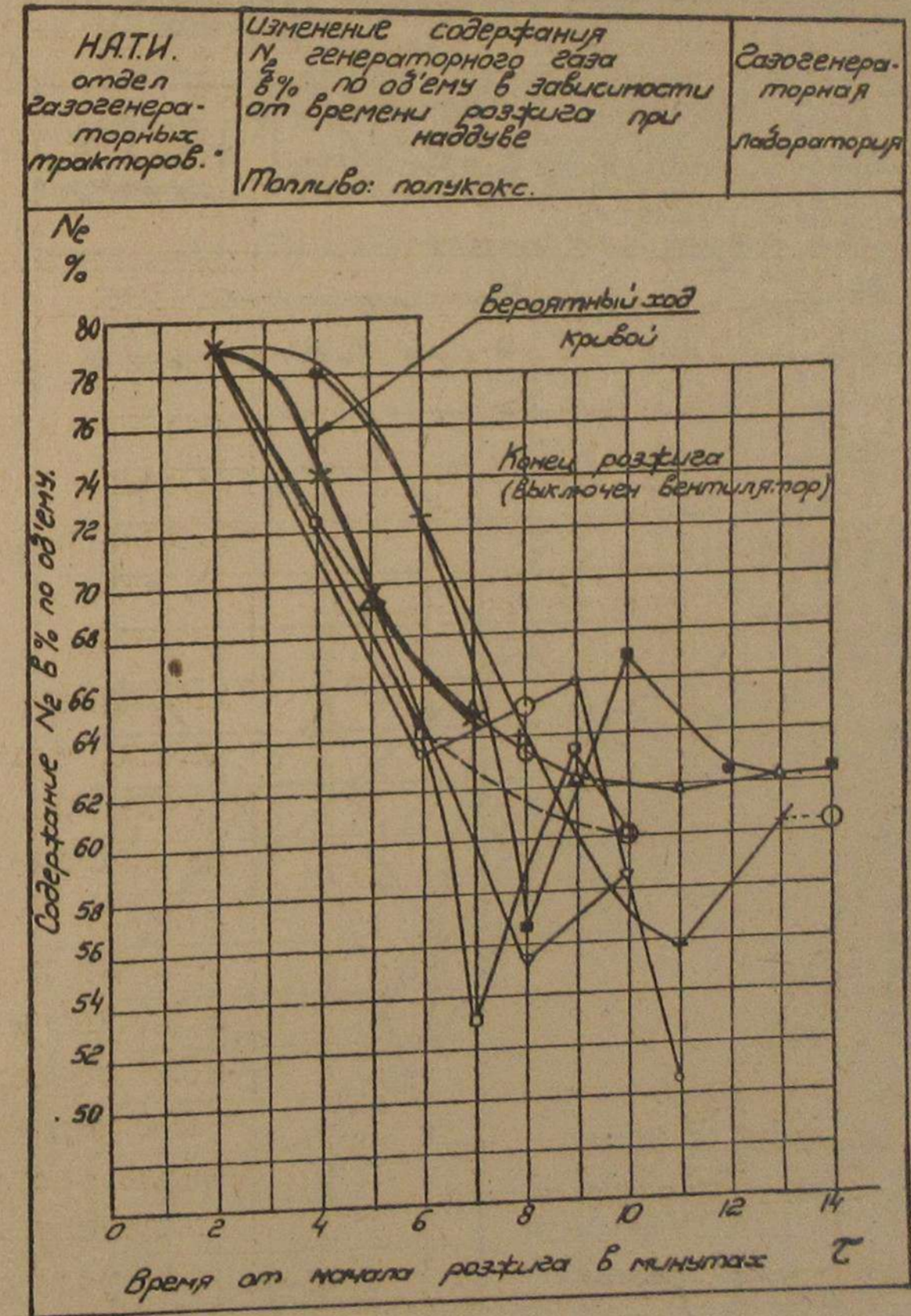
Фиг. 34.

риод розжига, длившегося 7 минут в 7 опытах /13,16,18,20,21, 23 и 25 /IV/, а на фиг. 39 показано изменение теплотворности газа в процессе розжига.

Жирной линией на фигурах нанесено вероятное значение изменения компонентов газа, определенное как средне-арифметическое по данным анализа газа, совпадавшим по времени. Средняя величина наносилась не менее, чем из 4 точек.

Обращает внимание, что содержание минимального количества

O_2 - 0,4-0,2% достигается на 7-10 минуте и только в отдельных опытах затягивается до 14 минут.

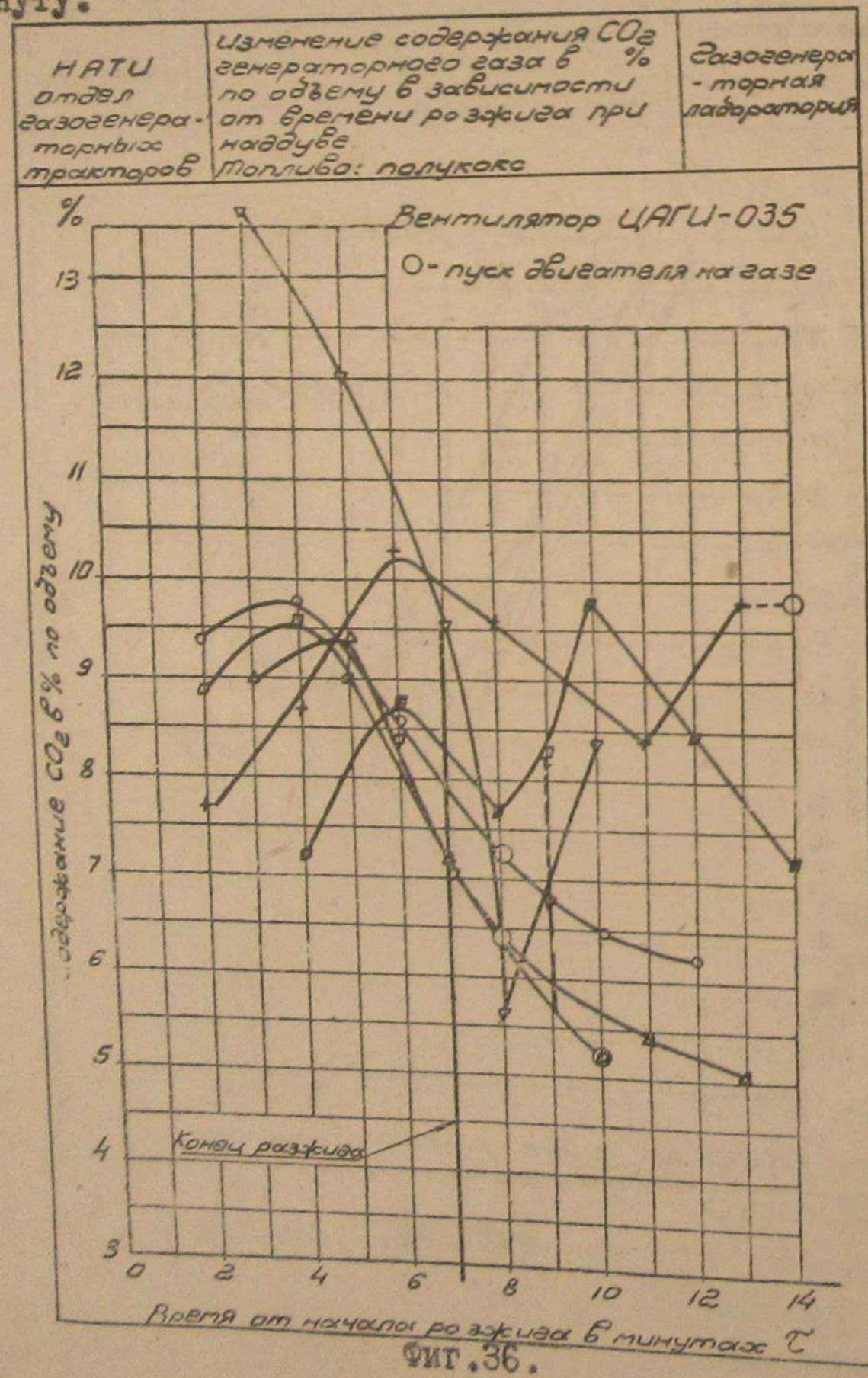


Фиг. 35.

Нарастание CO и H_2 , уменьшения CO_2 , O_2 и N_2 в газе происходит при этом методе розжига значительно быстрее, чем при розжиге с фурмой, что свидетельствует о более интенсивном процессе розжига.

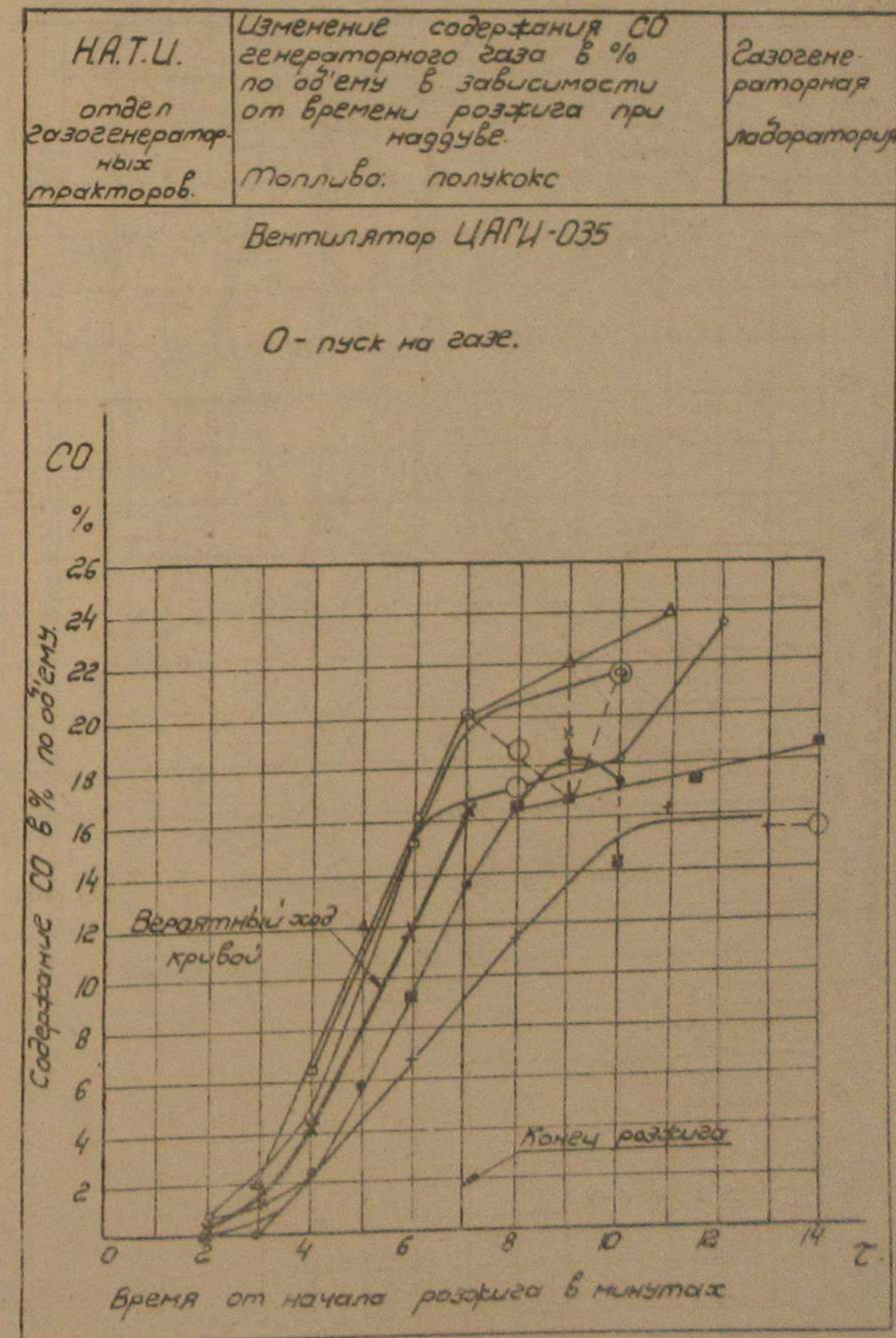
Среднее время, затраченное на розжиг и пуск двигателя на газе при розжиге полукокса в течение 7 минут составило по 7 опытам - 12 минут, при колебании от 8 до 24 минут, причем в 4 опытах полный пуск происходил в течение 8-14 минут.

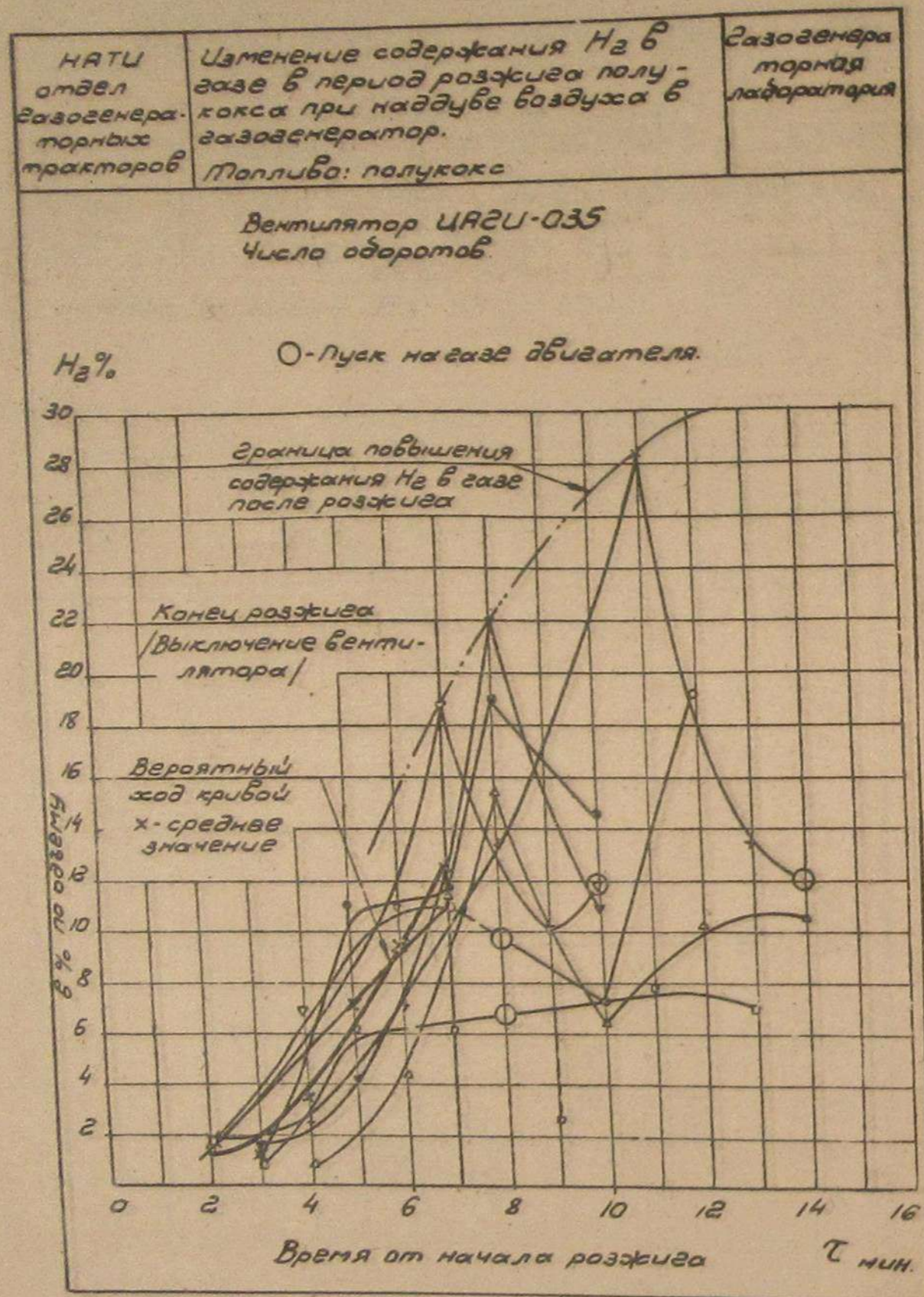
Следует указать, что выпуск газа после циклона снижал расход газа. Число оборотов пускового двигателя не превышало 3200 в минуту.



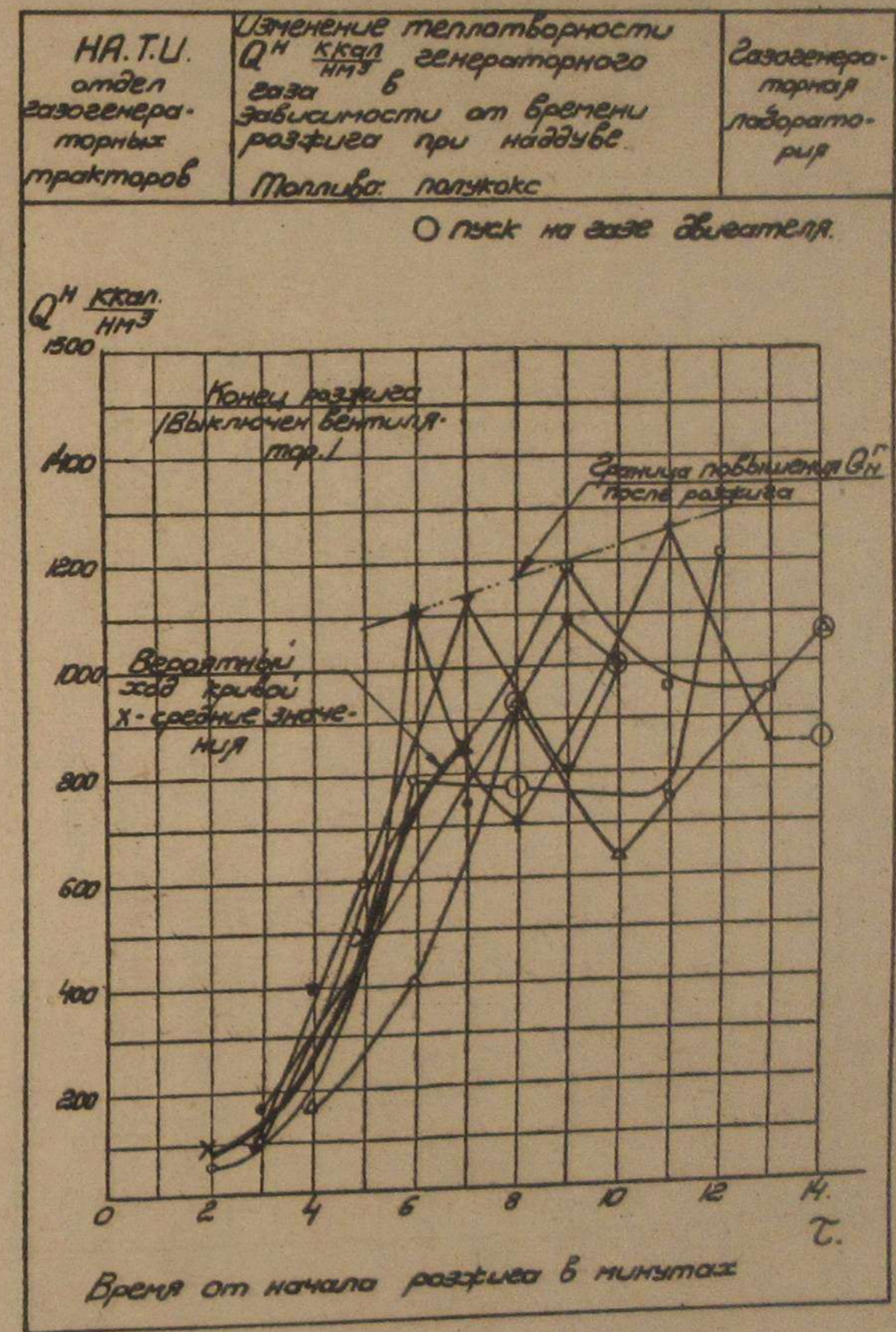
На фиг.40 нанесено изменение d_r , d_T и ϵ_0 рассчитанное по уравнениям 8, 9 и 10 для розжига, проведенного $20/LV$ в течение 7 минут, при пуске двигателя, произведенном через 1 минуту. Как видно из графика в этом случае d_r достигает 1,02, а потребность в воздухе доходит до $0,7 \text{ м}^3/\text{м}^3$ газа.

Произведенные эксперименты по розжигу полукокса при нахождении на колосниках шлака, приведенные на фиг.41 и в таблице № 13, показали, что при слое шлака, насылавшегося высотой 50 мм, теплотворность газа при розжиге достигла 1000 ккал/ м^3 на 10 минуте.

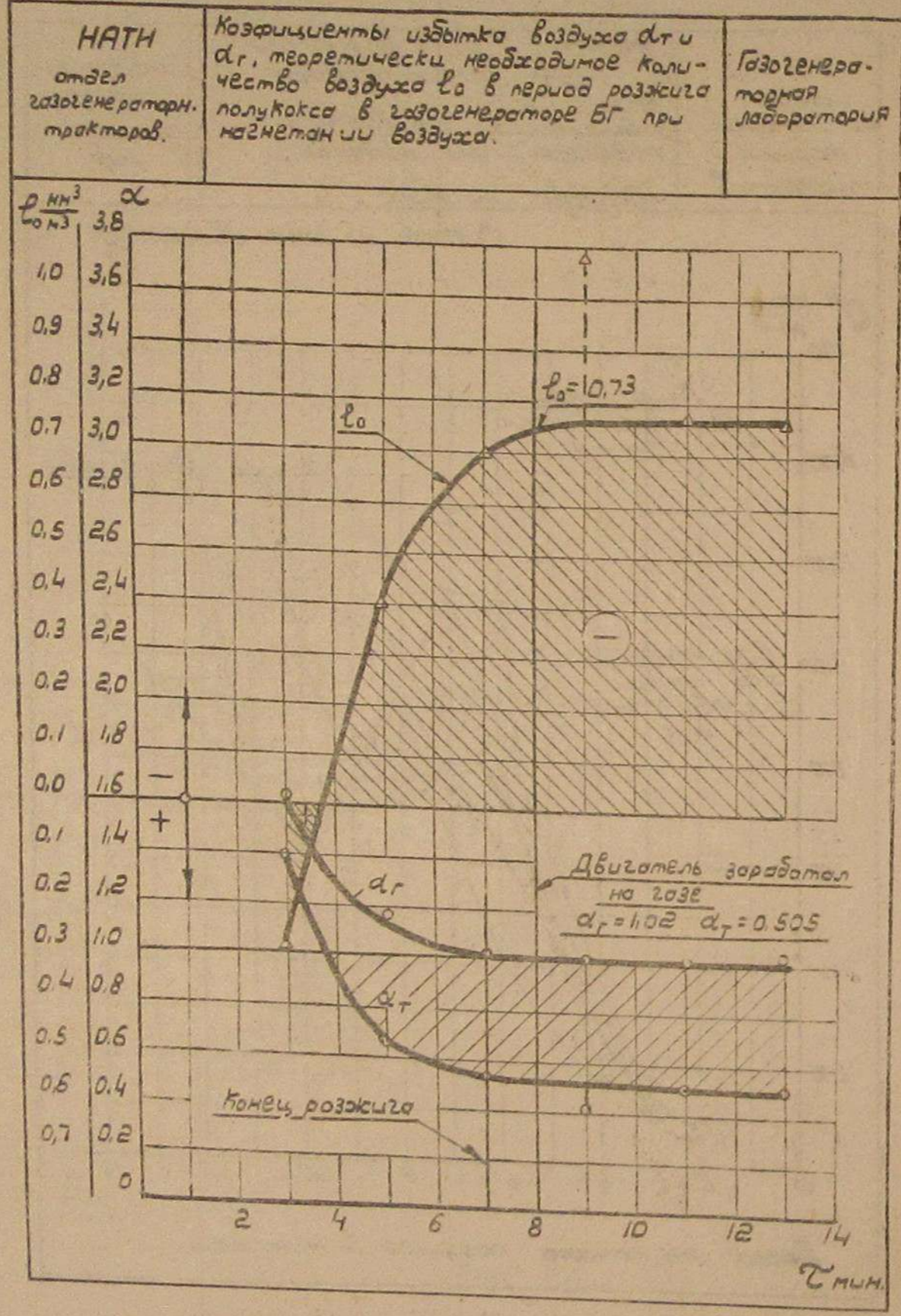




Фиг. 38.



Фиг. 39.



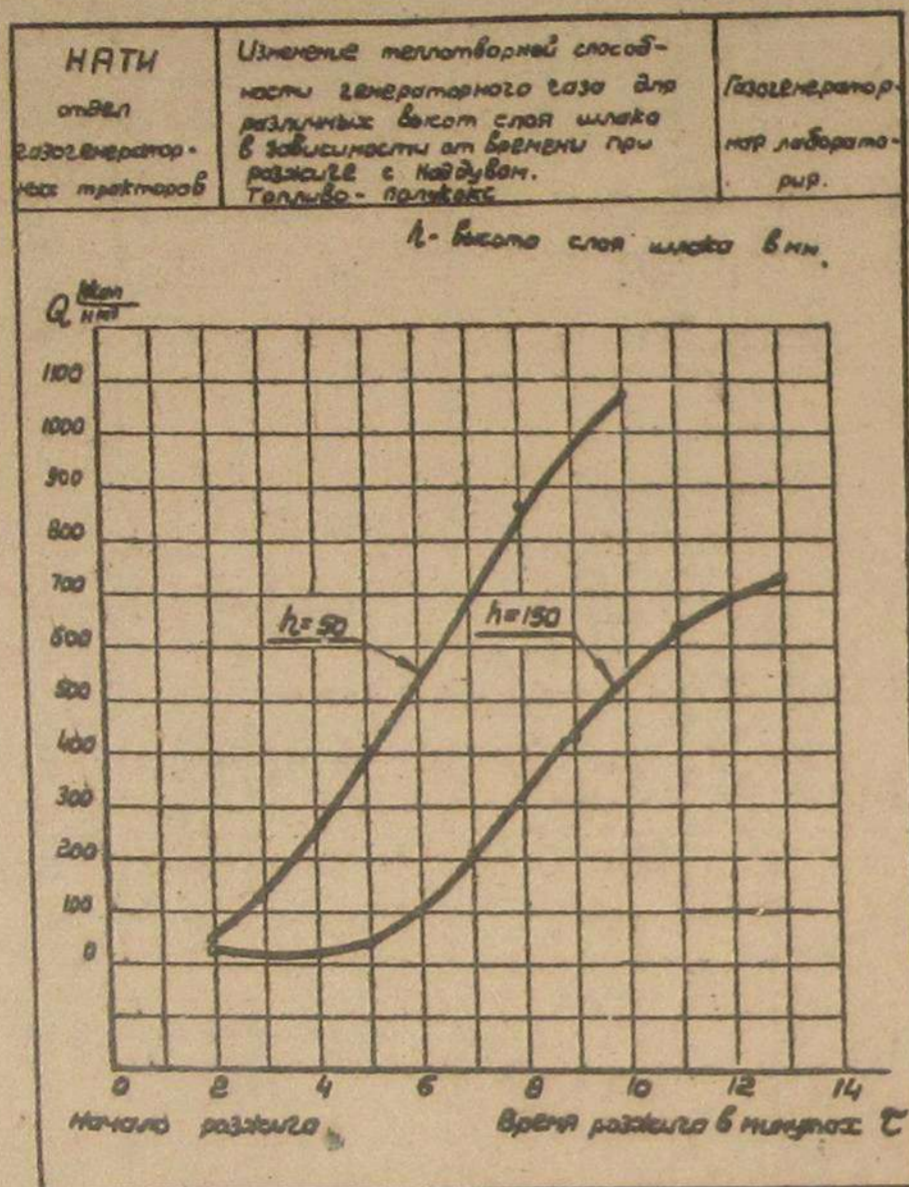
Фиг. 40.

Таблица № 13.

Состав газа в период розжига полукокса при подаче воздуха в газогенератор БГ вентилятором ЦАГИ-035.

Дата	№ № проб	Время от начала розжига мин.	Состав газа в объемных %						Низшая теплотворная способность газа на $м^3$. кал/м ³ .	Время розжига газогенератора в мин.	Воспламенение газа горелки в мин.	Общее время пуска двигателя на газ в мин.	ПРИМЕЧАНИЕ	Слой шлака 50 мм.	Слой шлака 150 мм.
			CO	H ₂	CH ₄	CO ₂	O ₂	N ₂							
30/IV	1	2	0,4	0,6	0,2	3,4	9,2	81,0	45	10	9	II			
	2	3	1,6	0,4	0,4	9,8	8,2	79,2	128						
	3	5	7,6	5,4	0,4	10,6	4,0	72,0	379						
	4	8	19,2	9,4	0,4	6,2	0,2	64,0	862						
	5	10	24,0	11,8	0,4	5,4	0,4	58,4	1070						
5/V-5I	1	2	0,8	0,2	0,0	7,6	10,2	81,2	29	10	13				
	2	5	0,6	0,8	0,0	8,8	9,2	80,6	89						
	3	7	2,4	3,8	0,4	9,0	8,0	76,4	204						
	4	9	8,8	3,6	0,8	8,4	5,2	72,8	428						
	5	11	14,0	5,4	0,8	8,2	2,0	68,2	632						
	6	13	17,2	6,6	0,4	7,8	0,8	67,2	725						

Слой шлака 150 мм - замедляет розжиг. В этом случае $Q_{гн}$ газа на 10 минуте достигает 630 ккал/м³ и процесс развивается медленно.



Фиг. 41.

Исследования показали большое влияние начального периода воспламенения полукоса. Отмечается, что при розжиге с подачей воздуха в газогенераторе вентилятором розжиг начинается на 2-й минуте. В течение первых двух минут происходит прогрев топлива. Индуктивный период до воспламенения в этом случае дольше, чем при розжиге со вспомогательной фурмой.

В проведении экспериментальной работы по исследованию розжига полукоса принимала участие ст. инж. ШИБАНОВА К.И.

У. В. Н. В. О. Д. Н.

1. Проведенные исследования процесса розжига показали, что наиболее простым и надежным является розжиг с подачей воздуха под давлением в газогенератор и выпуском газа после циклона.

2. При этом способе розжига время полного запуска двигателя на газе может быть сокращено до 12 минут.

3. Для увеличения производительности вентилятора выпуск газов следует сделать не после циклона, а непосредственно после газогенератора.

4. Вентилятор ЦАГИ удовлетворяет по производительности условиям розжига полукоса.

5. При накоплении шлака необходимо производить перед розжигом удаление его.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ: Рекомендовать для газогенераторного трактора ГТ-58 ввести розжиг с подачей воздуха под давлением и выпуском газов после газогенератора.

НАЧАЛЬНИК ОТДЕЛА ГАЗОГЕНЕ-
РАТОРНЫХ ТРАКТОРОВ,
младший научный сотрудник - И.Н.ВЕЛИЧКИН.

РУКОВОДИТЕЛЬ ТЕМЫ,
ЗАВ. ГАЗОГЕНЕРАТОРНОЙ
ЛАБОРАТОРИЕЙ,
младший научный сотрудник - И.Г.ЮДУШКИН.

Исполнитель
младший научный сотрудник - В.И.ЦВЕТКОВ.

Декабрь 1951 г.