

Министерство Автомобильной и Тракторной
Промышленности СССР

НАТИ

С 247
19

СОЗДАНИЕ ГАЗОГЕНЕРАТОРОВ, РАБО-
ТАЮЩИХ НА БУРОМ УГЛЕ И ВЛАЖНОМ
ДРЕВЕСНО-ЧУРОЧНОМ ТОПЛИВЕ К
ТРАКТОРУ ГБ-58.

Раздел: Создание газогенератора,
работающего на влажном
древесно-чурочном топ-
ливе к трактору ГБ-58.

ОТДЕЛ ТЕХНИЧЕСКОЙ ИНФОРМАЦИИ
г. Москва ≡ 1952 г.

СССР

Министерство Автомобильной и Тракторной Промышленности

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ СОЮЗНЫЙ
НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ТРАКТОРНЫЙ ИНСТИТУТ

НАТИ

С 247
19

ОТДЕЛ ГАЗОГЕНЕРАТОРНЫХ ТРАКТОРОВ

ЛАБОРАТОРИЯ ГАЗОВЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ

СОЗДАНИЕ ГАЗОГЕНЕРАТОРОВ, РАБОТАЮЩИХ НА БУРОМ
УГЛЕ И ВЛАЖНОМ ДРЕВЕСНО-ЧУРОЧНОМ ТОПЛИВЕ К
ТРАКТОРУ ГБ-58.

Раздел: Создание газогенератора, работающего
на влажном древесно-чурочном топливе
к трактору ГБ-58.

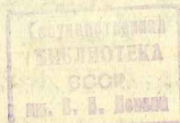
/Работа выполнена в 1951 г./

ДИРЕКТОР НАТИ — С. И. АКОПЯН.

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

ОТДЕЛ ТЕХНИЧЕСКОЙ ИНФОРМАЦИИ

г. Москва — 1952 г.



52-56581

Л135051. Подпис. к печ. 28 июня 1952г. Тир. 100. Об.2,5.Зак .149.
Типо-лит. НАТИ.Москва 40. Верхняя ул. д. 34.

О Г Л А В Л Е Н И Е

	стр.
А н н о т а ц и я	
I. В в е д е н и е	I
II. Литературный обзор по газификации влажного топлива	4
I. Сушка древесного топлива отработавшими газами двигателя внутреннего сгорания.	4
2. Сушка древесного топлива в самом газогенераторе в процессе его работы	6
III. Исследование процесса газификации влажного древесно-чурочного топлива в тракторном газогенераторе	16
I. Разработка приспособлений для газификации влажного древесно-чурочного топлива	16
2. Лабораторные испытания газогенераторной установки с приспособлениями для газификации влажного топлива	18
а/ Газификация топлива обычным способом /без эжектирования и без наддува/.	20
б/ Газификация древесно-чурочного топлива с эжектированием парогазовой смеси из верхней части бункера отработавшими газами двигателя.	24
в/ Газификация древесно-чурочного топлива с применением наддува воздуха в газогенератор	36
3. Полевые испытания газогенераторной установки с приспособлениями для газификации влажного древесно-чурочного топлива	51
IV. В ы в о д ы	54
У. З а к л ю ч е н и е	55
VI. Л и т е р а т у р а	56

REVISIONS

Faint, illegible text, possibly bleed-through from the reverse side of the page.

А Н Н О Т А Ц И Я

Практика эксплуатации парка газогенераторных транспортных машин, работающих на древесно-чурочном топливе, настоятельно требует решения задачи по газификации сырого древесного топлива.

В настоящем отчете приведены результаты экспериментальных исследований газификации влажного древесно-чурочного топлива новым способом.

Примененный способ заключается в эжектировании парогазовой смеси из верхней части бункера газогенератора охлажденными отработавшими газами двигателя.

При ведении процесса газификации по этому способу обеспечивается нормальная работа трактора на древесном топливе с влажностью до 100% абс. Мощность двигателя при этом не снижается по сравнению с работой его на топливе стандартной влажности /20% абс/.

СОЗДАНИЕ ГАЗОГЕНЕРАТОРА, РАБОТАЮЩЕГО НА ВЛАЖНОМ ДРЕВЕСНО-ЧУРОЧНОМ ТОПЛИВЕ К ТРАКТОРУ ГБ-58.

I. ВВЕДЕНИЕ.

Развитие газогенераторного парка в СССР базируется на использовании следующих основных видов топлива: древесины, торфа, бурых и каменных углей, а также производных от этих топлив: древесного угля, древесно-угольных брикетов, торфобрикетов, торфяного кокса, полукочка, и т.д.

Наиболее распространенным и наиболее освоенным видом местного твердого топлива является древесина. В транспортных газогенераторах древесина применяется обычно в виде чурок с размерами сторон не более 50x50x60 мм.

Низшая теплотворность органической массы чурок различных пород древесины колеблется в пределах от 4400 до 4560 ккал/кг. Зольность абсолютно сухой древесины, в зависимости от породы, изменяется от 0,6 до 1,4%. Древесина содержит от 82 до 88% летучих. Средняя абсолютная влажность свежесрубленной древесины различных пород составляет: дуб - 82%; береза - 100%; сосна - 110%. Древесное топливо газифицируется по обращенному процессу.

Основными свойствами древесины, затрудняющими использование ее в транспортных газогенераторах, является большое содержание влаги и летучих.

Многолетняя практика показала, что в существующих транспортных газогенераторах возможно газифицировать древесное топливо влажностью, не превышающей $W_{a\delta c} = 18-20\%$.

Чтобы получить древесное топливо указанной влажности, его необходимо подвергнуть естественной или искусственной сушке. Сушка древесины как естественная, так и искусственная сопровождается затратой значительных средств. Способность сухой древесины увлажняться требует дополнительную затрату средств для создания специальных хранилищ - крытых помещений. В условиях эксплуатации газогенераторных тракторов не всегда возможно иметь топливо установленной кондиции по влажности.

При использовании же топлива повышенной влажности в стандартных г/генераторах нарушается процесс газификации.

Низшая теплотворность топлива обычно определяется по формуле Менделеева:

$$h_u = 81C + 300H + 26(O - S) - 6(9H + W) \text{ ккал/кг,}$$

где W - относительная влажность топлива в процентах.

Из приведенной формулы видно, что с увеличением влажности топлива уменьшается его низшая теплотворность. Это происходит вследствие затраты тепла на испарение гигроскопической влаги, а также уменьшения процентного содержания горючей массы.

С увеличением влажности в реакционную зону поступает большое количество летучих и влаги. Это снижает температуру активной зоны и следовательно ухудшает течение реакции восстановления и полного разложения смол.

Сказанное подтверждается так же данными экспериментальных исследований.

В таблице I приводятся данные о влиянии влажности березовых чу-рок на химический состав газа и теплотворность его.

Таблица I.

Влажность в % /относи- тельная/	CO %	H ₂ %	CH ₄ %	CO ₂ %	O ₂ %	N ₂ %	Низшая теплот- вор- ность
12,4	21,0	15,0	3,6	10,5	0,6	49,2	1333
15,3	16,8	20,7	3,5	12,8	0,4	45,8	1343
20,0	18,0	14,4	3,6	9,0	1,0	54,0	1226
29,3	13,6	17,6	3,0	11,0	0,4	54,4	1125
37,4	9,0	9,7	3,7	16,0	0,4	61,2	839

Опытные данные Ленинградской Лесотехнической академии, помещенные

в таблице 2, иллюстрируют влияние влажности древесины на мощность двигателя.

Таблица 2.

Влажность древесины в % /относительная/	13	18	23	30	38
Мощность двигателя в л.с.	42	40	36	32	28

Следовательно, с увеличением влажности топлива, ухудшается химический состав генераторного газа, снижается низшая теплотворность. Вследствие этого падает мощность двигателя и увеличивается смолосодержание газа, приводящее к повышенному засмаливанию газопроводов, системы очистки и деталей двигателя.

II. ЛИТЕРАТУРНЫЙ ОБЗОР ПО ГАЗИФИКАЦИИ ВЛАЖНОГО ТОПЛИВА.

Технические требования к влажности древесных чурок, а также трудность обеспечения газогенераторных тракторов кондиционным по влажности древесным топливом в течение всего сезона полевых работ, заставили ряд научно-исследовательских организаций заняться изысканием возможностей обеспечения нормальной работы тракторов на чурках повышенной влажности.

Техническое решение этой задачи сводится к просушке топлива на самой газогенераторной машине в процессе ее работы.

Этот способ имеет два направления:

1. Сушка древесного топлива отработавшими газами двигателя внутреннего сгорания.

2. Сушка древесного топлива в самом генераторе в процессе его работы.

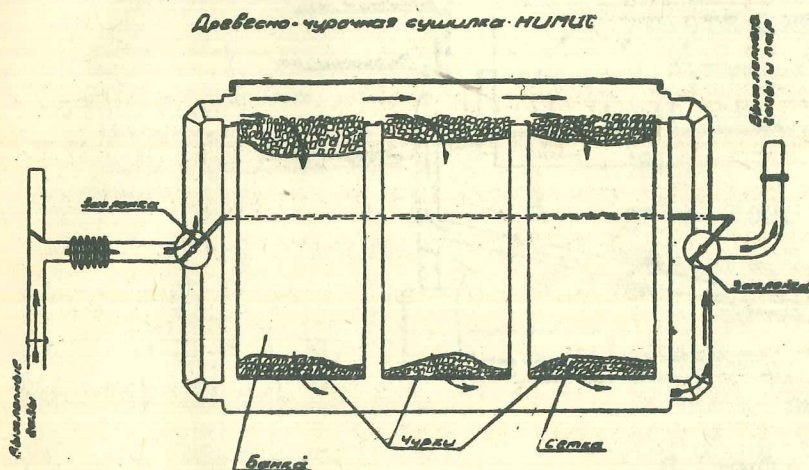
I. Сушка древесного топлива отработавшими газами двигателя внутреннего сгорания.

В этом случае имеется ввиду использование тепла и давления отработавших газов двигателя внутреннего сгорания для сушки чурок в специальном металлическом ящике, установленном на газогенераторной машине.

На фиг. I показана схема древесно-чурочной сушилки НИМИС, установленной непосредственно на тракторе [2].

Сушилка представляет собой металлический ящик с крышкой и коллекторами для подвода и отвода отработавших газов. Внутри ящика помещаются три банки с чурками. Банки с чурками подвешиваются, опираясь буртиками на опорную пластину, вваренную в верхнюю часть ящика. Каждая банка имеет решетчатое дно. Сушка чурок, загружаемых в банки, производится путем пропускания через них отработавших газов двигателя. Для регулирования направления отработавших газов, а также количества подачи их в сушилку, в выхлопной трубе двигателя и коллекторах сушилки предусмотрены дроссельные заслонки. Управление заслонками осуществляется при помощи тяг и рычагов, расположенных

в кабине тракториста.

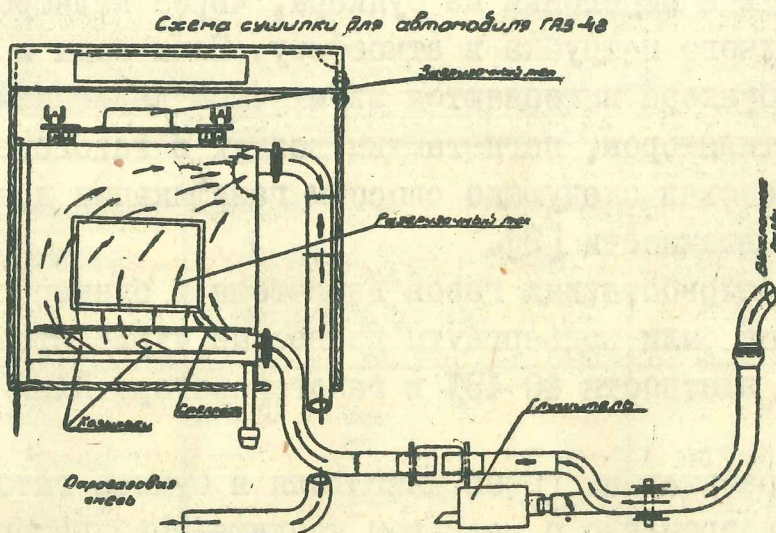


Фиг. 1.

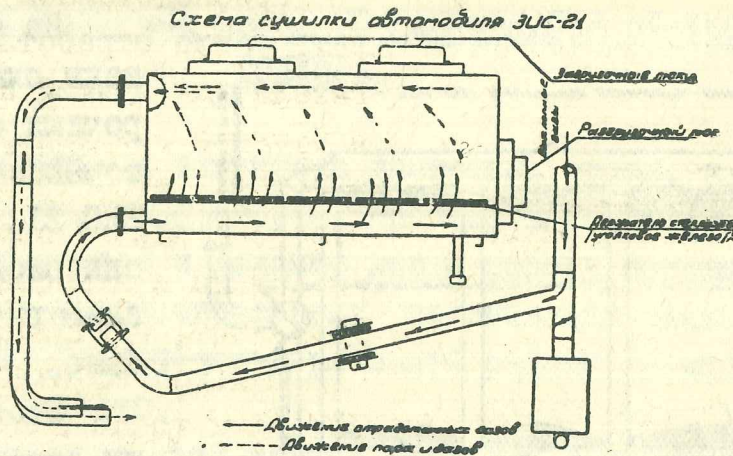
На Фиг. 2 и 3 показаны схемы древесно-чурочных сушилок для автомашин ГАЗ-42 и ЗИС-21. Конструктивно они сходны и в принципе аналогичны описанной выше.

Этот способ подсушки газогенераторного топлива сопровождается рядом нежелательных явлений:

- а/ Потеря мощности двигателя на преодоление сопротивлений при пропускании отработавших газов через сушилку.
- б/ Пожарная опасность конструкции /очень часто загорается топливо в сушилке/.
- в/ Неудобства в обслуживании.



Фиг. 2.



Фиг. 3.

2. Сушка древесного топлива в самом генераторе в процессе его работы.

Исследованием вопроса сушки топлива в самом газогенераторе занимается ряд научно-исследовательских институтов.

Их работа в основном сводится к изучению процесса газификации влажного древесного топлива с принудительным удалением водяного пара и продуктов сухой перегонки из бункера, через калиброванное отверстие паропроводного патрубка в атмосферу. Пары воды и продукты сухой перегонки из бункера вытесняются избыточным давлением, создаваемым приводным вентилятором, нагнетающим воздух в газогенератор.

НАМИ исследовал следующие способы газификации древесного топлива повышенной влажности [3].

а/ Подача отработавших газов двигателя в бункер газогенератора^{х/}.

Газификации были подвергнуты древесные чурки стандартного размера абсолютной влажности 40-43% в газогенераторе НАМИ Г-78 с двигателем ЗИС-21.

Подача отработавших газов двигателя в бункер газогенератора производилась одновременно с наддувом воздуха вентилятором в зону газификации, как показано на фиг. 4.

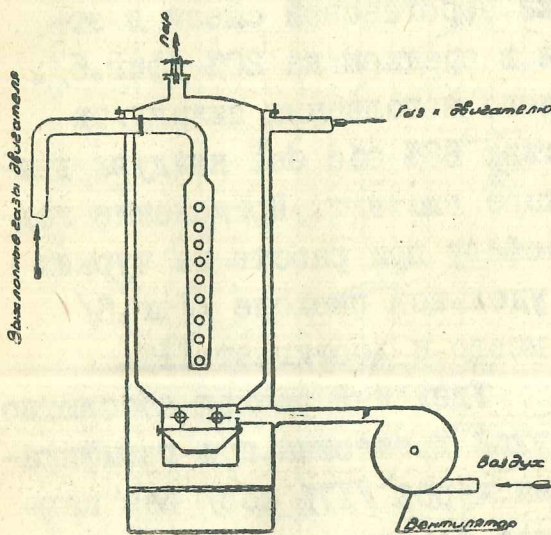
х/ Работа проводилась с целью проверки метода, предложенного ЛТА.

Преследовалась цель использовать тепло отработавших газов двигателя для лучшей подсушки топлива в бункере газогенератора. Предполагалось, что отработавшие газы вместе с парогазовой смесью будут вытеснены в атмосферу избыточным давлением, создаваемым вентилятором.

Однако, эффекта от ввода отработавших газов получено не было. Процесс сопровождался снижением теплотворности газа и падением мощности двигателя. Несомненно, имело место проникновение отработавших газов в зону газификации, что снижало температуру в активной зоне. Данные исследования помещены в таблицу 3.

Схема

двухвесно-чурочного газогенератора Г-78-В
для газификации влажного топлива



Фиг. 4.

Таблица 3

Влияние подачи отработавших газов двигателя в бункер газогенератора.

Подача отработавших газов	Высшая теплотворность генераторного газа	Эффективная мощность при $n = 1500$ об/мин.
нет	1250	26,5
есть	1050	23,6

б/ Наддув воздуха в газогенератор.

Наддув применялся при газификации древесных чурок стандартного размера абсолютной влажности 17% и 68% в газогенераторе НАМИ Г-78 с

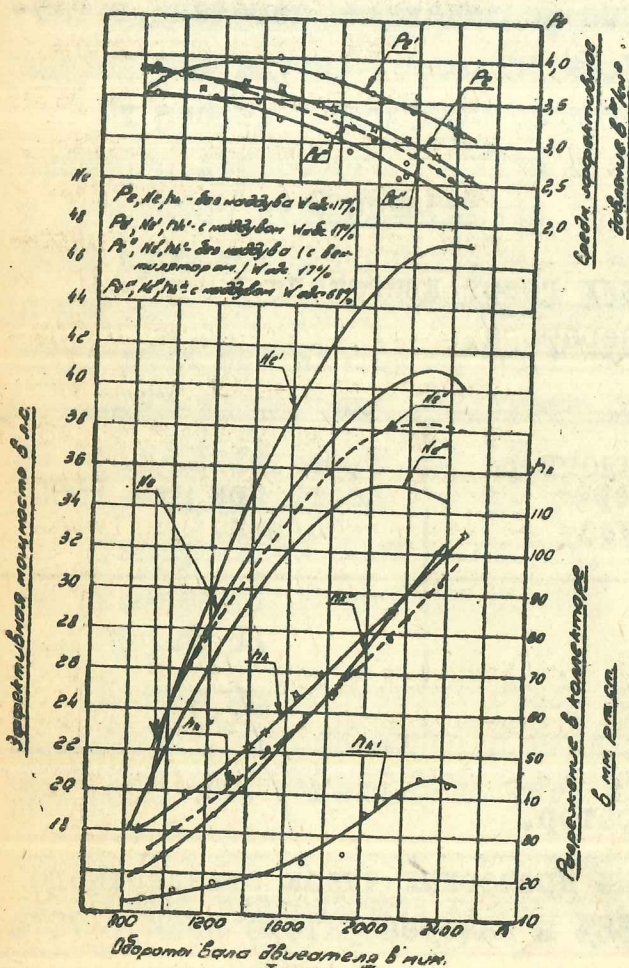
двигателем ЗИС-21.

Наддув производился вентилятором розжига ГАЗ-42.

Целью испытаний являлось определение влияния наддува воздуха в газогенератор на мощность двигателя при газификации древесных чурок влажностью 17% абс и при газификации влажных чурок /68% абс/ с вытеснением парогазовой смеси из бункера в атмосферу.

Согласно данным отчета НАМИ [4] при работе на чурках влажностью 17% абс с применением наддува без выпуска парогазовой смеси в атмосферу мощность двигателя увеличивается в среднем на 20% /фиг.5/. Прирост мощности получается за счет лучшего наполнения цилиндров двигателя. При работе на топливе влажностью 68% абс без наддува двигатель постепенно снижает мощность и вскоре глохнет. Применение наддува с выпуском парогазовой смеси в атмосферу при работе на чурках влажностью 68% абс, даже при высоком их удельном расходе /фиг.6/ недобор мощности двигателя все же имеет место и достигает 11%.

Внешние характеристики двигателя ЗИС-21 при работе на сухих и влажных древесных чурках

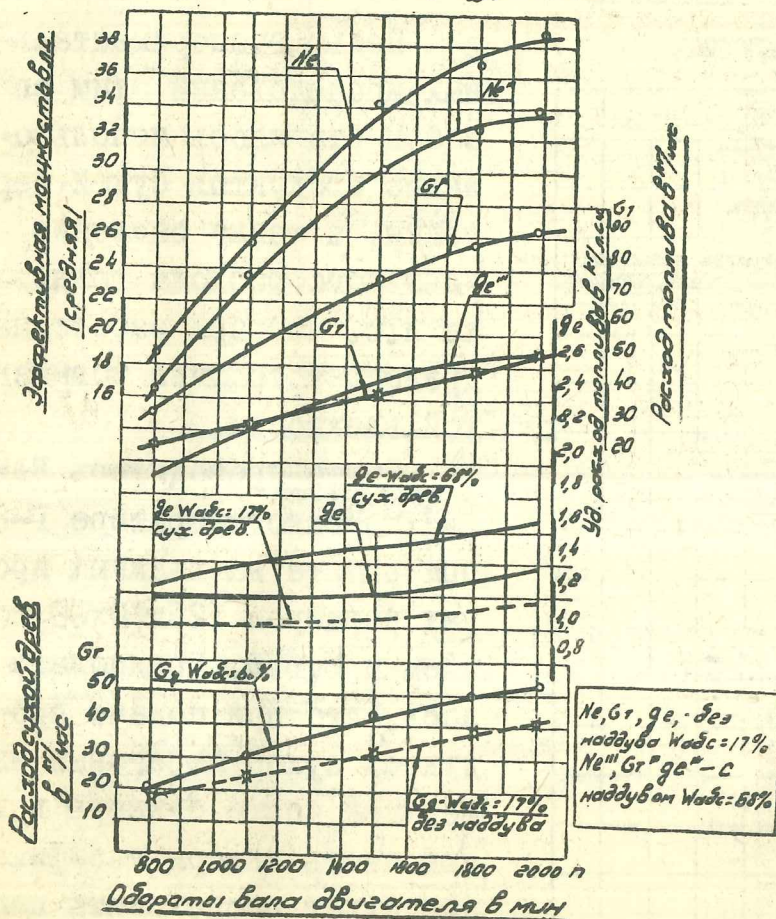


Фиг. 5

Удельный расход абсолютно сухой древесины при газификации чурок /17% абс/ без наддува составляет 0,98 кг/л.с. час; при газификации топлива влажностью 68% абс, расход абсолютно сухой древесины составляет 1,4 кг/л.с. час. Следовательно, имеет место весьма ошутимый перерасход топлива, равный 50%.

При газификации влажного топлива, газы, выбрасываемые из бункера в атмосферу вместе с водяным паром, представляют собой смесь продуктов неполного сгорания древесины с продуктами ее сухой перегонки в бункере. Теплотворность этих газов при влажности топлива 68% абс достигает 943 кал/м³.

Средние значения показателей работы двигателя ЗИС-21 при длительной работе на сухих и влажных чурках



Фиг. 6.

При газификации влажных дров, кроме отрицательных явлений, имеющих место при газификации влажных чурок стандартного размера, наблюдается зависание топлива в бункере и выгорание топлива в зоне горения.

ЦНИИМЭ применял способ наддува при газификации свежесрубленных полуметровых дров и лесосечных отходов влажностью до 100% абс в газогенераторе прямоугольного сечения без обогрева бункера /фиг.8/, [5].

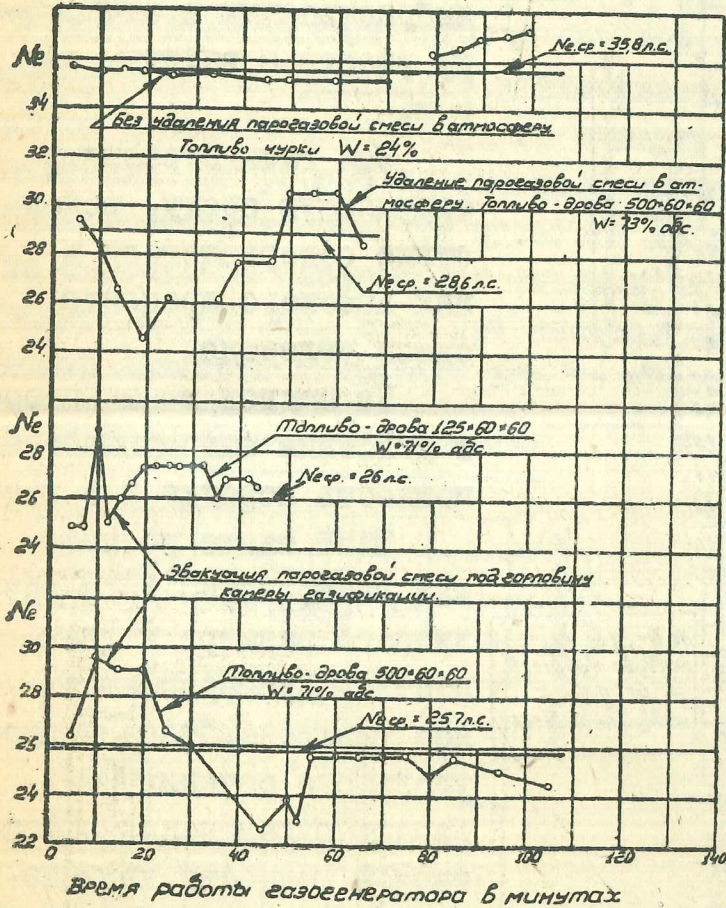
Таким образом перерасход топлива имеет место, вследствие затрат тепловой энергии на испарение гигроскопической влаги и образование газов, выбрасываемых в атмосферу вместе с водяным паром.

Эти газы отравляют окружающую среду, вследствие содержащегося в них высокого процента окиси углерода.

На привод вентилятора в действие затрачивается мощность порядка 2,5 л.с.

НАМИ также исследовал газификацию дров различного размера и влажности в экспериментальном газогенераторе прямоугольного сечения [4]. Характер изменения эффективной мощности двигателя виден из графиков, фиг.7.

Изменение эффективной мощности двигателя „ЗИС-21“ по времени при работе газогенератора на дровах различного размера и влажности.



Фиг. 7.

в/ Эвакуация продуктов сухой перегонки и паров воды из бункера в нижнюю часть камеры газификации.

Целью экспериментальных исследований этим способом ставилось использование продуктов сухой перегонки, а также снижение удельного расхода топлива на л.с. час при работе на древесном топливе повышенной влажности.

Опыты проводились НАМИ [4] на газогенераторе Г-84 при работе на влажных дровах размером 125x60x60 по схемам фиг.9. Предполагалось, что при подаче продуктов сухой перегонки из верхней части бункера в нижнюю часть камеры газификации будет происходить пиролиз смол, содержащихся в этих продуктах с образованием углеводородов, а также течение реакции водяного газа, с образованием водорода и окиси углерода.

Парогазовая смесь из верхней части бункера по двум трубам, эллиптического сечения, поступала в нижнюю часть камеры газификации, благодаря перепаду давления, создаваемому сопротивлением восстановительной зоны и горловиной камеры газификации. В верхнюю часть бункера подавался воздух из общей магистрали, благодаря перепаду, создаваемому сопротивлением фурм. /Воздух в газогенератор нагнетался вентилятором/.

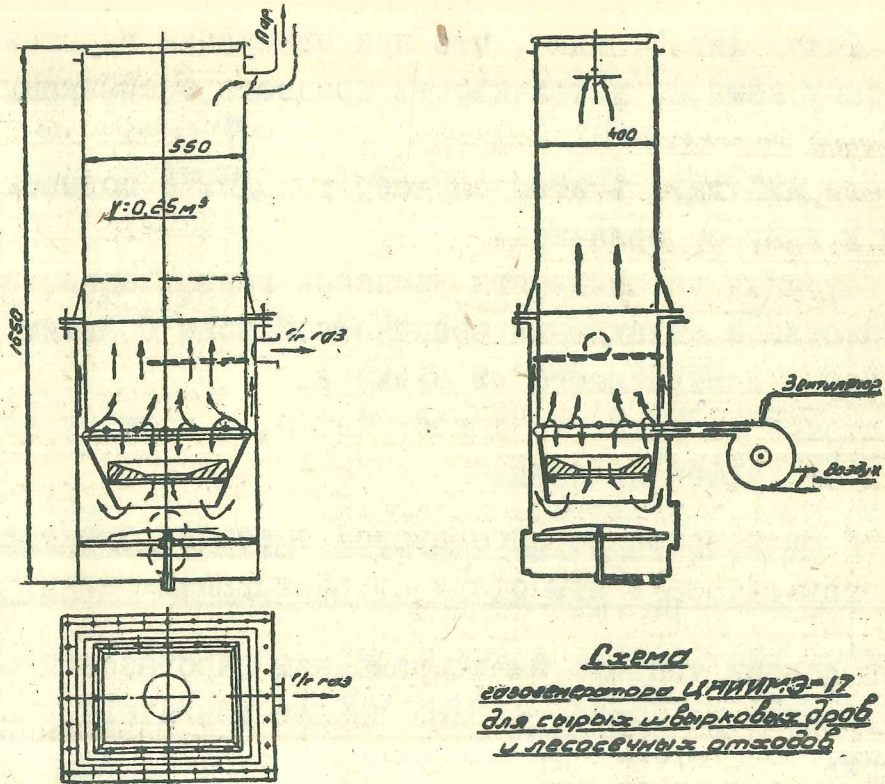


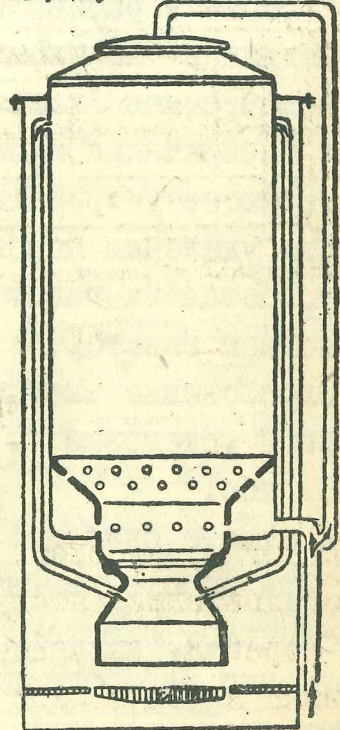
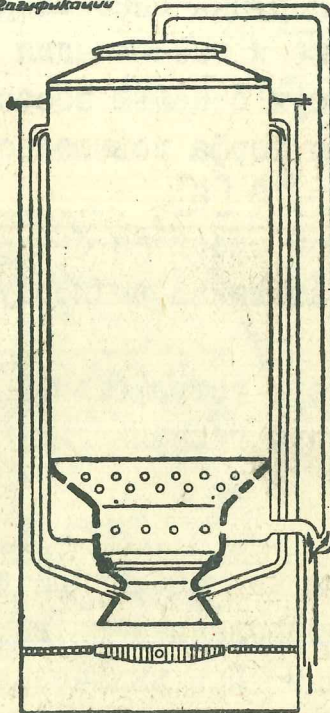
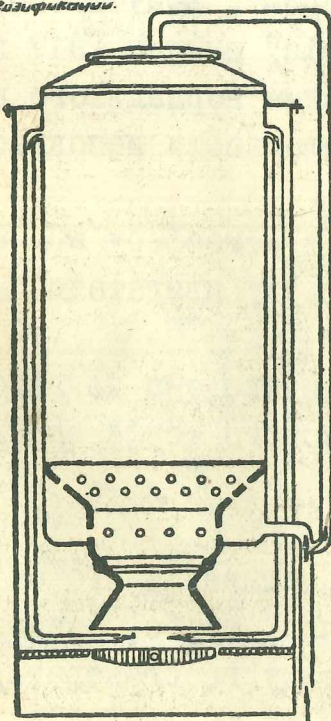
СХЕМА
газогенератора ЦНИИМЭ-17
для свирей и шпирковых дров
и лесосечных отходов

Фиг. 8.

а. Эвакуация паров влаги продуктов
 сухой перегонки под вакуум камере
 газификации.

СХЕМА **газогенератора Г-84**
 б. Эвакуация паров влаги и продуктов
 сухой перегонки под барлобный камере
 газификации

в. Эвакуация паров влаги и продуктов
 сухой перегонки под барлобный камере
 газификации с цилиндрической подка



Фиг. 9.

Из графиков фиг.7 видно, что при эвакуации парогазовой смеси под горловину камеры, устойчивость процесса газификации явно недостаточна.

Генераторный газ, в этом случае, выходит с повышенным смолосодержанием и влагосодержанием.

Недостаточная устойчивость процесса газификации, вероятно, является следствием охлаждения реакционной зоны большим количеством водяного пара, поступающего из бункера.

Этот способ не является доработанным, а поэтому нельзя иметь суждение о его эффективности.

г/ Эжектирование парогазовой смеси из бункера газогенератора в атмосферу отработавшими газами двигателя.

Идея подсушки топлива эжектированием парогазовой смеси из бункера газогенератора отработавшими газами двигателя имеет многолетнюю давность.

О возможности применения этого способа при газификации влажного топлива говорилось в книгах: И.Р.Карачан и А.А.Введенский "Газогенераторы на автомобилях и тракторах", выпуск 1934 г.; Б.М.Черномордик "Теория и расчет транспортных газогенераторов", выпуск 1943 г.; Н.Н.Богданов "Полукоксование и газификация торфа", выпуск 1947 г. и др.

Белорусская Академия наук с целью обеспечения нормального процесса газификации кускового торфа повышенной влажности использовала эжектирующее устройство фиг.10 [6].

Для удаления парогазовой смеси из бункера в атмосферу при помощи отработавших газов двигателя на выхлопную трубу двигателя был установлен эжектор.

Опробование эжектирующего устройства было проведено на газогенераторной установке "ИТ-2" при газификации кускового торфа влажностью 35-39% абс.

В отчете сказано:

"При работе двигателя и на газе, и при провертывании его от педаль-динамо, эжектор, смонтированный на выхлопной трубе, оказался совершенно неработоспособным. При включении между газогенератором и эжектором реометра, последний показывал тягу из выхлопной трубы в газогенератор, а не наоборот". х/

х/ Отчет по испытаниям торфяной г/г установки "ИТ-2" Белорусской Академии Наук для тракторов СХТЗ 1939 г.

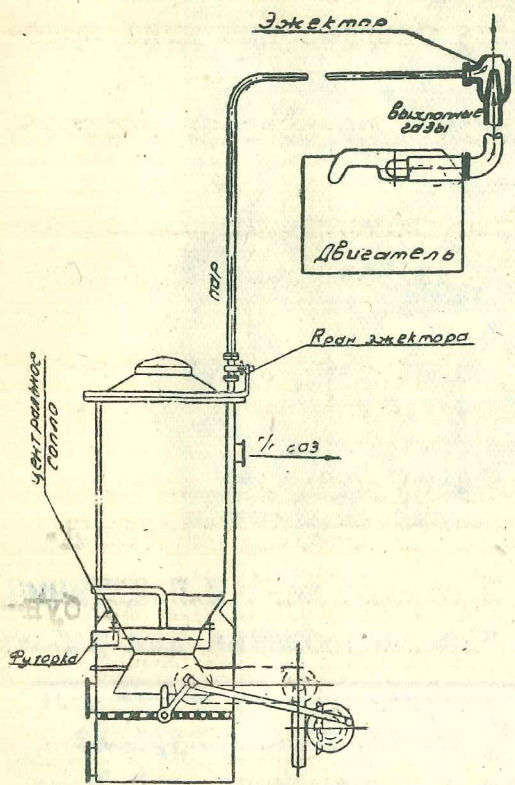


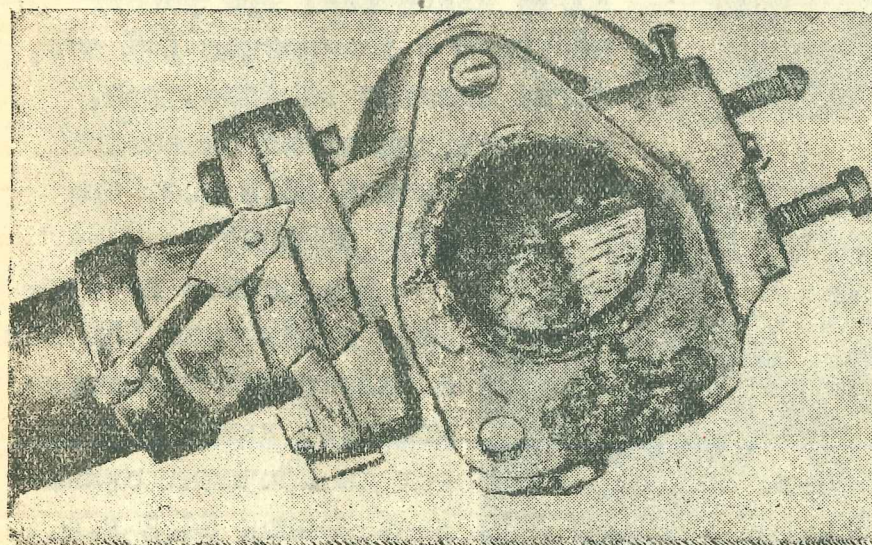
Схема торфяной газогенераторной установки УТ-2

Фиг. 10.

Неработоспособность эжектора является следствием неудачной конструкции эжектора. Газификация же влажного кускового торфа без удаления паров воды из бункера привела к падению мощности двигателя, сильному засмолению газоочистительной системы и деталей двигателя. Процесс значительного загрязнения газа смолой происходит с первых же часов работы двигателя на влажном кусковом торфе.

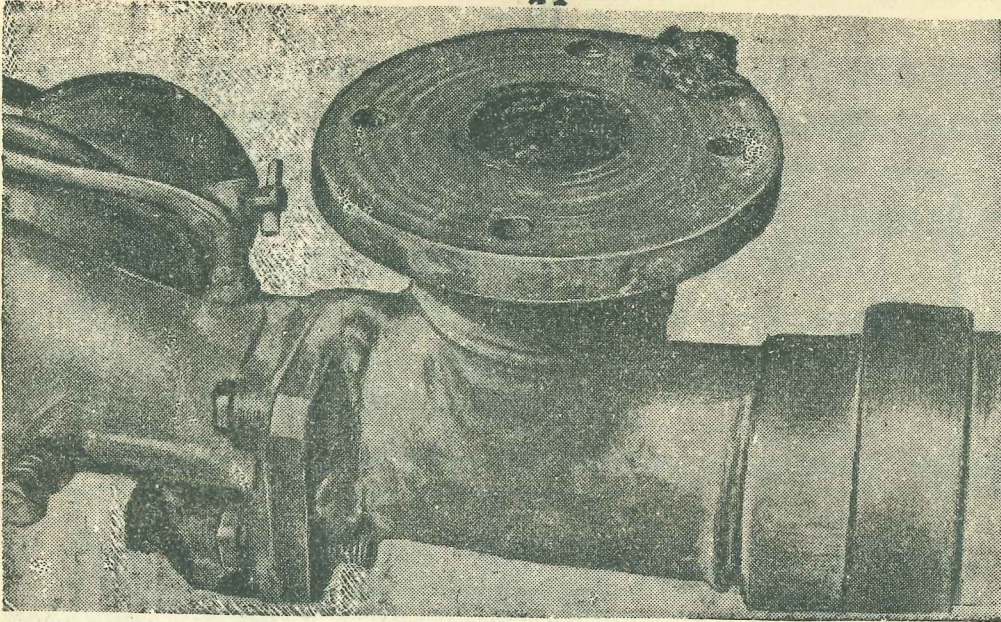
Так на фиг. II показано состояние смесителя и дроссельной заслонки в результате 20-25 часов стендовой работы двигателя на газе из кускового торфа влажностью 36,8% абс.

На фиг. 12, 13, 14, 15 показано состояние деталей установки и двигателя после 90 часового полевого испытания трактора на кусковом торфе, влажностью 25, 60 абс.

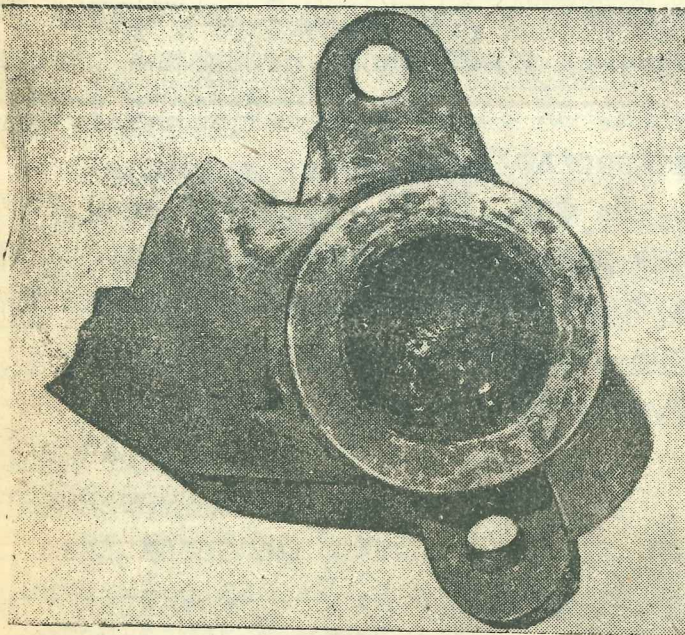


Фиг. II.

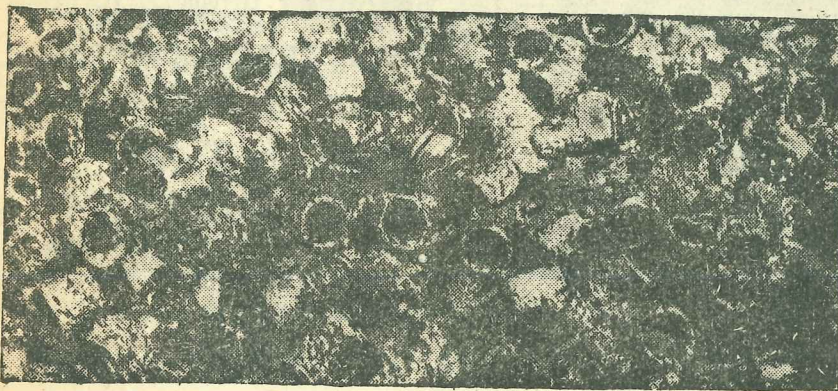
Научно-Исследовательский сектор Лесотехнической академии им. С.М. Кирова совместно с Ленинградской лабораторией ЦНИИМЭ разработал приспособление — эжектор для газификации влажного топлива. На фиг. 16 представлена схема установки эжектора /7/.



Фиг. 12.



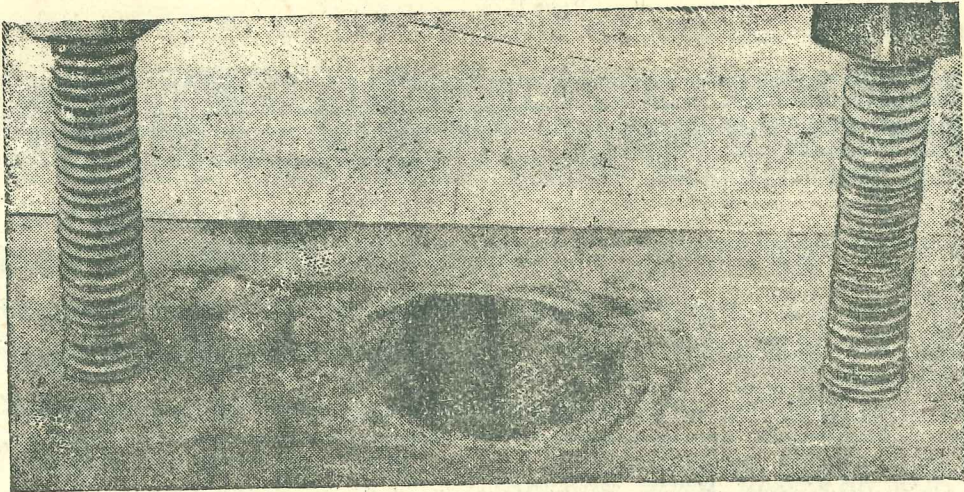
Фиг. 13.



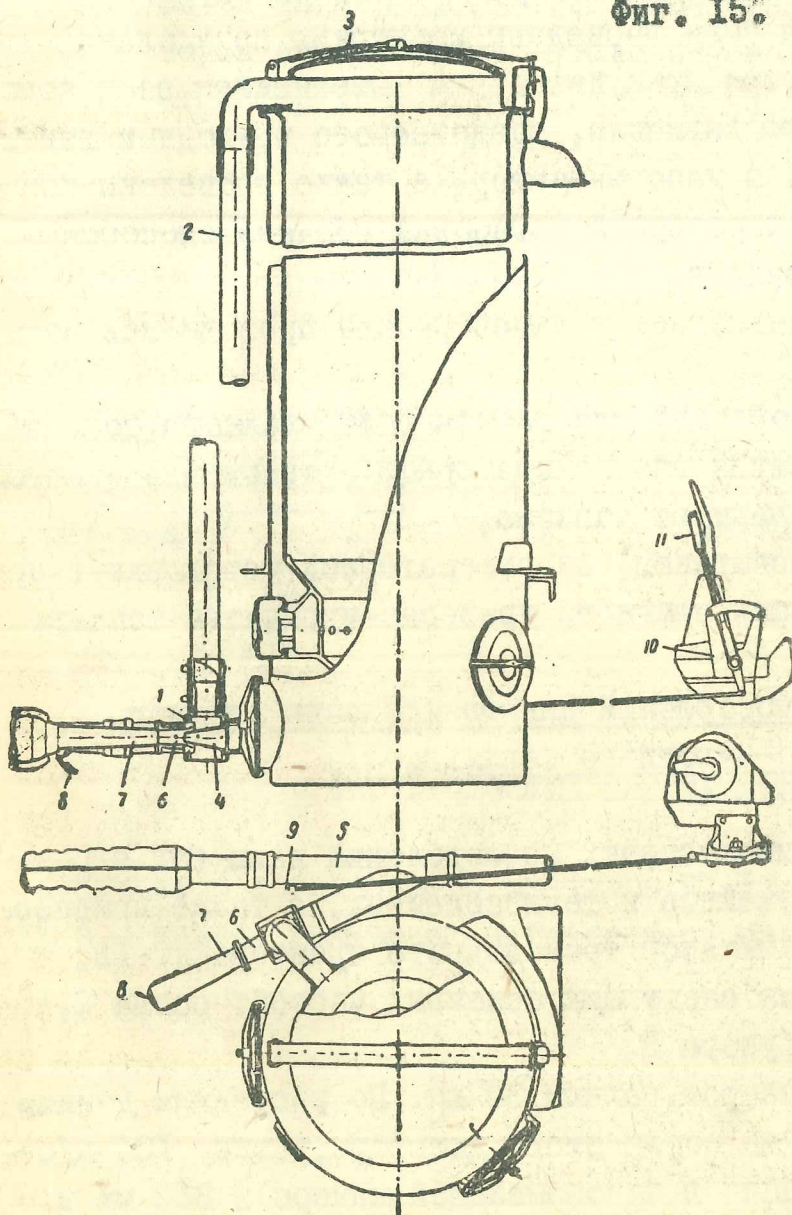
Фиг. 14.

В статье инж. И.П.ЩЕТИНИНА [7] "Приспособление для работы газогенераторов на сырых чурках", помещенной в журнале "Лесная промышленность" № 3; март 1951 г., написано "Стендовые испытания эжектора, смонтированного на газогенераторной установке автомобиля ЗИС-21, дали следующие показатели мощности двигателя: при работе на чурке с влажностью 14% абс, когда эжектор не включался, мощность двигателя оказалась равной 36,2 л.с. при 1800 об/мин".

При работе на чурке, с влажностью 55% абс с включенным эжектором мощность двигателя при тех же оборотах оказалась равной 34,2 л.с.;



Фиг. 15.



при работе на чурке с влажностью 80% абс с включенным эжектором мощность двигателя при тех же оборотах оказалась равной 31,4 л.с.

В статье также указывается, что эжектор в процессе работы загрязняется смолами и что его необходимо ежедневно чистить.

Фиг. 16. Схема установки эжектора на газогенераторе.

III. ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА ГАЗИФИКАЦИИ ВЛАЖНОГО ДРЕВЕСНО-ЧУРОЧНОГО ТОПЛИВА В ТРАКТОРНОМ ГАЗОГЕНЕРАТОРЕ.

Собрав и систематизировав материал по газификации влажного топлива, освещенного в книгах, журнальных статьях и отчетах различных организаций, мы остановились на способе эжектирования паров воды из бункера отработавшими газами двигателя. В основу наших экспериментальных исследований по газификации влажного древесно-чурочного топлива и был положен этот способ.

С целью сопоставления были проведены испытания по удалению влаги из бункера газогенератора принудительным вытеснением ее в атмосферу с помощью избыточного давления, создаваемого приводным вентилятором, нагнетающим воздух в газогенератор, а также проведены контрольные испытания газогенераторной установки обычным способом - без эжектирования и без наддува.

В соответствии с поставленной задачей работы проводились по следующим основным этапам:

1. Разработка приспособлений для газификации влажного топлива.
2. Лабораторные испытания газогенераторной установки с приспособлениями для газификации влажного топлива.
3. Производственные испытания газогенераторной установки с приспособлениями для газификации влажного древесно-чурочного топлива.

I. Разработка приспособлений для газификации влажного древесно-чурочного топлива.

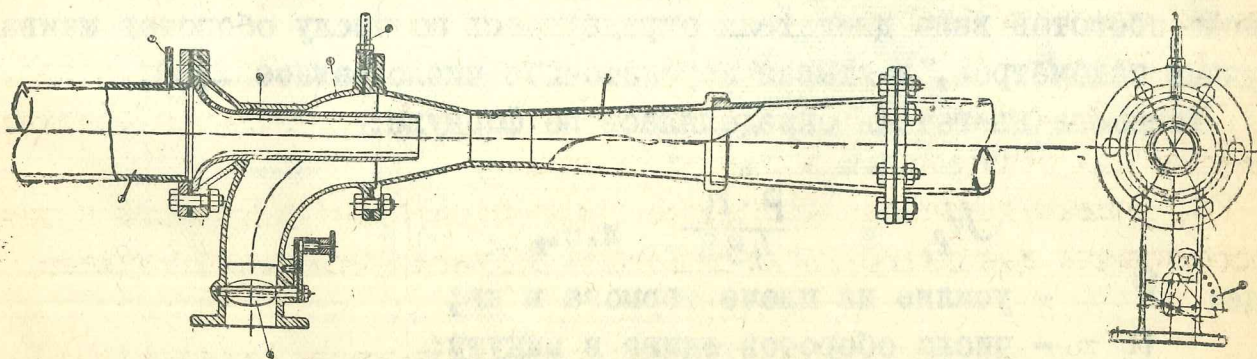
Для проведения экспериментальных исследований нами был спроектирован струйный аппарат-эжектор и теплообменник, а также приспособлен газогенератор АГ и вентилятор трелевочного трактора КТ-12. Эжектор /фиг.17/ состоит из следующих основных частей: сопла 2, подсосывающей камеры 4 и диффузора 3.

Сопло изготовлено диаметром, равным 30 мм. По расчетным данным скорость струи, выходящей из сопла этого диаметра, равна 104 м/сек. Это должно создать разрежение в подсосывающей камере в 360 мм в.с. Таким образом, благодаря выхлопному действию двигателя, отработавшие

газы, выходя из сопла со значительной скоростью, должны создать разрежение в подсасывающей камере, достаточное для отбора парогазовой смеси из бункера. Для регулировки отбора парогазовой смеси из бункера, в патрубке подсасывающей камеры вмонтирована дроссельная заслонка 5 с фиксатором 6.

Теплообменник работает по принципу противотока и представляет собой трубчатую 4-х ходовую металлическую конструкцию. Он предназначен для охлаждения отработавших газов двигателя, идущих к эжектору и подогрева воздуха, поступающего в газогенератор.

В стандартном газогенераторе АГ произведены незначительные изменения: усилен затвор крышки загрузочного люка, в крышку газогенератора вварен патрубок для отвода паров воды из верхней части бункера в атмосферу.



Фиг.17. Общий вид эжектора.

Вентилятор трелевочного трактора КТ-12 приспособлен для наддува воздуха в камеру газификации газогенератора.

2. Лабораторные испытания газогенераторной установки с приспособлениями для газификации влажного топлива.

Экспериментальные исследования по газификации влажного древесно-чурочного топлива проводились непосредственно на тракторе ХТЗ - Т2Г. Трактор был оборудован газогенераторной установкой АГ с эжектирующим устройством и теплообменником. На фиг. 18 представлена схема газогенераторной установки. Эта установка состоит из газогенератора, циклона, охладителя, фильтра, смесителя, эжектирующего устройства и теплообменника.

Испытания установки проводились на березовых чурках стандартного размера влажностью $W_{абс} = 20\%$ и повышенной влажности до $W_{абс} = 100\%$.

Нагрузка двигателя осуществлялась ленточным тормозом НАТИ на максимальную мощность /на регуляторе/ при 1250 об/мин.

Усилие на плече тормоза замерялось по масляному манометру. Число оборотов вала двигателя определялось по числу оборотов шкива ручным тахометром, учитывая передаточное число равное 2,38.

Мощность двигателя определялась по формуле:

$$N_e = \frac{P \cdot n}{458} \text{ л.с.},$$

где: P - усилие на плече тормоза в кг;

n - число оборотов шкива в минуту;

458 - коэффициент, равный $\frac{716,2}{e}$;

e - длина плеча тормоза равная 1,515 м;

η - кпд передачи равное 0,97.

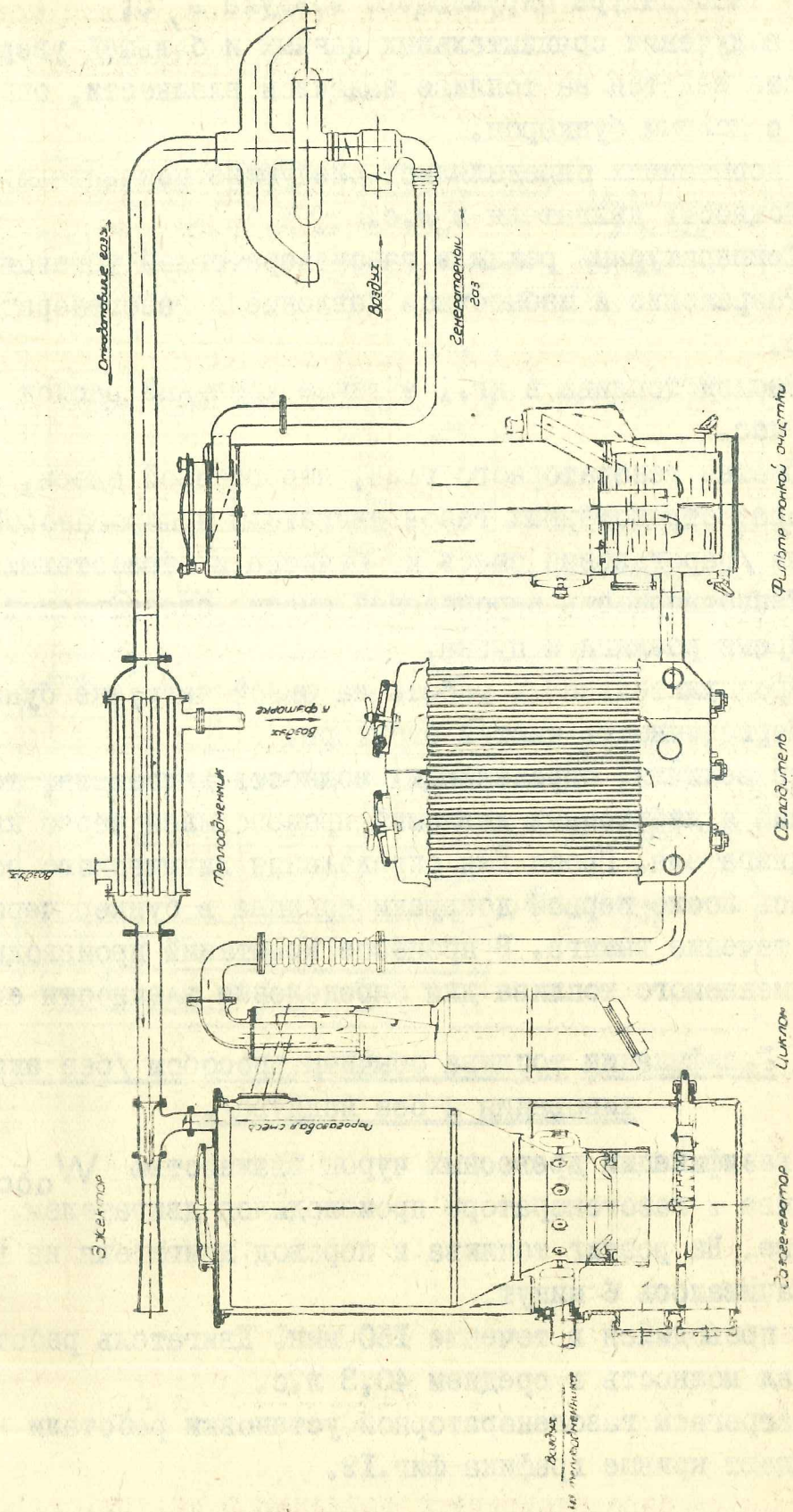
Замеренная мощность приводилась к нормальным условиям окружающей среды /15°C и 760 мм р ст/.

Согласно ГОСТ 491 - 41 по формуле:

$$N_e = N_{e_1} \cdot \frac{760}{B} \cdot \frac{530 + t}{545} \text{ л.с.},$$

где: B - барометрическое давление в мм. рт.ст.;

Схема газогенераторной установки АГ
с эжектирующим устройством



Фиг. 18.

t - температура окружающего воздуха в $^{\circ}\text{C}$;

Для получения сравнительных данных и большей уверенности в том, что работа ведется на топливе заданной влажности, опыт всегда начинался с полным бункером.

При испытаниях определялись следующие показатели:

1. Мощность двигателя в л.с.
2. Температурный режим в газогенераторной установке в $^{\circ}\text{C}$.
3. Разрежение и избыточное давление в газогенераторной установке в мм в.с.
4. Расход топлива в кг., а также удельный расход топлива кг/л.с. час.
5. Состав генераторного газа, парогазовой смеси, отсасываемой из бункера, отработавших газов двигателя и парогазовой смеси за эжектором /парогазовая смесь из бункера и отработавшие газы/.
6. Теплотворность парогазовой смеси, отсасываемой из бункера.
7. Время розжига и пуска.
8. Продолжительность работы на одной загрузке бункера.
9. Периодичность чистки эжектора.

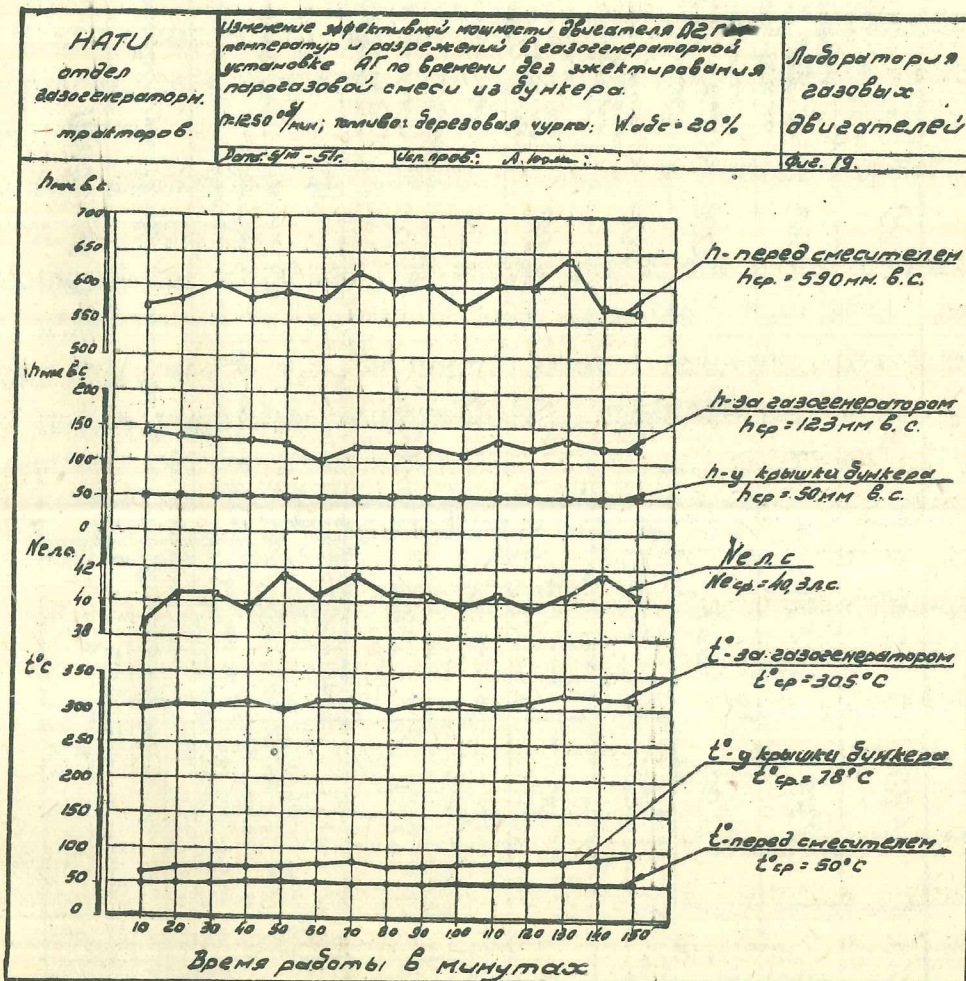
Замер величин, определяющих мощность двигателя, температур, разрежений и избыточных давлений производился через каждые 10 минут работы двигателя. Пробы для определения химического состава газов отбирались после первой догрузки топлива в бункер через каждые 10 минут в течение выжига. В процессе испытаний производился отбор проб применяемого топлива для определения влажности его.

а/ Газификация топлива обычным способом /без эжектирования и без наддува/.

При газификации древесных чурок влажностью $W_{\text{абс}} = 20\%$ розжиг топлива в газогенераторе производился двигателем, работающим на бензине. На розжиг топлива и перевод двигателя на генераторный газ затрачивалось 6 минут.

Опыт проводился в течение 150 мин. Двигатель работал устойчиво и развивал мощность в среднем 40,3 л.с.

Все агрегаты газогенераторной установки работали нормально. Это подтверждают кривые графика фиг.19.



Фиг. 19.

Таблица N 5.

Расходный указательный расчетный состав и балансовая стоимость по различным способам							Таблица N 5	
Способ	Абсолютная величина	Процент	Число	Расход по -	Расход по -	Удельный расход	Удельное	в %
в %	млн руб.	млн руб.	шт.	группе	группе	на 1 шт.	расхода	к общему
без учета -	20	40,3	40,3	39,0	32,5	0,76	100,0	
всего	20	43,5	43,5	62,5	52	1,19	156,0	
в том числе:	20	41,7	41,7	60	50	1,2	158,0	
в том числе:	20	43,8	43,8	40,5	33,7	0,772	102,0	
в том числе:	100	41,0	41,0	73,85	36,9	0,9	118,0	
в том числе:	100	35,6	35,6	111,0	55,8	1,56	205,0	
в том числе:	68	19,8	19,8	36,0	21,5	1,08	143,0	

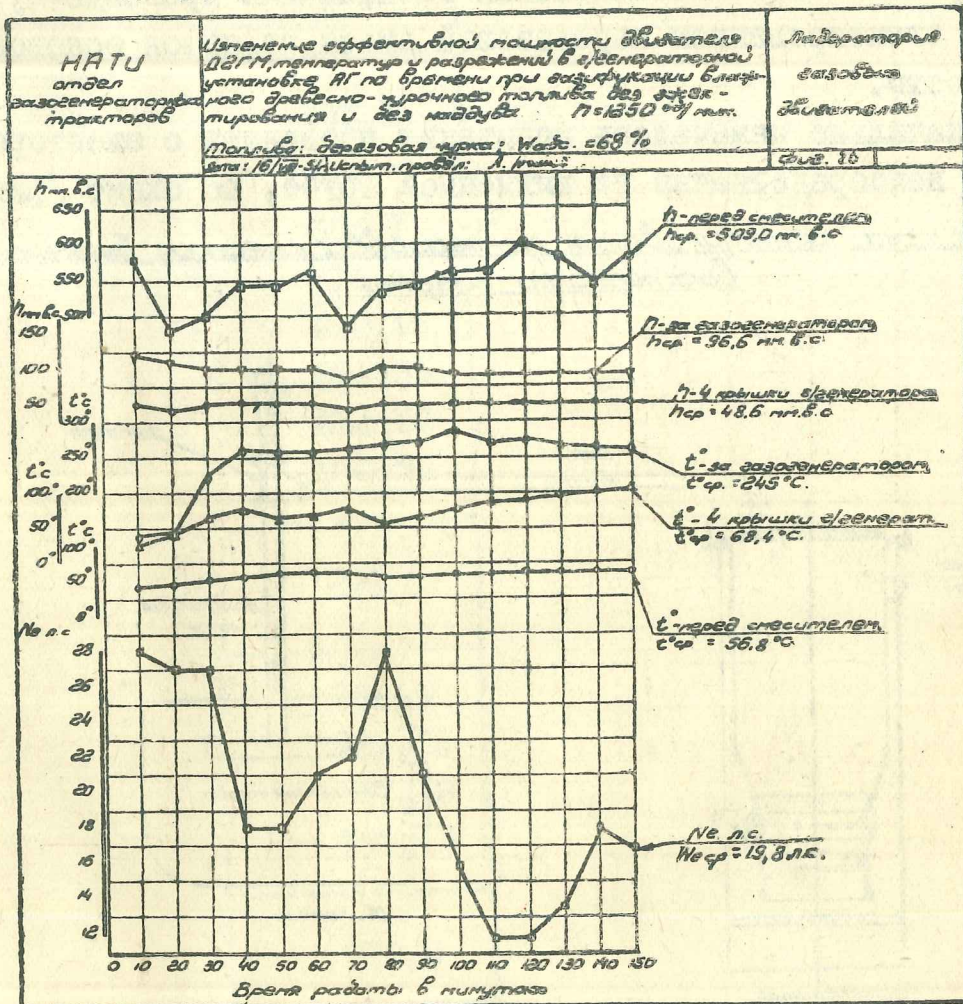
Топливо в бункер догружалось через 70 минут.

Удельный расход абсолютно сухой древесины в наших опытах составил $g_e = 0,76$ кг/л.с. час /таблица 5/.

При газификации древесных чурок влажностью $W_{абс.} = 68\%$ розжиг топлива в газогенераторе предварительно производился самодетягой. Только после появления дыма бурого цвета на загрузочного люка, запускался двигатель на бензине и продолжался розжиг топлива двигателем.

В общей сложности на розжиг топлива и перевод двигателя на газ затрачено 58 минут.

Максимальная мощность, которую двигатель смог развить, равнялась 28 л.с. После 30 минут работы мощность двигателя резко снизилась /фиг.20/ до 18 л.с. В конце выжига мощность несколько повышалась, а после догрузки топлива опять снижалась.



Фиг. 20.

В течение опыта, длившегося 150 минут, двигатель работал очень неустойчиво, развивая мощность в среднем 19,8 л.с.

Опыт был прерван из-за боязни засмолить газогенераторную установку и детали двигателя.

Удельный расход абсолютно сухой древесины составил $q_e = 1,08$ кг/л.с. час /таблица 5/.

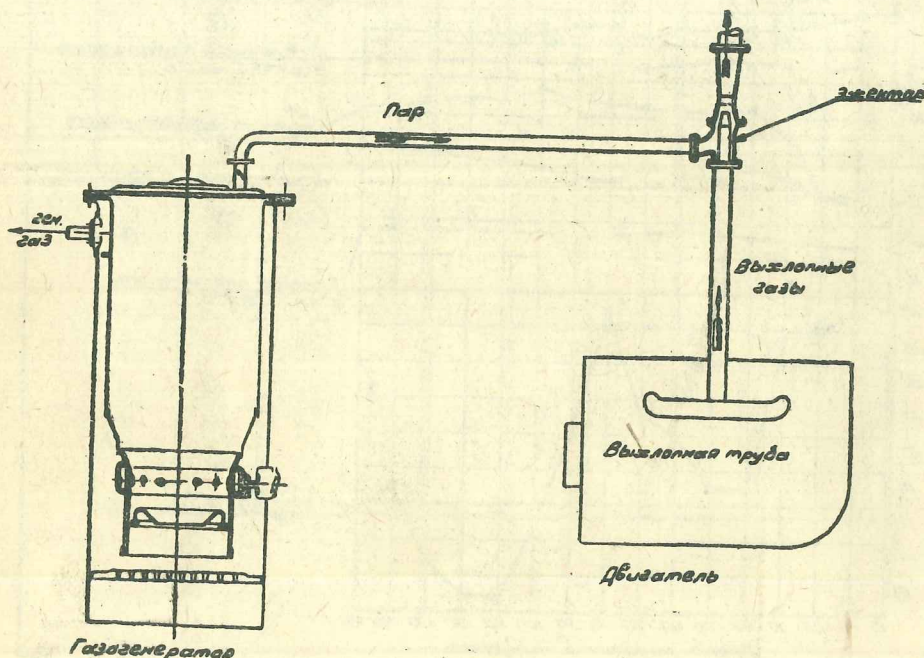
Среднее процентное содержание окиси углерода в парогазовой смеси в верхней части бункера составило 8,4%, теплотворность $H_u = 472$ ккал/м³ /таблица 6/.

б/ Газификация древесно-чурочного топлива с эжектированием парогазовой смеси из верхней части бункера отработавшими газами двигателя.

Экспериментальные исследования газификации древесно-чурочного топлива с эжектированием парогазовой смеси являются основой проведенной работы.

Первоначально намечалось испытания проводить с эжектором, установленным непосредственно на выпускной трубе, по схеме /фиг.21/.

Схема эжектирования парогазовой смеси из бункера выхлопными газами

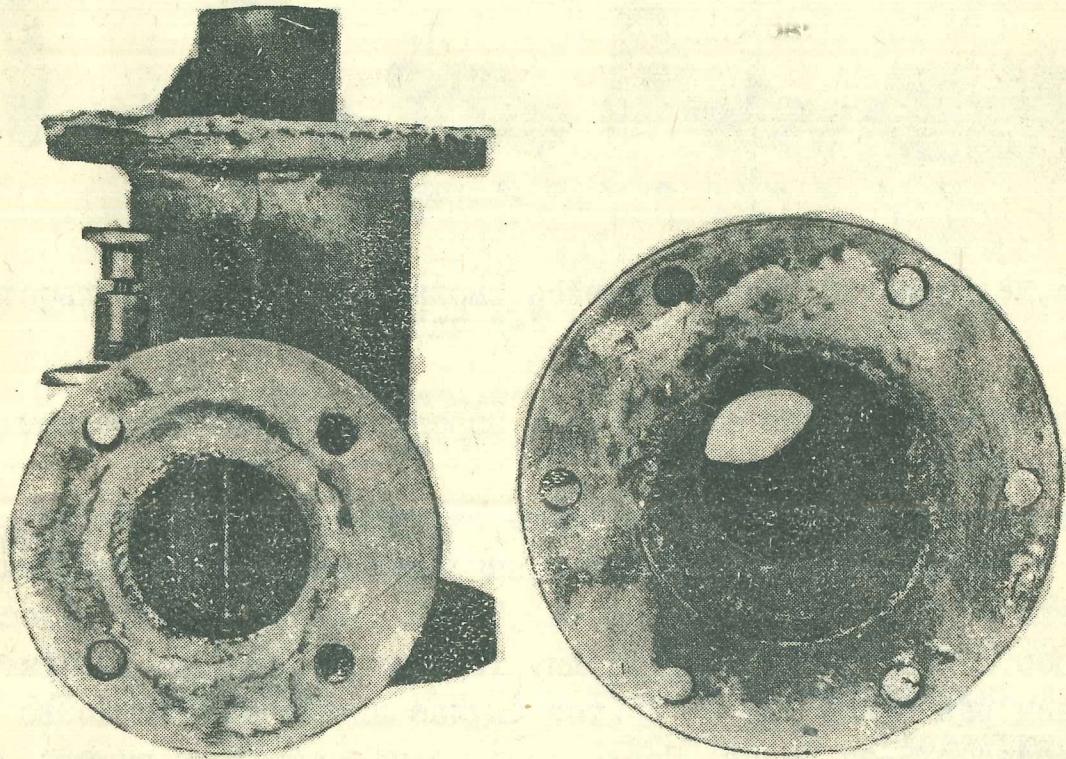


Фиг.21.

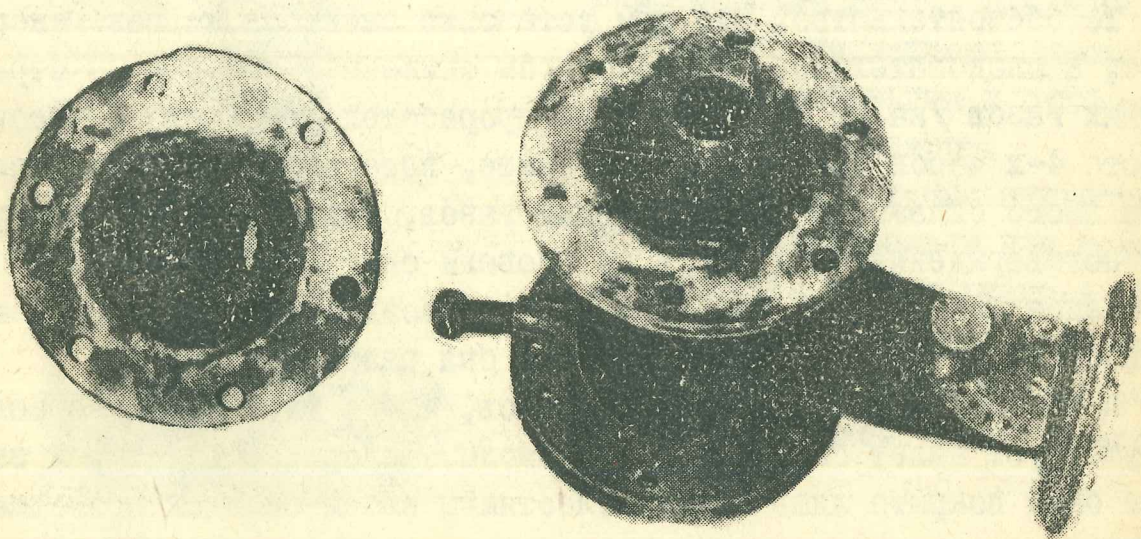
Изменение химического состава парогазовой смеси
за время выжига.

Дата	Способ газификации	Влажность топлива $W_{обс} \%$	Химический состав в %						Теплотворность H_u к кал
			CO_2	O_2	CO	H_2	CH_4	N_2	
15/УП-5I г.	Без эжектирования без наддува	68	16,0	2,0	8,4	8,6	0,2	64,6	496
			15,2	2,4	10,2	6,2	0,4	65,6	504
			16,2	1,2	12,2	4,2	0,8	65,2	426
			16,6	3,0	6,6	7,0	0,4	66,4	415
			15,0	3,2	6,0	9,2	0,4	66,0	452
			15,8	3,4	7,8	8,8	0,4	68,6	496
			15,6	2,0	7,8	9,6	0,4	64,4	516
	Среднее значение		15,77	2,457	8,4	7,65	0,428	65,11	472,1
30/У-5I г.	Эжектирование отработавшими газами	100	14,4	1,6	14,0	8,2	0,4	61,4	688,7
			15,6	0,6	14,0	8,6	0,8	60,4	714,48
			15,6	0,8	15,4	6,0	0,8	61,2	690,15
			15,8	1,6	14,2	7,6	0,8	60,0	694,85
			14,6	2,6	14,0	7,6	0,4	60,8	654,50
			14,0	2,6	14,2	9,8	0,8	58,4	750,89
	Среднее значение		15,0	1,63	14,3	7,96	0,66	60,36	698,0
30/УП-5I г.	Наддув воздуха в газогенератор.	100	16,8	0,2	18,2	6,6	0,2	68,2	881,3
			15,6	0,2	14,2	8,4	0,4	61,2	681,13
			15,2	0,4	17,6	8,4	0,2	57,8	767,18
			15,0	0,4	17,6	9,0	0,2	57,8	782,43
	Среднее значение		15,65	0,3	16,9	8,1	0,25	61,25	778,0

Но, первые же часы работы показали неправильность нашего решения. После 4-х часов работы на чурках влажностью $W_{абс.} = 100\%$ эжектор забивался скоксовавшейся смолой /фиг.22 и 23/.



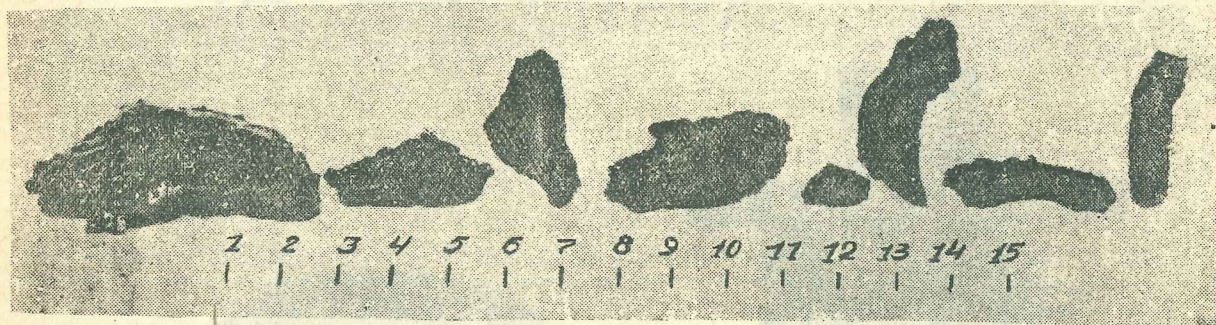
Фиг.22. Состояние деталей эжектора после 4-х часов работы.



Фиг.23. Состояние деталей эжектора после 4-х часов работы.

Мощность двигателя резко снижалась и двигатель глох.

На фиг. 24 показаны кусочки скоксовавшейся смолы, снятые с поверхности сопла во время чистки эжектора.



Фиг. 24. Кусочки скоксовавшейся смолы, снятые с поверхности сопла эжектора после 4-х часов работы.

Температура отработавших газов перед эжектором в среднем за опыт равнялась 530°C .

Следующий опыт проводился также на чурках влажностью $W_{\text{абс.}} = 100\%$ с эжектором, установленным непосредственно на патрубок, вваренный в крышку газогенератора. Эжектирование производилось также отработавшими газами двигателя. Температура их перед эжектором в среднем равнялась 450°C . В этом случае двигатель устойчиво работал в течение 6-ти часов. После чего мощность начала падать. К концу 8-го часа работы мощность двигателя совершенно упала. При разборке эжектора обнаружено, что он забит скоксовавшейся смолой.

То обстоятельство, что при установке эжектора на газогенераторе, а следовательно, при некотором снижении температуры отработавших газов /на 80°C /, двигатель проработал устойчиво 6 часов, вместо 4-х часов при предыдущем опыте, натолкнуло на мысль предварительного охлаждения отработавших газов, подходящих к эжектору. Для подтверждения этой мысли мы провели опыт по схеме фиг. 25 эжектирования парогазовой смеси из бункера воздухом, нагнетаемым вентилятором. После 3-х часовой работы был разобран эжектор.

При осмотре его деталей оказалось, что в эжекторе совершенно отсутствует налет скоксовавшейся смолы. Поверхность деталей эжектора была покрыта лишь тонким блестящим слоем сконденсировавшейся смолы.

На фиг. 26 показано состояние сопла.

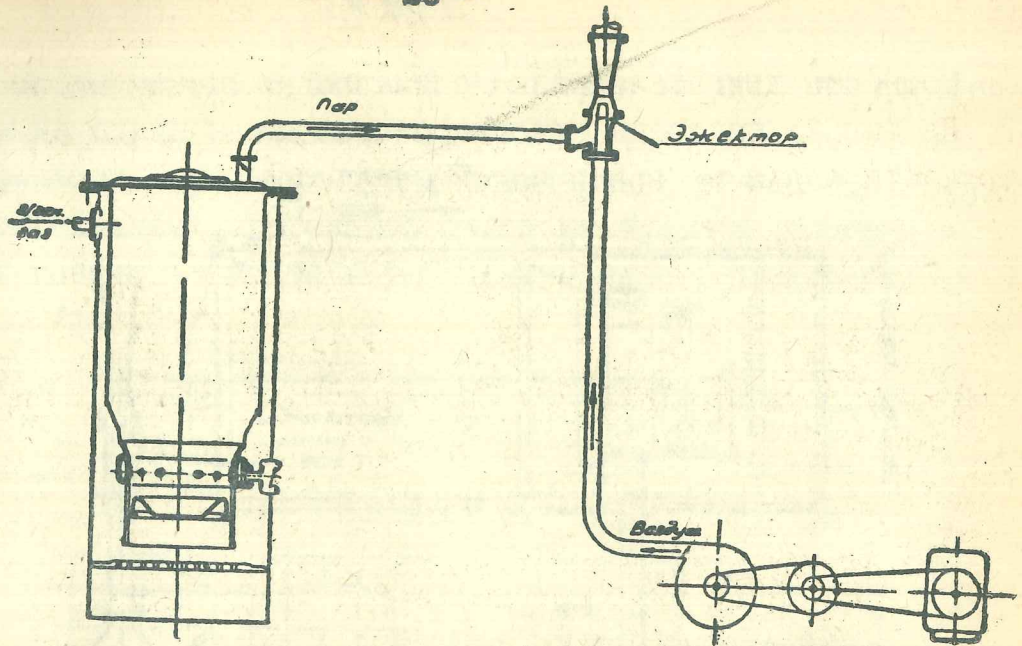
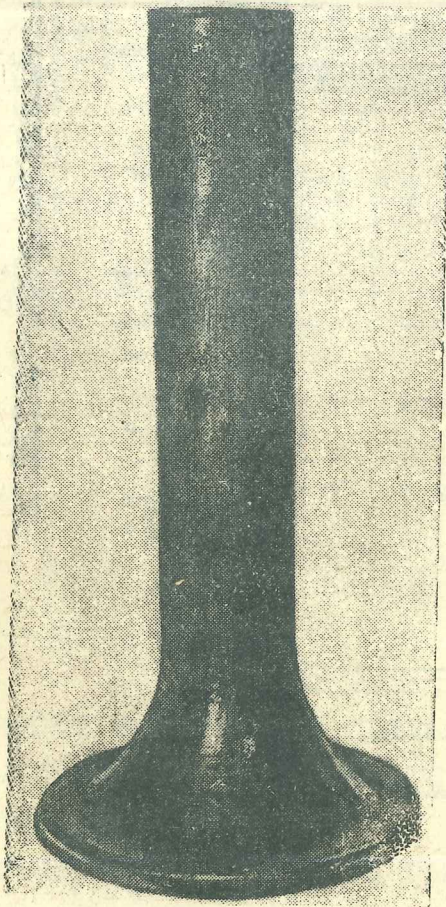


Схема эжектирования парогазовой смеси из бункера воздухом

Фиг. 25.

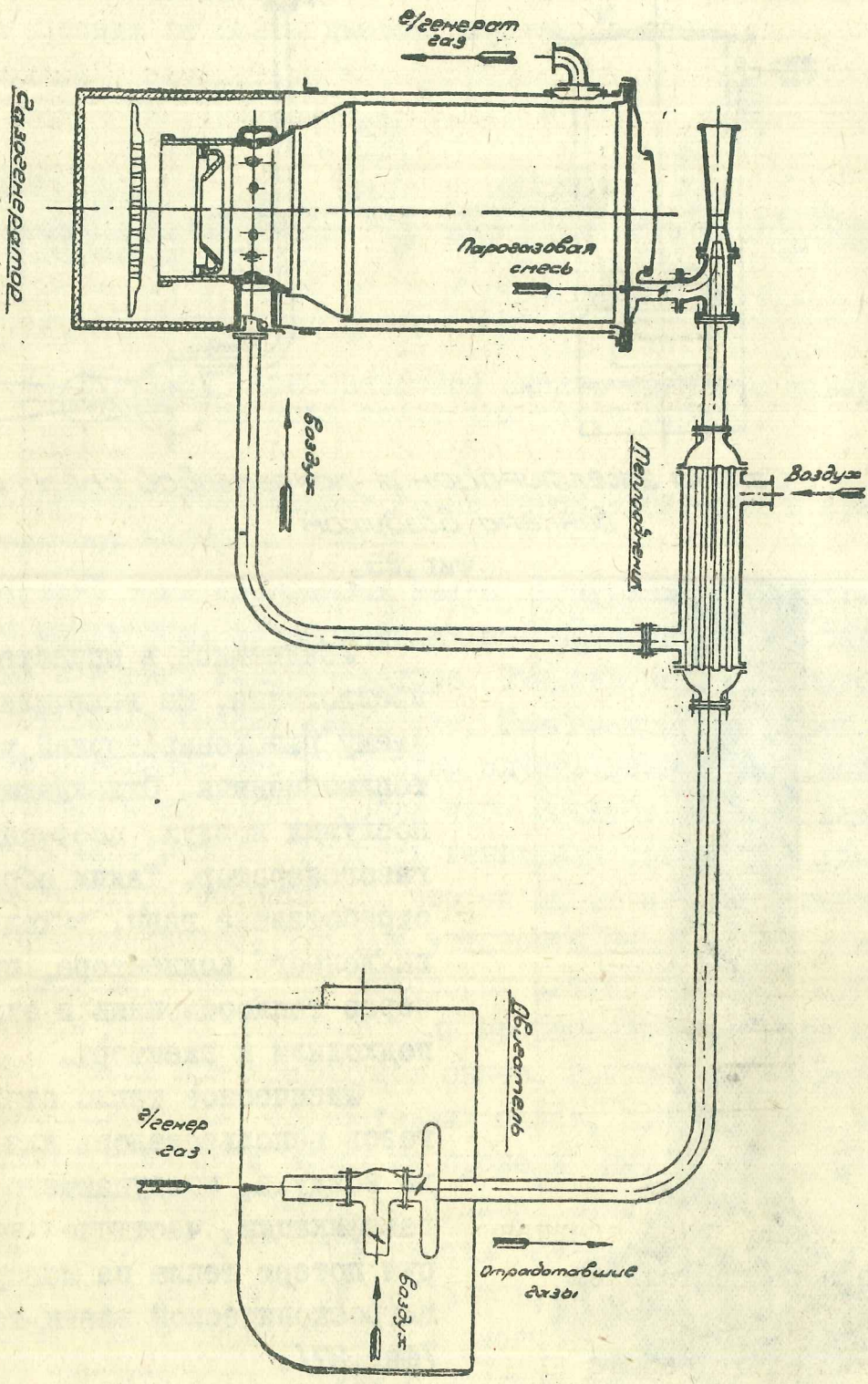


Фиг. 26. Состояние сопла эжектора после 3-х часов работы.

Убедившись в правоте своего предложения, мы включили в систему газогенераторной установки теплообменник. Охлаждающей средой послужил воздух, поступающий в газогенератор. Таким образом, отработавшие газы, выходящие из выхлопного коллектора, проходили через теплообменник и охлажденные подходили к эжектору.

Физическое тепло отработавших газов использовалось для подогрева воздуха, поступающего в зону газификации, частично компенсируя потерю тепла на испарение гигроскопической влаги топлива /фиг. 27/.

Схема эксплуатации паровозобой смеси из дункера азодее-
натора обработанного азотом дункера

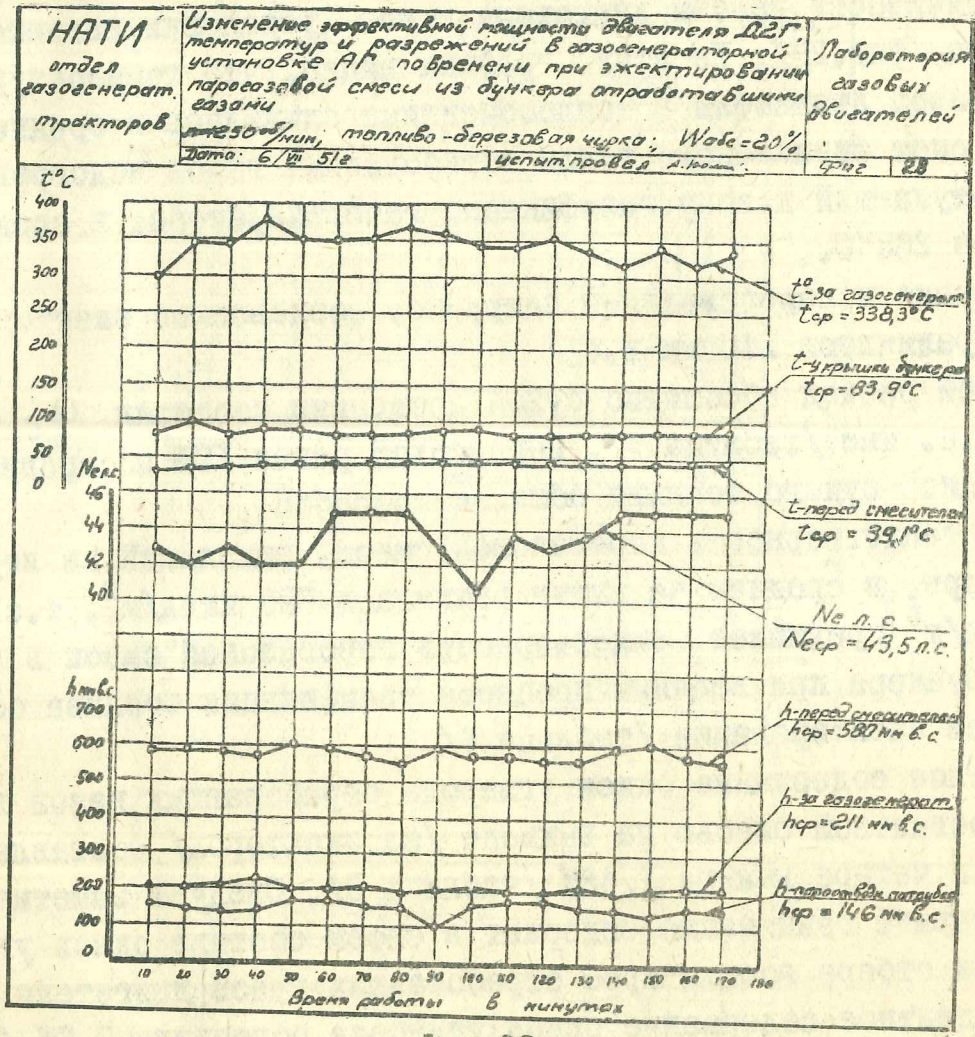


Газогенератор

Фиг. 27.

По новой схеме газогенераторной установки мы провели дальнейшие испытания на сухих и влажных чурках.

При газификации березовых чурок стандартной влажности $W_{адс} = 20\%$ с эжектированием парогазовой смеси из бункера охлажденными отработавшими газами, двигатель развивал мощность в среднем за опыт 43,5 л.с. /фиг.28/.



Прирост мощности по сравнению с газификацией сухого топлива обычным способом составляет в среднем 3,2 л.с. или 8% /таблица II/. Опыт длился 170 минут.

В течение опыта работа двигателя протекала сравнительно устойчиво. Максимальная мощность была 45 л.с.

Удельный расход абсолютно сухой древесины составил 1,19 кг/л.с. час, /таблица 5/.

На древесном топливе при средней абсолютной влажности $W_{абс.} = 100\%$ были проведены стендовые испытания в течение 21 часа. В продолжение всего опыта двигатель работал стабильно, развивая мощность в среднем 41,0 л.с.

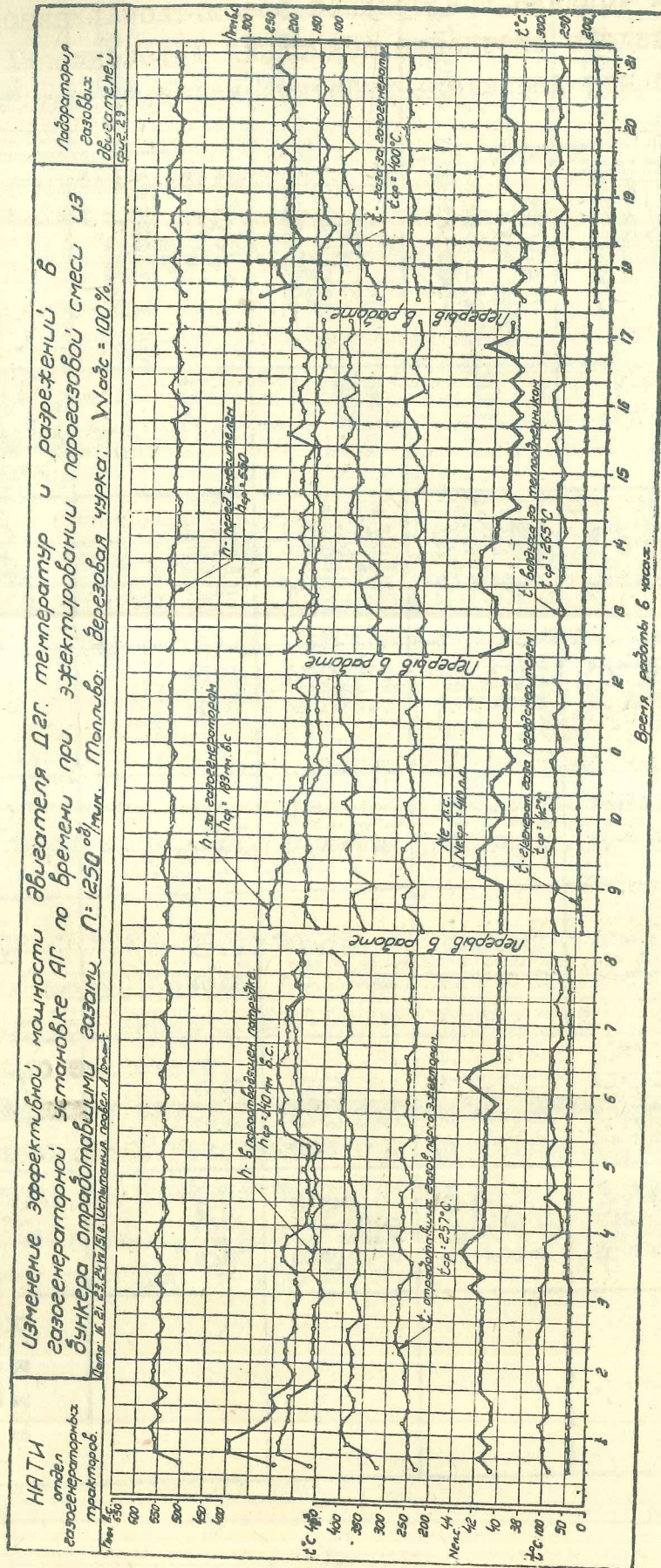
Прирост мощности по сравнению с газификацией сухого топлива, обычным способом, в этом случае составил 0,7 л.с. или 2%. Показателем устойчивости работы двигателя и всей установки являются кривые графика /фиг.29/. Из этого графика видно, что температура отработавших газов двигателя в теплообменнике снижалась в среднем до 257°C . За счет физического тепла отработавших газов подогревался воздух, поступающий в зону газификации газогенератора, в среднем до температуры 265°C .

Разрежение в пароотводящем патрубке, создаваемое эжектором, в среднем равнялось 140 мм в.с.

Удельный расход абсолютно сухой древесины составил $q_e = 0,9$ кг/л.с. час /таблица 5/. Перерасход равен 18% по сравнению с газификацией сухого топлива обычным способом.

Низшая теплотворность карбогазовой смеси, выходящей из верхней части бункера, в среднем за выжиг равнялась 698 ккал/м³, т.е. на 185 ккал/м³ превышает теплотворность парогазовой смеси в верхней части бункера при ведении процесса газификации топлива обычным способом без эжектирования /таблица 6/.

Процентное содержание окиси углерода отработавших газов в смеси с парогазовой смесью на выхлопе /за эжектором/ составляет в среднем за четыре выжига 1,48% /таблица 9/. Следует заметить, что отработавшие газы также содержат в своем составе окись углерода. Так, при отборе восьми проб отработавших газов двигателя среднее процентное содержание окиси углерода составило 0,6% /таблица 10/.



Фиг. 29.

Таблица 9

Изменение химического состава парогазовой смеси на выходе /за электродом/ по времени выжиг.

Дата	Способ газификации	Влажность топлива % W _{дог}	Химический состав в %						Теплотворность Н _u к кал
			CO ₂	O ₂	CO	H ₂	CH ₄	N ₂	
19/VI-5Iг.	Электрорванье п.г.с. /на выхлоп. трубе/.	100	16,0 15,8	3,8	2,5	0,6	0,4	76,6 77,2	
29/VI-5Iг.	Электрорванье п.г.с. /на Г/г/.	100	15,3 15,4 16,2 15,4	3,8 3,2 2,4 2,8	2,8 2,2 1,6 1,2	1,0 0,8 1,4 0,4	2,0 0,8 1,2	74,8 77,2 76,8 73,2	
21/VI-5Iг.	Электрорванье п.г.с. /на выхлоп. трубе/.	100	17,0 17,6 17,2 18,2	2,0 1,8 1,6 1,2	2,0 0,8 0,6	0,4 0,8 0,8	1,0 0,2 0,6	77,0 75,4 78,2 78,4	
22/IX-5Iг.	Электрорванье п.г.с.	20	17,4 17,8 18,2 18,4	1,6 1,2 0,4 0,4	1,6 1,0 0,4 0,4	1,2 0,4 0,0 0,0	0,8 0,0 0,0 0,0	76,8 77,6 80,0 80,6	
	Среднее значение		16,95	1,94	1,48	0,81	0,6	77,29	

Таблица 10

Химический состав отработавших газов двигателя Д2Г.

Дата	Способ газификации	Влажность топлива $W_{адс} \%$	Химический состав газа в %					
			CO_2	O_2	CO	H_2	CH_4	N_2
22/V-5I г.	Без эжектирования и без наддува	11,23	17,4	0,4	2,8	1,0	0,0	77,8
21/VI-5I г.	Эжектирование П.Г.С.	100	18,4	0,6	0,4	0,0	0,0	80,0
21/IX-5I г.	Без эжектирования и без наддува	20,03	13,2	6,3	0,0	0,6	0,2	79,8
			13,6	6,2	0,8	0,8	0,2	78,4
			12,4	7,8	0,0	0,6	0,2	79,0
			12,6	7,4	0,0	0,4	0,2	79,4
			15,0	4,4	0,6	0,4	0,0	79,6
			16,0	3,2	0,0	0,4	0,0	80,7
Среднее значение			14,8	4,5	0,6	0,58	0,1	78,2

Низкое процентное содержание окиси углерода в газах, выбрасываемых в атмосферу, при данном способе газификации, можно объяснить разбавлением парогазовой смеси, выходящей из бункера отработавшими газами двигателя.

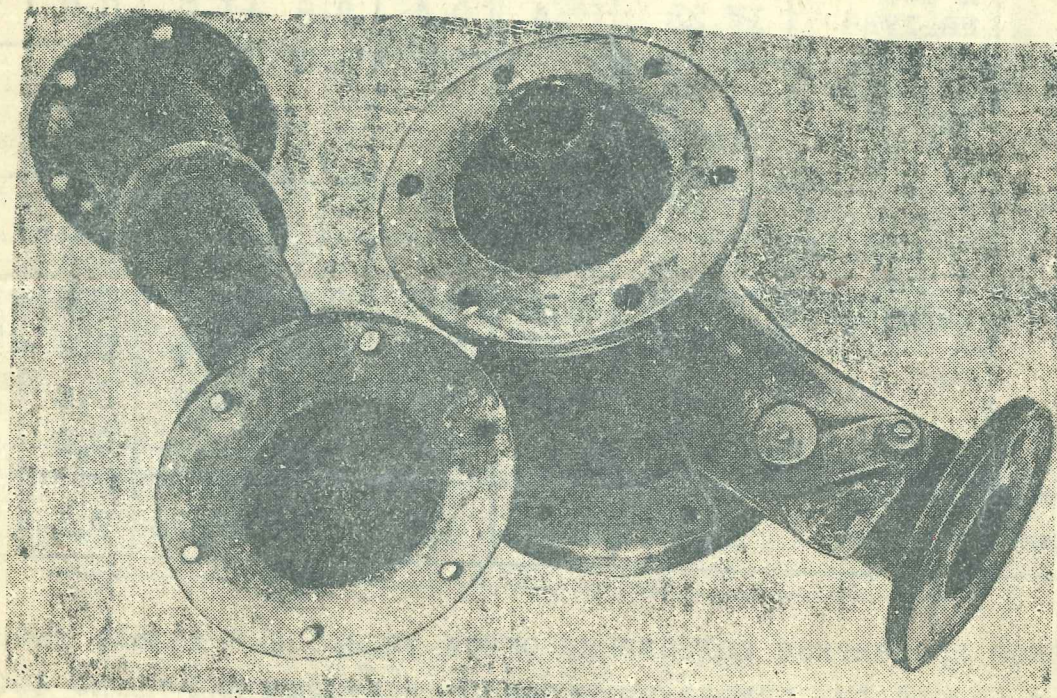
При применении способа эжектирования розжиг как сухого, так и влажного топлива в газогенераторе производится быстро. В момент пуска двигателя на бензине поджигается факел, вставленный в футорку. Отработавшие газы, проходя через эжектор, создают в бункере разрежение порядка $200 \div 250$ мм в.с.

При такой тяге топливо быстро разжигается и через три минуты с момента поднесения факела, двигатель переводится на газ.

Во время описываемых испытаний топливо загружалось в бункер через каждые 50 минут, причем загрузка его производилась при работающем двигателе.

Эжектор был снят и разобран для осмотра после 24-х часов работы. Осмотр показал, что поверхность деталей эжектора покрыта тонким блестящим слоем застывшей смолы толщиной до 1 мм.

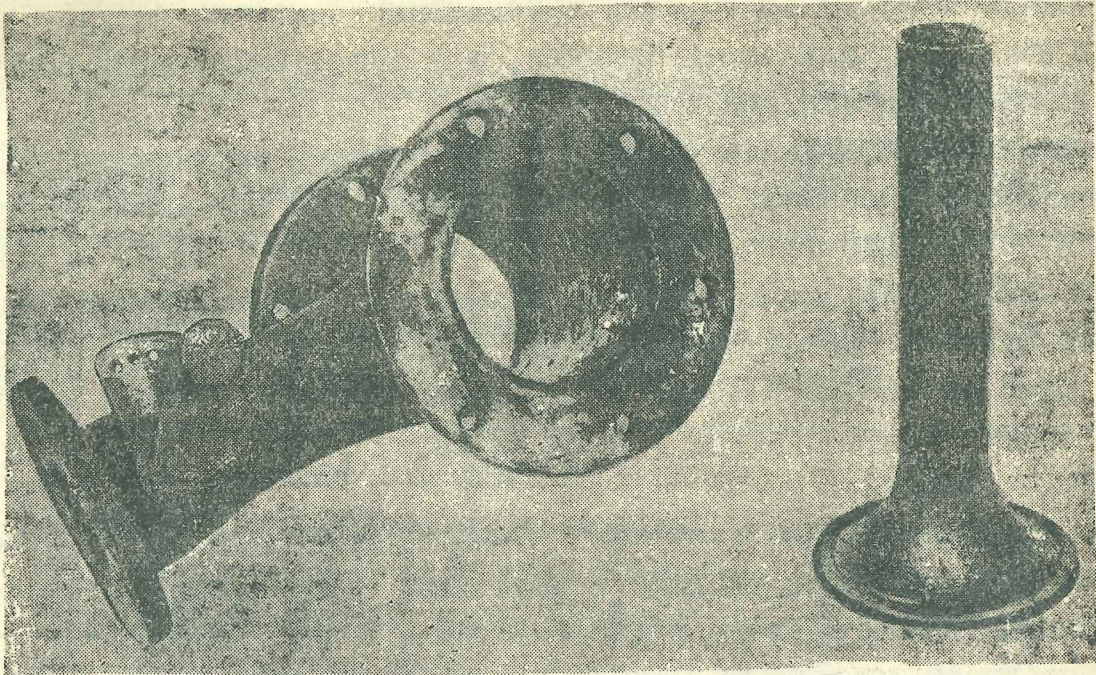
На фиг. 30 и 31 показано состояние поверхностей деталей эжектора после 24-х часов работы.



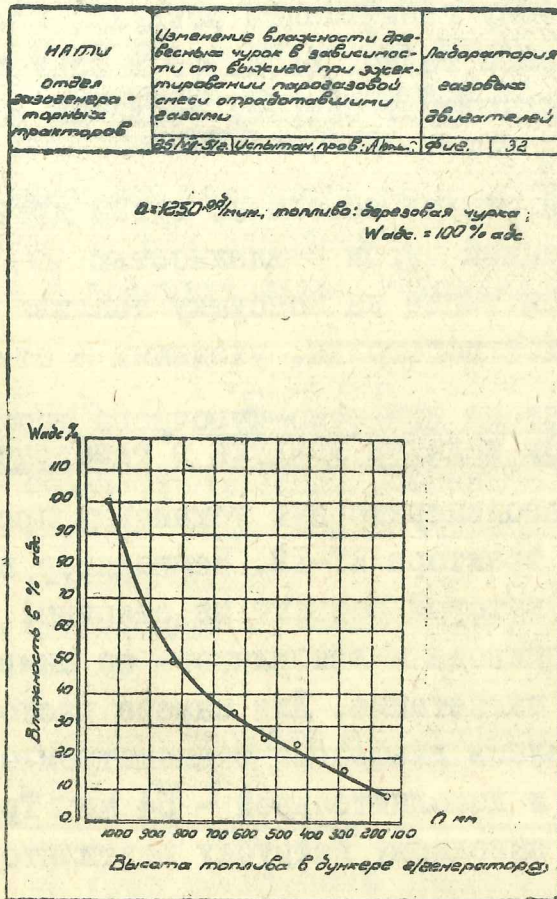
Фиг. 30. Состояние поверхности деталей эжектора после 24-х часов работы.

На фиг. 32 показано изменение влажности древесных чурок в зависимости от выжигания при эжектировании парогазовой смеси охлажденными отработавшими газами двигателя. Абсолютная влажность исходного топлива при этом была равна 100%

Отбор проб топлива из бункера, предварительно полностью загруженного, производился через каждые 10 минут работы; при этом каждый раз замерялась высота топлива над уровнем фурм в мм.



Фиг. 31. Состояние поверхности деталей эжектора после 24-х часов работы.



Фиг. 32.

Из этого графика видно, что интенсивная подсушка топлива происходит уже в верхней части бункера, а в зону газификации поступает достаточно подсушенное топливо.

Проведенные испытания показали, что степень охлаждения отработавших газов двигателя выбрана правильно. При температуре отработавших газов двигателя перед эжектором, равной $\sim 260^{\circ}\text{C}$ не происходит коксование смолы, содержащейся в парогазовой смеси, выходящей из бункера. Объем отработавших газов при этой температуре вполне обеспечивает достаточное разрежение в эжекторе для отбора влаги из верхней части бункера при газификации топлива влажностью 100% абс.

Процесс газификации протекает равномерно вследствие того, что гигроскопическая влага топлива в виде пара, равномерно отбирается в верхней части бункера и таким образом, в зону газификации все время поступает достаточно подготовленное /подсушенное/ топливо.

Мощность двигателя не снижается по сравнению с работой на древесных чурках стандартной влажности $W_{\text{абс}} = 20\%$. Этому способствует также подача в зону газификации воздуха, подогретого до температуры 265°C . Физическое тепло, вводимое в зону газификации с воздухом, частично компенсирует затраты тепла на испарение гигроскопической влаги топлива.

Повышенный удельный расход абсолютно сухой древесины /18%/ по сравнению с газификацией чурок с влажностью $W_{\text{абс}} = 20\%$, происходит вследствие затраты тепла на подсушку топлива и на образование части продуктов сухой перегонки, уходящих в атмосферу.

В. Газификация древесно-чурочного топлива с применением наддува воздуха в газогенераторе.

Надув воздуха в газогенераторную установку производился вентилятором трелевочного трактора КТ-12. Вентилятор предварительно был испытан на стенде, который состоит из станины, электромотора со съемным шкивом контрпривода и вентилятора со шкивом на валу. Испытание проводилось на нагнетание. Для замера расхода воздуха, в трубопровод устанавливалась диафрагма с диаметром отверстия основной диафрагмы равным 38 мм и дополнительной - 54 мм. Трубопровод с диафрагмой присоединялся к выводному патрубку вентилятора.

Сопротивление создавалось дросселированием - заслонкой выводного патрубка.

Для закрепления заслонки в определенном положении имеется фиксатор.

Все замеры производились при 7-ми положениях дросселя.

Заслонка всасывающего патрубка закреплялась в открытом положении.

Воздух нагнетался в атмосферу.

Во время опытов замерялись следующие величины:

1. Число оборотов вала вентилятора в минуту;
2. Перепад давления в диафрагме;
3. Статический напор перед дросселем;
4. Статическое давление в трубопроводе;
5. Температура воздуха перед диафрагмой.

Замеры производились через каждые две минуты.

Температура окружающей среды и барометрическое давление замерялись до и после опыта.

Обороты вала вентилятора замерялись ручным тахометром № 15672.

Статическое давление, статический напор и перепад давления замерялись U - образным манометром в мм вод.ст.

Опыты проводились при 9300 об/мин. вала вентилятора.

На фиг. 33 показан вид установки справа, на фиг. 34 - вид слева и на фиг. 35 показаны детали диафрагмы.

Расход воздуха в действительных условиях определялся по формуле:

$$V_1 = 1252 \alpha \varepsilon d^2 \sqrt{\frac{h}{\gamma}} \quad \text{м}^3/\text{час.}$$

где: V_1 - объем протекающей жидкости в рабочих условиях $\text{м}^3/\text{час}$ /при данной температуре, давлении и влажносте содержания/;

$$1,252 - \text{коэффициент} = \frac{3600 \pi}{10000 \cdot 4} \sqrt{2 g};$$

d - диаметр проходного отверстия дроссельного прибора, см ;

h - разность давления до и после дроссельного прибора /так называемый перепад давления/, мм вод.ст.;

γ' - удельный вес протекающей жидкости в рабочих условиях, кг/м³;

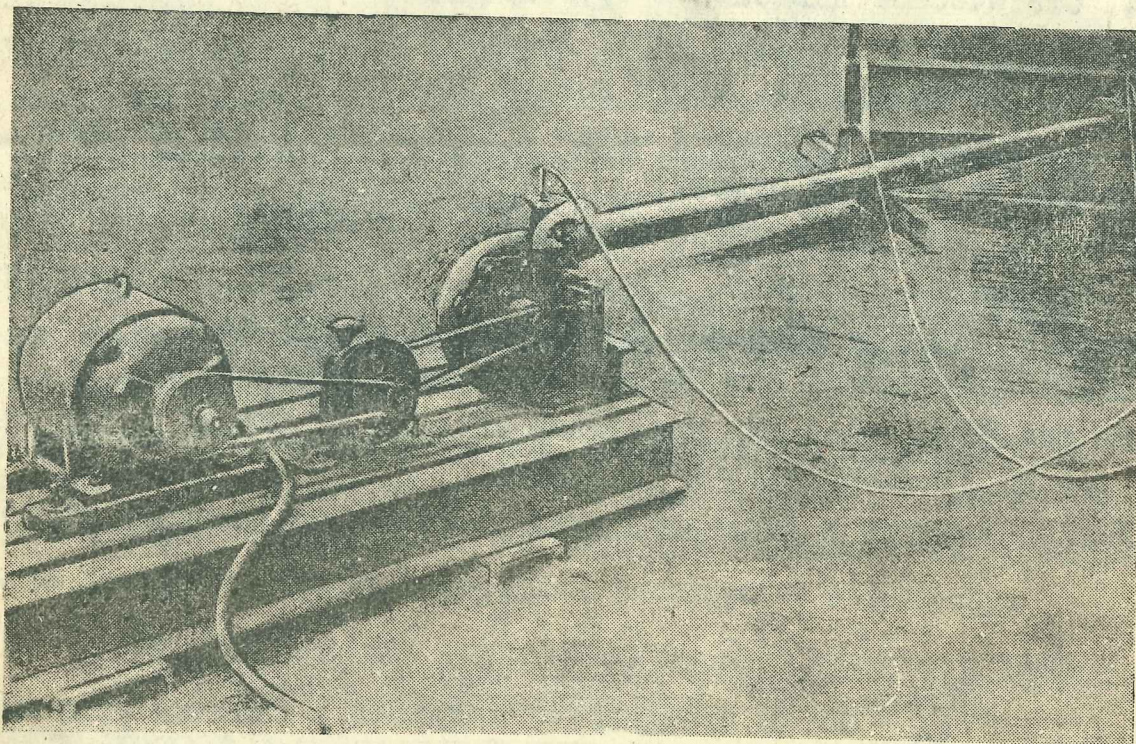
α - коэффициент расхода;

ε - коэффициент расширения. Зависит от отношения $\frac{h}{P}$.

Перевод объема воздуха к нормальным условиям /0°С; 760 мм рт.ст./ производился путем учета переводного коэффициента:

$$K = \frac{0,29}{0,804} \frac{P}{T}.$$

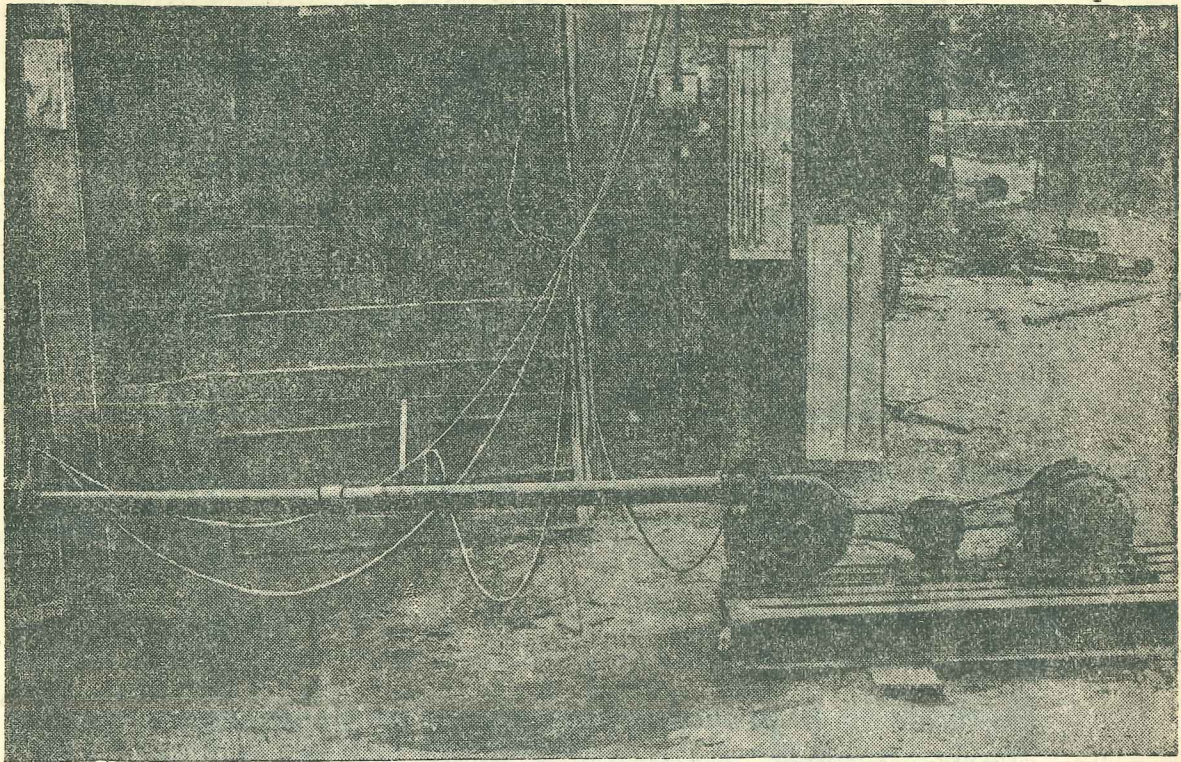
Переводной коэффициент "К" определялся по номограмме /Кустов, стр.101/, в зависимости от абсолютного статического давления и температуры воздуха в трубопроводе.



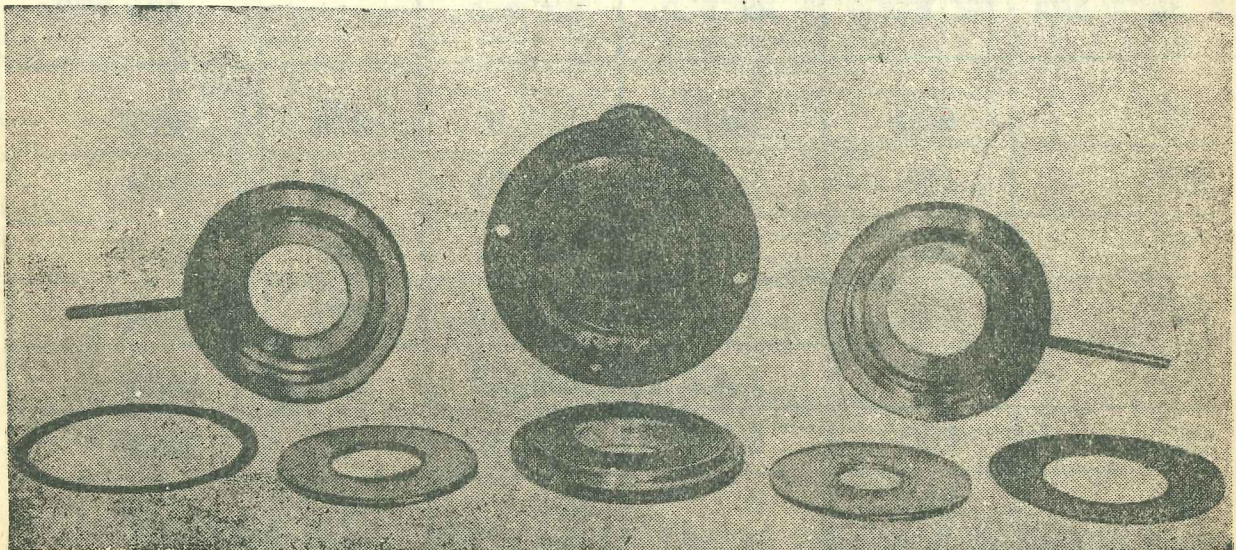
Фиг.33. Установка для испытания центробежного вентилятора трактора КТ-12 /Вид справа/.

Таким образом расход воздуха, приведенный к нормальным условиям /0°С; 760 мм рт.ст./, определяется по формуле:

$$V = V_1 \cdot K \text{ м}^3/\text{час}.$$



Фиг.34. Установка для испытания центробежного вентилятора трактора КТ-12 /Вид слева/.



Фиг.35. Детали сдвоенной диафрагмы.

В таблице 4 расход воздуха указан в соответствии со статическим и полным напором у дросселя выводного патрубка.

Полное давление /напор/ представляет сумму статического и динамического $P = P_{ст} + P_{дин}$ мм вод.ст.

Динамическое давление определяется по формуле:

$$P_{\text{дин.}} = \gamma \frac{C^2}{2g} \quad \text{мм вод.ст.}$$

где:

- γ - удельный вес воздуха кг/м³,
- g - 9,81 м²/сек,
- C - скорость движения воздуха; $C = \frac{V}{F}$ м/сек,
- V - объем воздуха в м³/сек,
- F - поперечное сечение трубопровода в м².

Замеренные и расчетные величины сведены в таблицу 4.

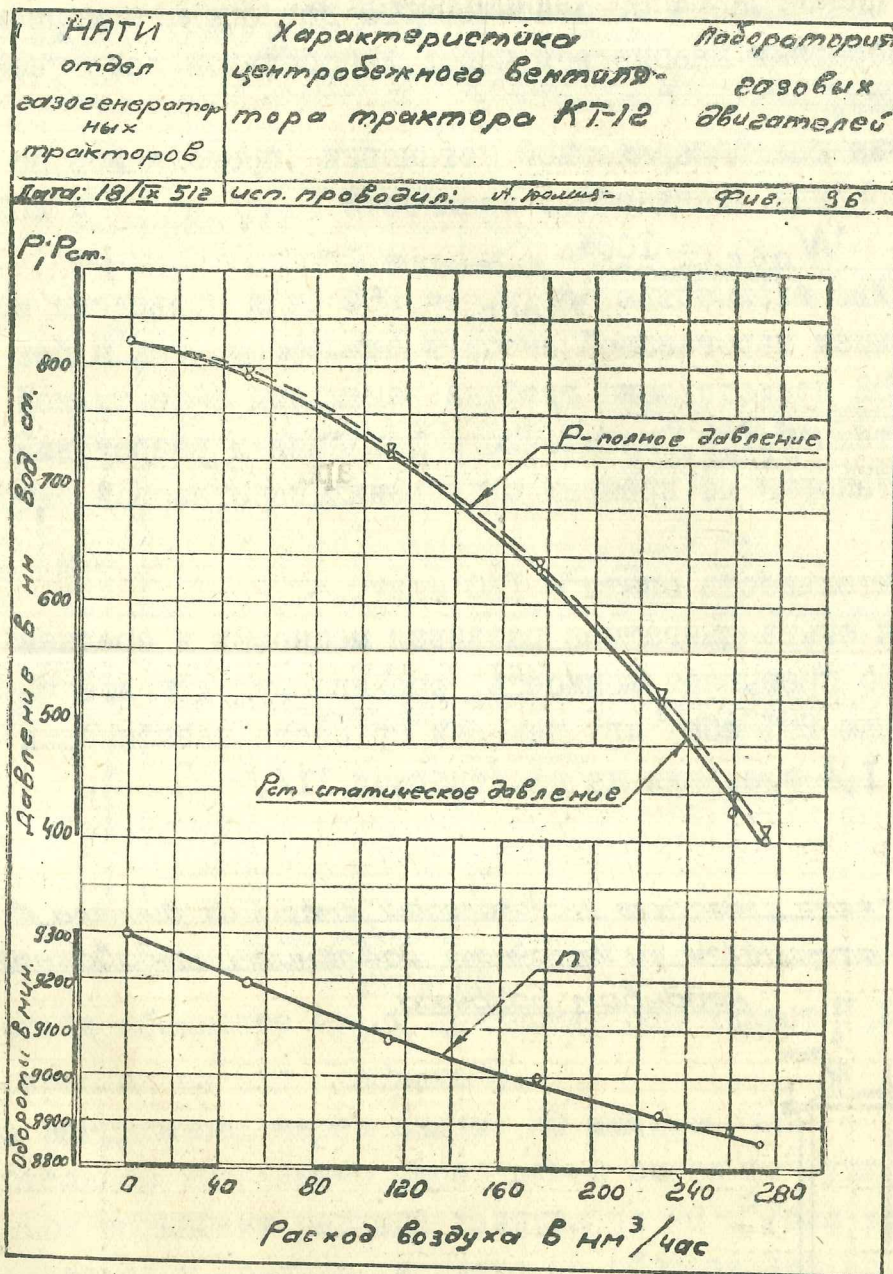
По данным этой таблицы построена характеристика вентилятора Фиг. 36.

Таблица № 4

Замеренные и расчетные величины по испытанию центробежного вентилятора трактора КТ-12.

Угол прикрытия дроссельной заслонки	$P_{\text{ст.}}$ мм в.с.	$P_{\text{дин}}$ мм в.с.	$P_{\text{полн}}$ мм в.с.	м ³ /час.	об/мин.
0°	400	10,9	410,9	274	8865
25°	425	9,78	434,78	260	8890
35°	520	7,5	527,5	229	8925
45°	630	4,43	634,43	177	9000
55°	725	1,72	726,72	111	9075
65°	790	0,36	790,36	51	9200
75°	820	0	820	0	9300

Максимальная производительность вентилятора /когда он не включен в газогенераторную установку/ составляет 274 м³/час.



Фиг. 36.

Максимальный напор вентилятора /когда выводной патрубок плотно закрыт/ составляет 820 мм вод.ст.

Действительная производительность вентилятора, включенного в газогенераторную установку, определится точкой пересечения характеристики вентилятора с кривой гидравлического сопротивления газогенераторной установки.

Расход воздуха определится по характеристике вентилятора /фиг.36/ в зависимости от статического давления, замеряемого U - образным манометром перед дроссельной заслонкой выводного патрубка.

Испытания газогенераторной установки проводились по схеме фиг.37 на топливе стандартной влажности $W_{abc} = 20\%$ и топлива влажностью $W_{abc} = 100\%$.

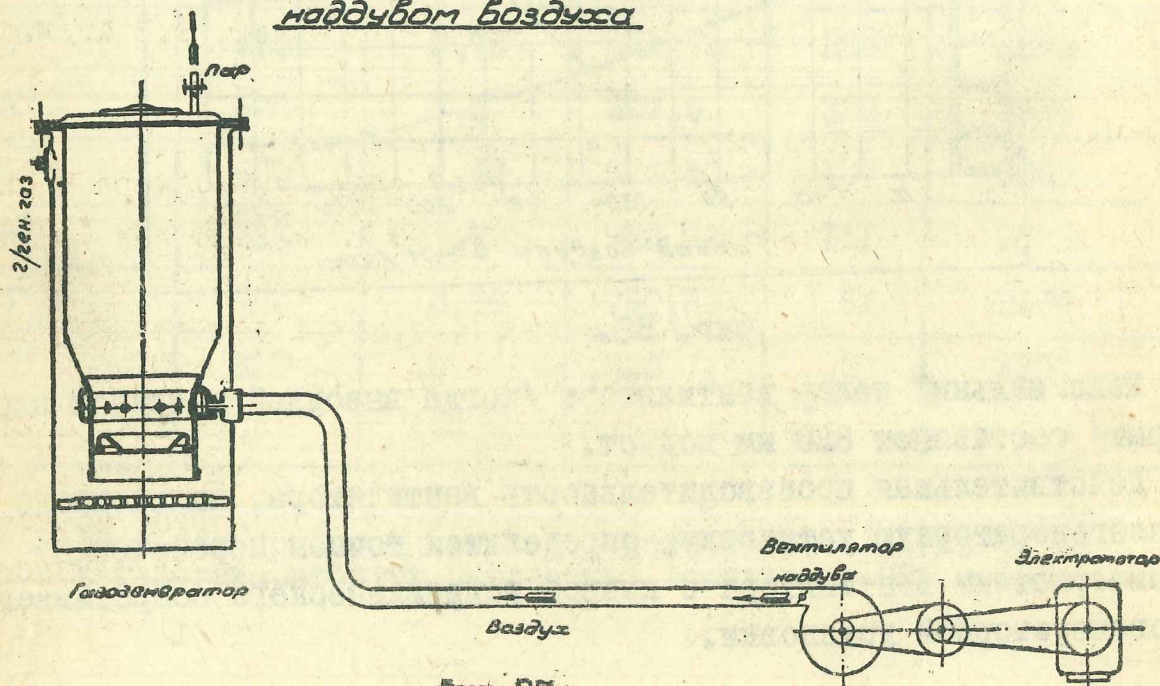
На топливе влажностью $W_{abc} = 20\%$ были проведены испытания как с удалением парогазовой смеси в атмосферу, так и без удаления.

На фиг.38 представлены графики изменения эффективной мощности двигателя, температур, избыточного давления и разрежений газогенераторной установки по времени с удалением парогазовой смеси в атмосферу.

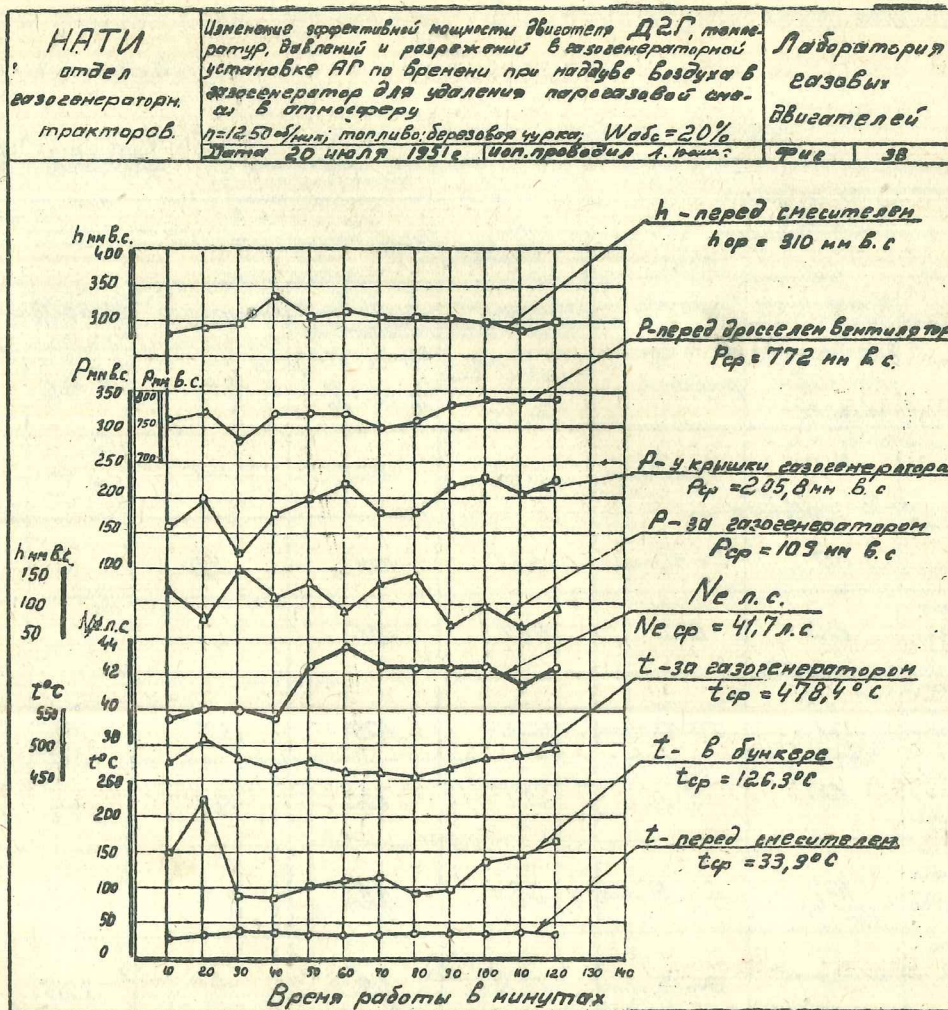
Продолжительность опыта - 120 минут.

За время опыта двигатель развивал мощность в среднем равную 41,7 л.с. это превышает мощность, развиваемую двигателем на чурках влажностью 20% abc при ведении процесса газификации обычным способом на 1,4 л.с. или на 4% /таблица II/.

Схема удаления парогазовой смеси из бункера в атмосферу избыточным давлением создаваемым наддувом воздуха



Фиг.37.



Фиг. 38.

Удельный расход абсолютно сухой древесины составляет 1,2 кг/л.с. час или перерасход на 58% /таблица 5/.

Топливо загружалось через каждые 30 мин. работы.

Принудительное вытеснение парогазовой смеси из бункера происходило за счет повышения расхода воздуха до $70 \text{ м}^3/\text{час}$ или 137% по сравнению с расходом воздуха, идущего на образование $85 \text{ м}^3/\text{час}$ генераторного газа. При этом у крышки газогенератора создавалось избыточное давление в среднем за опыт 205,8 мм. в.с.

При газификации топлива влажностью 20% абс с применением наддува воздуха, но без удаления парогазовой смеси в атмосферу, опыт длился 135 мин. В течение этого опыта двигатель развивал мощность в среднем 43,8 л.с. /фиг.39/. Прирост мощности в данном случае составил 3,5 л.с. или 9% /таблица II/.

Таблица № II

Таблица № II

Изменение эффективной мощности двигателя ДЭГМ при газификации сухого и влажного топлива различными способами

Способ газификации	Абсолютная влажность топлива Wадс. %	Продолжительность работы	Мощность двигателя при $n=1250 \frac{об}{мин}$ в л.с.	Изменение мощности двигателя $\frac{N}{N_0} \cdot 100\%$	Прирост мощности в л.с.	Недобор мощности в л.с.	Примечание
без электривакии и без наддува	20	2ч. 30 мин.	40,3	100	—	—	За 100% приняты данные полученные при газификации топлива влажностью Wадс = 20% без электривакии и без наддува
электривакии п.г.с. отработавшими газами	20	2ч. 50 мин.	43,5	108	3,2	—	
наддув воздуха в генератор с выпуском п.г.с. в атмосферу.	20	2ч.	41,7	104	1,4	—	
наддув воздуха в ген. без выпуска п.г.с. в атмосферу.	20	2ч. 15 мин.	43,8	109	3,5	—	
электривакии п.г.с. отработавшими газами	100	2ч.	41,0	102	0,7	—	
наддув воздуха в газогенератор с удалением п.г.с. в атмосферу.	100	2ч. 50 мин.	35,6	88,5	—	4,7	
без электривакии и без наддува	68	2ч. 30 мин.	19,82	49,0	—	20,5	

Увеличение мощности получается за счет лучшего наполнения двигателя.

Удельный расход абсолютно сухой древесины составил 0,772 кг/л.с. час или перерасход на 2% /таблица 5/.

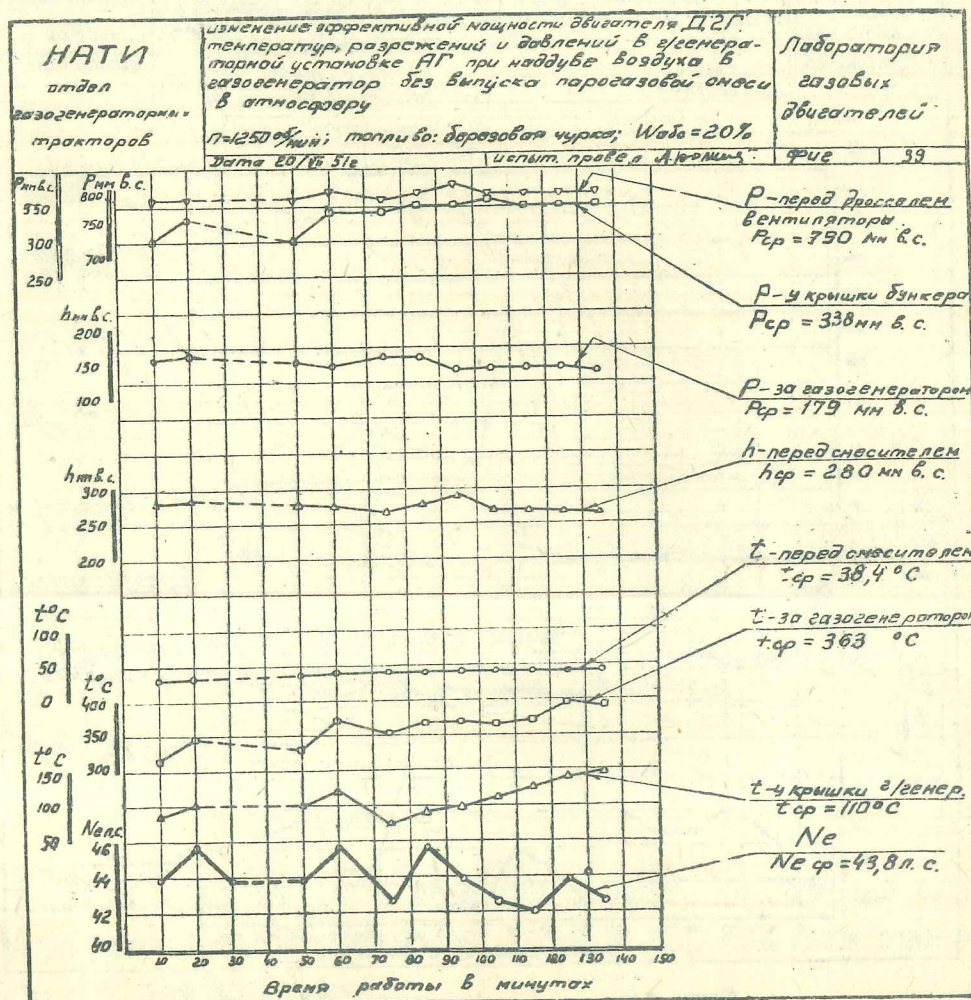
Топливо загружалось в бункер через 60 минут при выключенном вентиляторе и снятой нагрузке двигателя.

Расход воздуха составил 56 м³/час или III% по сравнению с расходом воздуха, идущего на образование 85 м³/час генераторного газа /фиг. 36/.

Избыточное давление у крышки газогенератора в среднем равнялось 310 мм в.с.

В обоих случаях процесс газификации протекал довольно ровно. При газификации топлива влажностью 100% абс с наддувом воз-

духа в газогенератор и удалением парогазовой смеси в атмосферу двигатель работал не устойчиво /фиг.40/ и развивал мощность в среднем 35.6 л.с.



Фиг.39.

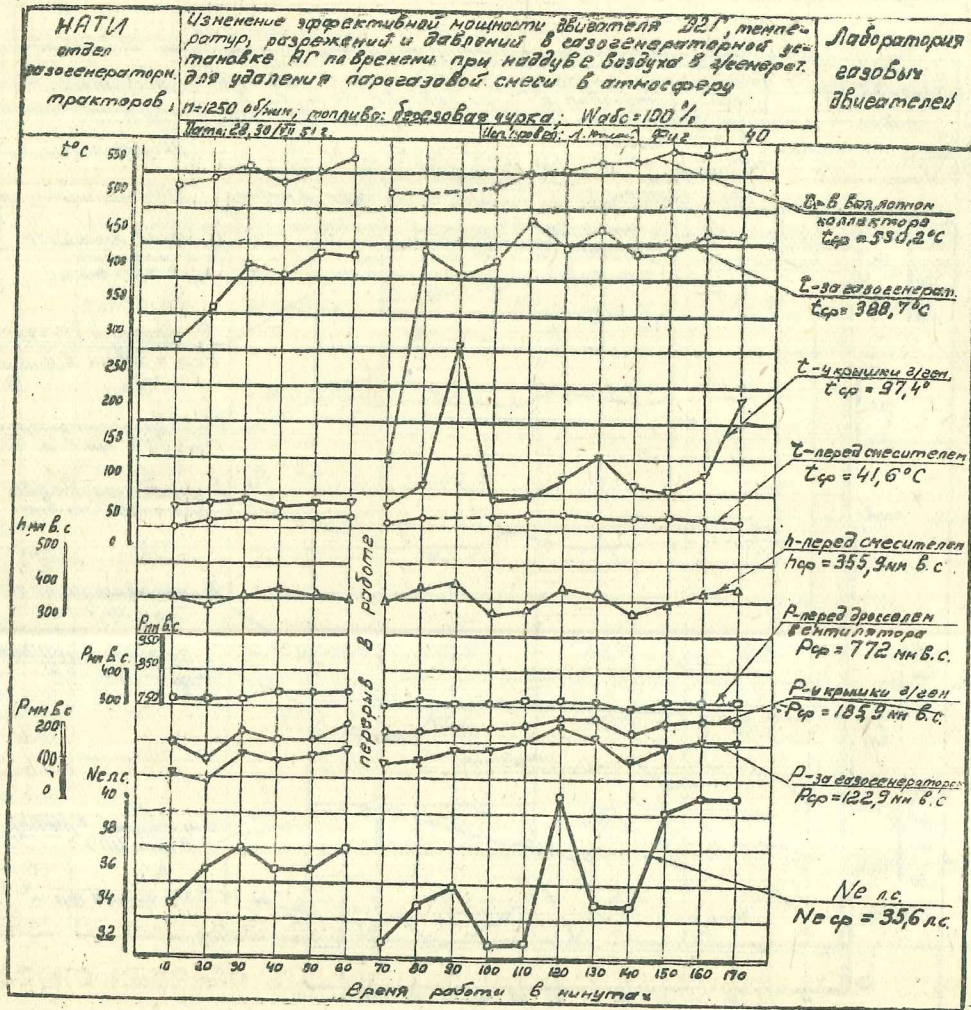
В этом случае недобор мощности составил 4,7 л.с. или 11,5% /табл. II/ по сравнению с мощностью, развиваемой двигателем при газификации сухого топлива обычным способом.

Удельный расход абсолютно сухой древесины составил 1,56 кг/л.с. час или перерасход на 105% /табл. 5/.

Топливо загружалось в бункер через каждые 30 мин. работы при выключенном вентиляторе и снятой нагрузке двигателя.

Расход воздуха составил 70 м³/час или 137% по сравнению с расходом воздуха, идущего на образование 85 м³/час генераторного газа. При этом среднее избыточное давление у крышки газогенератора

было 185,9 мм.в.с.

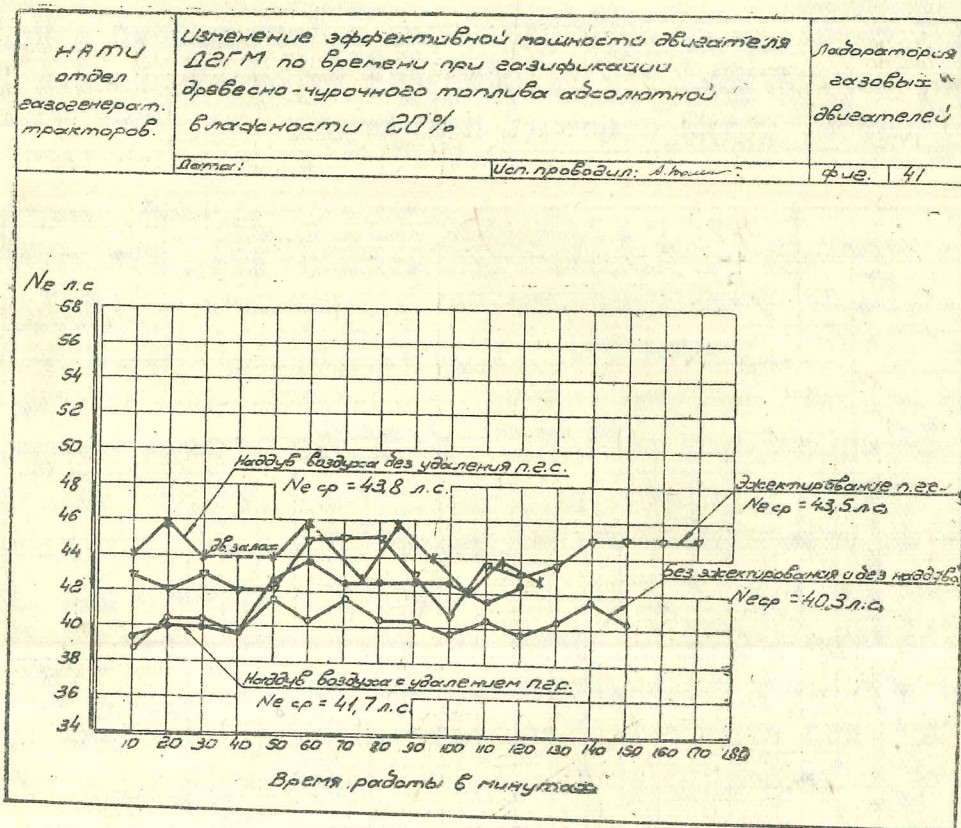


Фиг. 40.

Низшая теплотворность парогазовой смеси, выбрасываемой в атмосферу за выжиг в среднем составила 778 ккал/м^3 .

Содержание окиси углерода в этой смеси за выжиг в среднем составило 16,9%. Это на 8,5% больше, чем при газификации влажного топлива обычным способом и на 15,42% превышает процентное содержание окиси углерода в парогазовой смеси, выбрасываемой в атмосферу, т.е. за эжектором /табл.б,9/.

Сравнительные данные по эффективной мощности двигателя, часовому и удельному расходу топлива при различных способах газификации сведены в таблицы 5 и II. Кроме того, значения мощности двигателя по времени показаны на графиках фиг.41 и 42.



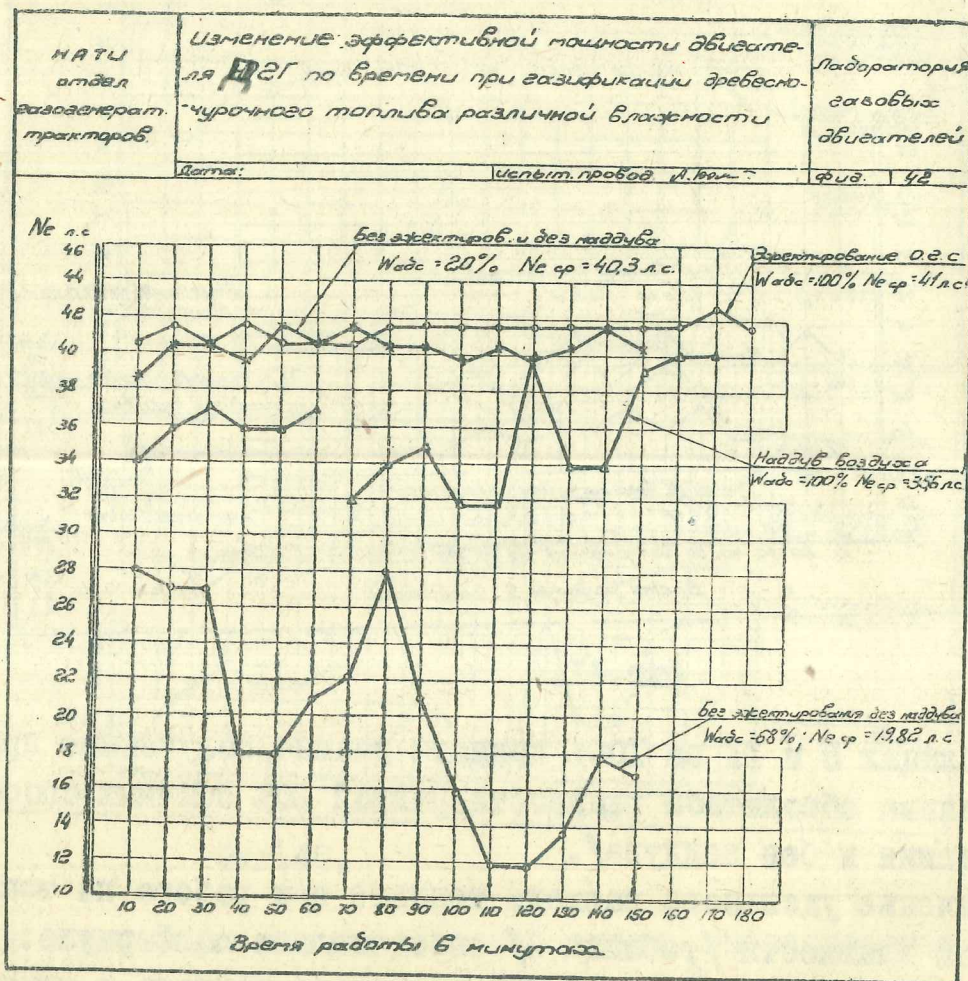
В таблицах 5 и II за 100% приняты данные, полученные при газификации топлива абсолютной влажности, равной 20% обычным способом /без эжектирования и без наддува/.

Увеличение удельного расхода топлива при работе на топливе повышенной влажности /таблица 5/ определялась по формуле:

$$\frac{q_e}{q_{e0}} \cdot 100\%$$

- где:
- q_e - удельный расход абсолютно сухой древесины применяемого топлива в кг/л.с. час.,
 - q_{e0} - удельный расход абсолютно сухой древесины при газификации топлива влажностью $W_{абс} = 20\%$ обычным способом, т.е. без эжектирования и без наддува.

Сравнивая результаты испытаний газогенераторной установки на древесно-чурочном топливе влажностью до 100% абс по удалению парогазовой смеси из бункера способами эжектирования и наддува с результатами, полученными при газификации чурок влажностью 20% абс обычным способом, можно отметить следующее:



Фиг. 42.

I. Мощность двигателя при газификации влажного топлива различными способами по сравнению с мощностью двигателя, полученной при газификации топлива влажностью 20% абс обычным способом, изменялась:

а/ при газификации древесно-чурочного топлива влажностью 100% абс с эжектированием парогазовой смеси из верхней части бункера охлажденными отработавшими газами увеличивалась на 0,7 л.с. или на 2%;

б/ при газификации древесно-чурочного топлива влажностью 100% абс с применением способа принудительного вытеснения парогазовой смеси из бункера в атмосферу с помощью избыточного давления, создаваемого приводным вентилятором, - снижалась на 4,7 л.с. или на 11,5% /без учета мощности, затрачиваемой двигателем на привод в действие вентилятора наддува/;

в/ при газификации древесно-чурочного топлива влажностью 68% абс обычным способом, мощность двигателя уменьшалась на 20,5 л.с. или на 51% /в среднем за опыт, длившийся 150 минут/.

Обращает на себя внимание тот факт, что при ведении процесса газификации на топливе влажностью 100% абс с эжектированием парогазовой смеси из верхней части бункера наблюдалось небольшое повышение мощности двигателя /2%/ по сравнению с газификацией топлива влажностью 20% абс обычным способом, а с наддувом при той же влажности топлива /100% абс/ имел место значительный недобор мощности двигателя /11,5%/ без учета мощности, потребляемой вентилятором.

2. Удельный расход абсолютно сухой древесины при газификации влажного топлива различными способами, по сравнению с удельным расходом абсолютно сухой древесины при газификации чурок влажностью 20% обычным способом /0,76 кг/л.с. час/ составил:

а/ при газификации чурок влажностью 100% с эжектированием парогазовой смеси из верхней части бункера в атмосферу - 0,9 кг/л.с. час.

Перерасход в этом случае абсолютно сухой древесины на л.с. час составил 18%;

б/ при газификации чурок влажностью 100% абс с применением наддува для принудительного вытеснения парогазовой смеси из бункера в атмосферу, с помощью избыточного давления, создаваемого вентилятором, нагнетающим воздух в зону газификации, удельный расход абсолютно сухой древесины составил 1,56 кг/л.с. час. При этом способе перерасход абсолютно сухой древесины составил 105%;

в/ при газификации чурок влажностью 68% абс обычным способом удельный расход абсолютно сухой древесины составил 1,08 кг/л.с. час. В данном случае имелся перерасход на 43%.

Незначительный перерасход топлива /18%/ при газификации влажных чурок с применением способа эжектирования парогазовой смеси

и весьма опутимый перерасход топлива /105%/ с применением способа наддува объясняется тем, что:

а/ при эжектировании парогазовой смеси в атмосферу выбрасывается парогазовая смесь, находящаяся только в верхней части бункера. Эта смесь состоит из паров воды и продуктов сухой перегонки;

б/ при наддуве парогазовая смесь удаляется из бункера в атмосферу избыточным давлением, создаваемым вентилятором, нагнетающим воздух в зону горения. В этом случае в атмосферу выбрасывается парогазовая смесь, состоящая из водяных паров, продуктов сухой перегонки, а также продуктов газификации с высокой теплотворностью.

Следовательно, при эжектировании часть топлива расходуется на испарение гигроскопической влаги топлива и на образование продуктов сухой перегонки, удаляемых в атмосферу, а при наддуве еще и на продукты газификации, выбрасываемые в атмосферу вместе с парами воды и продуктами сухой перегонки.

При наддуве в газогенераторе происходят два процесса газификации - опрокинутый и прямой.

Продукты газификации прямого процесса целиком выбрасываются в атмосферу.

3. Содержание окиси углерода в парогазовой смеси, выбрасываемой в атмосферу при удалении ее из бункера способом эжектирования, равно 1,48%. При удалении же парогазовой смеси из бункера способом наддува, содержание окиси углерода повышается до 16,9%, что значительно выходит за предельные нормы и делает невозможным обслуживание машины.

Значительное уменьшение процентного содержания окиси углерода при ведении процесса газификации с эжектированием объясняется тем, что в этом случае в атмосферу выходит парогазовая смесь, разбавленная отработавшими газами двигателя.

4. При газификации влажного топлива с применением наддува появляется необходимость в дополнительном оборудовании газогенераторной машины высокооборотным вентилятором с механическим приводом от двигателя. Это обстоятельство ведет к дополнительной затрате мощности двигателя на привод вентилятора в действие.

Кроме того, вентилятор производит шум, неприятно действующий на состояние лиц, обслуживающих машину.

5. На розжиг топлива в газогенераторе и перевод двигателя на газ, при газификации чурок влажностью 100% абс с эжектированием парогазовой смеси из бункера отработавшими газами двигателя, затрачивалось максимум 3 минуты.

На розжиг же топлива и перевод двигателя на газ при газификации чурок влажностью 20% абс обычным способом, затрачивалось около 6-ти минут, а при газификации чурок влажностью 68% абс на розжиг топлива и перевод двигателя на газ затрачивалось больше 50 минут.

Следует отметить, что применение способа эжектирования парогазовой смеси из бункера отработавшими газами двигателя значительно упрощает процесс розжига, в два раза уменьшает расход бензина, уменьшает степень загрязнения очистительной системы газогенератора и деталей двигателя.

Двигатель в этом случае переводится на бессмольный газ высокой теплотворности.

Резюмируя изложенное выше, приходим к следующему выводу:

1. Способ эжектирования парогазовой смеси из верхней части бункера охлажденными отработавшими газами двигателя полностью обеспечивает нормальное протекание процесса газификации, а следовательно, нормальную работу двигателя при газификации топлива любой влажности.

2. Способ принудительного вытеснения парогазовой смеси из бункера в атмосферу с помощью избыточного давления, создаваемого приводным вентилятором, нагнетающим воздух в газогенератор, менее целесообразен в сравнении со способом эжектирования.

3. Полевые испытания газогенераторной установки с приспособлениями для газификации влажного древесно-чурочного топлива.

Полевые испытания трактора на влажном древесно-чурочном топливе проводились с целью проверки надежности работы эжектирующего устройства в рядовых производственных условиях, а также установления периодичности его чистки.

Трактор проработал в поле 100 часов, из которых 70 часов на вспашке целины и 30 часов на бороновании.

Работа производилась 4-х корпусным плугом на 2-й передаче. Глубина вспашки 22-25 см.

В качестве топлива применялись березовые чурки стандартного размера абсолютной влажности 85%. Трактор был оборудован тремя манометрами, при помощи которых контролировались разрежения в паротборном патрубке, за газогенератором и у смесителя.

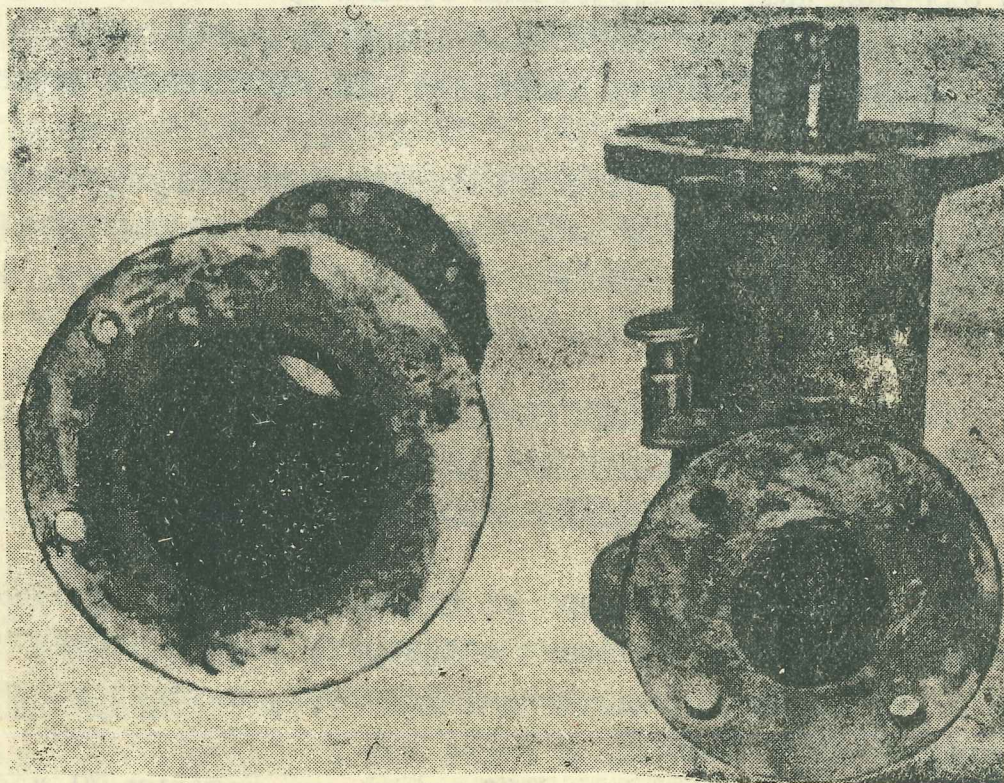
В течение этих испытаний трактор работал устойчиво, развивая мощность на крюке до 32-х л.с.

Загрузка топлива производилась через 50 минут работы. Снижения мощности двигателя после загрузки топлива не наблюдалось.

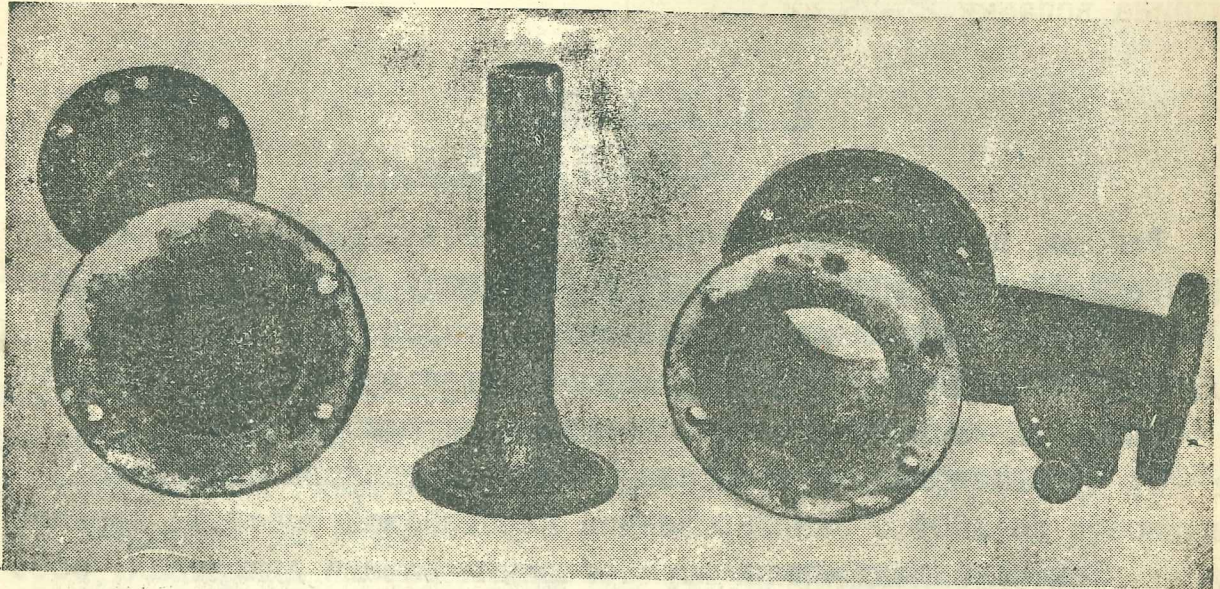
Разрежение в паротборном патрубке в течение 100 часов работы было стабильно, это свидетельствовало о надежной работе эжектирующего устройства и об отсутствии необходимости его чистки.

При осмотре эжектора после 100 часов работы оказалось, что поверхность его деталей покрыта тонким /1 мм/ блестящим слоем сконденсировавшейся смолы, незначительно изменившим живое сечение.

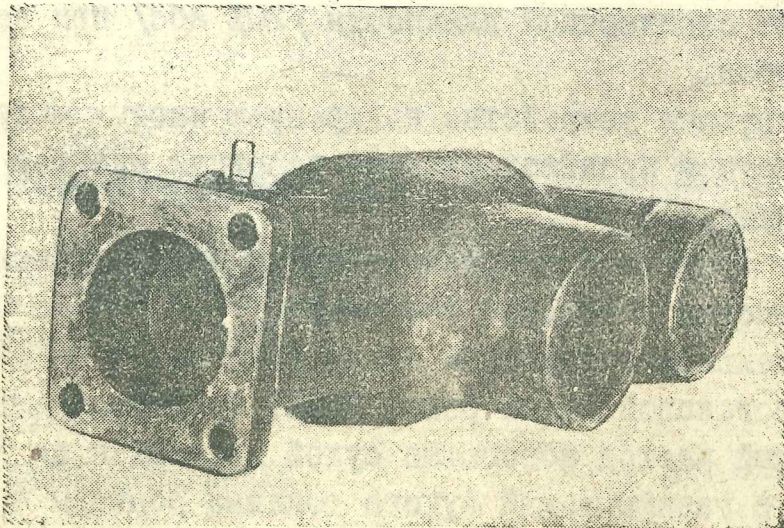
Смеситель после 100 часов работы был совершенно чист. На фиг.43,44,45 показаны детали эжектора и смеситель после 100 часов работы.



Фиг.43. Состояние эжектора после 100 часов работы в производственных условиях.



Фиг.44. Состояние поверхностей деталей эжектора после 100 часов работы в производственных условиях.



Фиг.45. Состояние смесителя после 100 часов работы на влажном топливе/при эжектировании/.

Полевые испытания показали, что при газификации древесно-чурочного топлива высокой влажности с эжектированием парогазовой смеси из верхней части бункера отработавшими газами двигателя, обеспечивается нормальная работа трактора.

Эжектирующее устройство не требовало чистки в течение 100 часов работы в производственных условиях.

В ы в о д ы

Работы, проведенные лабораторией газовых двигателей Отдела Газогенераторных Тракторов НАТИ в 1951 году по исследованию процесса газификации влажного древесно-чурочного топлива на тракторе ХТЗ-Т2Г, оборудованного генераторной установкой АГ с эжектором и теплообменником, позволяют сделать следующие выводы:

1. При газификации древесно-чурочного топлива абсолютной влажности до 100% с эжектированием парогазовой смеси из верхней части бункера охлажденными отработавшими газами двигателя, обеспечивается нормальная работа трактора.

2. Мощность двигателя не снижается по сравнению с работой его на топливе стандартной влажности /20% абс/ при газификации обычным способом.

3. Эжектирующее устройство не требует частых чисток /после 100 часов работы в производственных условиях эжектор оставался чистым от смолы/.

4. Розжиг топлива в газогенераторе и перевод двигателя на газ осуществляется в течение 3-х минут.

5. Максимальное содержание окиси углерода в выбрасываемой в атмосферу парогазовой смеси равно 2,8%. Среднее за выжиг 1,48%.

6. Удельный расход абсолютно сухой древесины на 18% больше по сравнению с газификацией сухого топлива обычным способом.

7. Способ принудительного вытеснения парогазовой смеси из бункера в атмосферу с помощью избыточного давления, создаваемого приводным вентилятором, нагнетающим воздух в газогенератор, менее целесообразен в сравнении со способом эжектирования.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Экспериментальные исследования, проведенные НАТИ по газификации влажного древесно-чурочного топлива способом эжектирования парогазовой смеси из верхней части бункера, охлажденными отработавшими газами двигателя, показали полную возможность применения в транспортных газогенераторах древесно-чурочного топлива абсолютной влажности до 100%.

Рекомендовать в 1952 году провести работу по созданию газогенератора с эжектирующим устройством: на трелевочный трактор КТ-12, валочно-трелевочный трактор и на трактор ГБ-58.

НАЧАЛЬНИК ОТДЕЛА ГАЗОГЕНЕРАТОРНЫХ
ТРАКТОРОВ,
младший научный сотрудник:

/И.Н.ВЕЛИЧКИН/.

ЗАВ.ЛАБОРАТОРИЕЙ ГАЗОВЫХ ДВИГА-
ТЕЛЕЙ И РУКОВОДИТЕЛЬ ТЕМЫ,
кандидат технических наук:

/М.Д.АРТАМОНОВ/.

Исполнитель:

МЛАДШИЙ НАУЧНЫЙ СОТРУДНИК:

/А.И.ДОЛЖАНСКАЯ/.

Декабрь 1951 г.

ЛИТЕРАТУРА

- I. Б.М.Черномордик - "Теория и расчет транспортных газо-генераторов", - 1943 г.
2. Инж. В.В.Филатов - "Обеспечение нормальной работы газо-генераторных тракторов на сырых чурках", "Сталинец-65", № 5, 1940 г. Машгиз.
3. Отчет НАМИ - "Исследование особенности газификации древесных чурок повышенной влажности", апрель 1950 г.
4. Отчет НАМИ - "Исследование процесса газификации влажных дров различных размеров", сентябрь 1950 г.
5. Отчет ЦНИИМЭ - газогенератор ЦНИИМЭ, работающий на свежесрубленных швырковых дровах, к трелевочному трактору КТ-12, июнь 1949 г.
6. Отчет по испытанию торфяной газогенераторной установки "ИТ-2" Белорусской академии наук для тракторов СХТЗ, 1939 год.
7. Инж. И.П.Щетинин - Приспособления для работы газогенераторов на сырых чурках, журнал "Лесная промышленность" №3, март 1951 г. Гослестехиздат.
8. Б.И.Кустов и С.Б. Вселюбский - Приборы теплового контроля, Metallurg-издат, 1946 г.
9. И.С.Мезин - Транспортные газогенераторы, Огиз-сельхоз, 1948 г.
10. Христианович - О расчете эжектора, Промышленная аэродинамика, изд. БИТ, 1944 г.
- II. В.П.Линчевский - Топливо и его сжигание, Metallurgиздат, 1947 г.
12. М.А. Михеев - Основы теплопередачи, Госэнергоиздат, 1949 г.
13. Н.Н.Богданов - Полукоксование и газификация торфа, Госэнергоиздат, 1947 г.
14. А.Т.Касаткин - Основные процессы и аппараты химической промышленности, 1950 г. М.Л. ГХИ.

4
БЕСПЛАТНО

32819