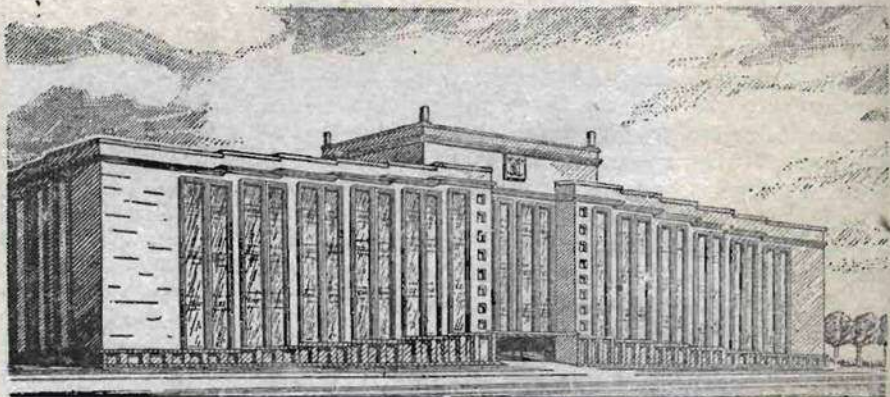


Мотор



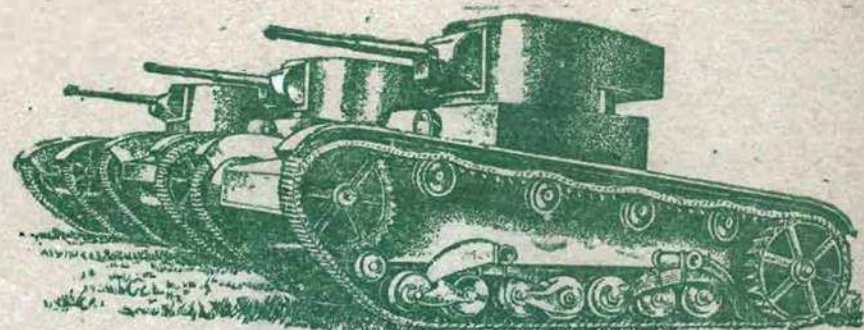
Проект гаража автозавода имени СТАЛИНА

МАРТ № 3

ОГИЗ ГОСТРАНСИЗДАТ
МОСКВА

1935

Мотор



ФЕВРАЛЬ № 2

ОГИЗ ГОСТРАНСИЗДАТ
МОСКВА

1935

Мотор



Автобус ЗИС

ОКТАБРЬ № 10

ОГИЗ—ГОСТРАНСИЗДАТ
МОСКВА

1935

Мотор



Грузовой автомобиль с газогенераторной установкой

ИЮНЬ № 6

ОГИЗ ГОСТРАНСИЗДАТ
МОСКВА

1935

Характеристика типов автобусов

Тип (характеристика)	Легкий	Школьный	Городской	Пригород- ный	Междуго- родный
1. Число мест	20	30	36	60	40
2. Число цилиндров	8	8	6	6	6
3. Мощность двигателя в л. с.	100—120	100—120	110—120	135—150	135—150
4. Мертвый вес автомобиля в кг.	3 500	3 500	6 000	8 500	7 500
5. Литраж двигателя	4,5—5	4,5—5	8—8,5	10—10,5	10—10,5
6. Максимальное число оборотов двигателя	3 200—3 600	3 200—3 600	2 200—2 500	2 200	2 200
7. Максимальная скорость км/час.	80	80	70	70	90
8. Расход топлива в кг на 100 км	22	22	32	42	42
9. База в м.	3,5	3,5	4,5—4,8	Дополн. ось	4,5—4,8
10. Колея в м.	1,5—1,55	1,5—1,55	1,8	1,8	1,8
11. Шины	32×6"	32×6"	9,75×20"	10,5×20"	9,75×20"

Основные желательные характеристики указанных типов автобусов даны выше в приведенной таблице.

При выработке типов автомобилей учтено использование однотипных двигателей для нескольких автомобилей. Двигатель, предусмотренный для среднего легкового автомобиля (рабочий

объем 3—3,5 литра), применяется одновременно для грузовиков с тоннажем в 0,75 и 1,5 т.

Двигатель, предусмотренный для легкового автомобиля повышенной типа (рабочий объем 4,5—5 литров), применяется для автобусов на 20 и на 30 мест.

Перспективы применения газогенераторной тяги в СССР

Проф. П. М. БЕЛЯНЧИКОВ

«...Наркомтяжпрому поручено, начиная со второго квартала 1935 года, оборудовать тракторы ЧТЗ и грузовые автомобили, отпускаемые Наркомлесу, газогенераторными установками, необходимыми для работы на дровяном топливе; в соответствии с этим организовать, начиная с I квартала 1935 года производство газогенераторов и частей к двигателям».

Из решения Совнаркома СССР и ЦК ВКП(б) о работе комиссариата лесной промышленности.

Современное положение с автотранспортными газогенераторными установками характеризуется следующими основными моментами:

1) массовое и серийное производство их в СССР отсутствует; постройка их в настоящее время производится лишь в опытном порядке и притом—кустарно (ЦНИИМЭ, НАТИ, Институт Лесосплава и др.);

2) общая мощность газовых автотракторных установок ничтожна; имеется несколько десятков машин, оборудованных газогенераторными установками: тракторы «Коммунар», ЧТЗ и грузовик ГАЗ-АА и ЗИС-5;

3) топливом для автотракторных установок служат преимущественно древесные чурки и древесный уголь;

4) установки, работающие на минеральном топливе, торфе, соломе (брикеты), совершенно отсутствуют.

Внедрение газогенераторных транспортных установок имеет серьезное народнохозяйственное значение, так как использование местных топлив сохранит высокосортное нефтяное топливо для экспорта, промышленной химии и др. и освободит ж.-д. транспорт, автотранспорт и гужевой от перевозок дальнепривозного жидкого топлива на места работ. Стоимость перевозки на дальнее расстояние в несколько раз удорожает стоимость топлива (напр. лесозаготовки и лесотранспорт в северных районах). Местное топливо обеспечит независимую бесперебойную работу автотранспорта в районах, отдаленных от нефтяного топлива.

История развития транспортных газогенераторных установок

Западная Европа. Европейские государства: Франция, Германия, Италия и др., не имеющие собственных источников нефти, производят большие работы по замене бензина для автотяги газом из твердого топлива.

В период 1922—23—25 гг. и позднее автомобильный клуб Франции организовал ряд конкурсов на газогенераторы для грузовиков. В 1927 г. состоялся специальный военный конкурс. Французский закон от 3 августа 1926 г. уменьшил налог на 50% с автомашин, работающих на газе из твердого топлива.

Вкратце история развития французских газогенераторных установок представляется в следующем виде: в начале войны с

Германией во Франции был впервые совершен пробег из города Парижа в Руан (около 100 км) на грузовике с газогенераторной установкой. Положительных результатов этот пробег не дал.

В 1922 г. было произведено конкурсное испытание грузовиков с газогенераторными установками по следующей программе: а) 3-часовое испытание мотора на полную нагрузку; б) 2-часовое испытание мотора на малом газе без нагрузки; в) 3-часовое испытание на стенде с малой нагрузкой и г) кроме стационарного лабораторного испытания моторов, грузовики совершили два пробега по 60 км, при чем параллельно шли и автомобили на бензине.

В результате оказалось, что грузовики, выдержавшие лабораторное испытание, совершили пробег без каких-либо особых затруднений; при испытании обнаружилось, что в грузовиках с газогенераторами имеется потеря мощности по сравнению с моторами, работающими на бензине.

В 1923 г. состоялось второе конкурсное испытание грузовиков с газогенераторными установками; в конкурсе участвовало 9 машин. В программу испытаний входило выяснение потери мощности в моторах и действия газа на механизм мотора посредством фильтрации газа и химического анализа осадков (гудрон и др.). Во время пробега учитывалось потребление горючего на сило-час и равномерность работы установки. Пробег грузовиков в общей сложности был совершен на расстоянии 1400 км.

В результате конкурса оказалось, что все грузовики прошли пробег без каких-либо существенных повреждений моторов и газогенераторов (обнаружены были лишь мелкие поломки, сопровождающие любой пробег). Осмотр моторов и генераторов (после пробега) показал наличие небольшого количества осадков и хорошее состояние механизмов.

В 1925 г. было проведено вновь конкурсное испытание грузовиков с газогенераторными установками: лабораторное испытание и испытание грузовиков пробегом на расстоянии 2100 км. В результате испытания оказалось, что все машины прошли пробег весьма удовлетворительно с нормальной средней скоростью.

Германские техники за последнее время также усиленно работают над созданием конструкций транспортных газогенераторов. В настоящее время в Германии имеется ряд собственных конструкций, из которых наиболее характерны газогенератор «Пинч» для древесного угля—газогенератор прямого процесса; «Лейтц Ииберт»—опрокинутого процесса и др. Помимо конструкторской работы, в Германии уделяется большое внимание экспериментальным работам по изучению газогенераторных установок. Ряд научно-исследовательских учреждений, как государственных, так и различных фирм заняты экспериментированием и наблюдениями в области эксплуатации газогенераторных ма-

шин. Здесь следует отметить работы Мюнхенской высшей технической школы с газогенераторными грузовиками.

Помимо конструирования, и опытно-исследовательских работ в области эксплуатации газогенераторных транспортных установок, ряд европейских ученых занят разрешением вопроса топливной проблемы для газогенераторов (работы профессора Дюпона, Гугаля, Оккера и др.).

Западно-европейские государства—Швеция, Австрия, Латвия и др.—также работают над газогенераторными транспортными установками.

Развитие транспортных газогенераторов в СССР

Работы профессора В. С. Наумова. Проф. Наумов в 1923 г. получил патент на первый свой газогенератор У-1 для работы на антраците. Лабораторные испытания газогенератора были произведены в 1927 г. В 1928 г. улучшенный газогенератор проф. Наумова под маркой У-2, смонтированный на грузовике Фиат, участвовал в Первом всесоюзном пробеге газогенераторных грузовиков Ленинград—Москва—Ленинград (1450 км).

В 1931 г. грузовик Форд с газогенераторной установкой У-2 участвовал в пробеге Ленинград—Петрозаводск (1200 км).

В 1933 г. проф. Наумов дал газогенератор под маркой У-5 для грузовика ГАЗ на древесном угле. Установка участвовала в пробеге Ленинград—Москва—Харьков—Ростов—Тифлис (2300 км).

Работы научно-автомоторного института (НАТИ). Работы НАТИ начаты с 1930 г. НАТИ разработан ряд газогенераторов, как-то:

а) газогенераторы для стандартных дров пор маркой НАТИ-1, НАТИ-4 и НАТИ-6; работы были получены НАТИ от б. института древесины;

б) газогенераторы для древесных чурок под маркой НАТИ-2 для тракторов СТЗ и ХТЗ; газогенераторы НАТИ-В-3 для трактора ЧТЗ и НАТИ-9 для трактора СТЗ и ХТЗ. В настоящее время НАТИ производит постройку газогенератора для трактора ЧТЗ на Челябинском заводе (по типу Берлиэ);

в) газогенераторы для древесного угля под маркой НАТИ-5—для трактора «Коммунар».

Работы проф. Карпова. Проф. В. П. Карпов работает над тракторными газогенераторами с 1925 г. как теоретически, так и конструктивно. В 1933 г. выполнен проект угольного газогенератора для грузовика Ярославского завода.

В 1934 г. установка опробована пробегом.

Работы ЦНИИМЭ (ранее института древесины). Работы в институте древесины были начаты в 1928 г. по проектированию газогенераторов системы Декаленкова и Ветчинкина. В 1930 г. институт древесины приступил к постройке газогенераторов системы С. И. Декаленкова под маркой «Пионер» для трактора «Коммунар» и «Клетрак».

В 1932 и 1933 гг. отраслевой институт ЦНИИМЭ широко приступил к проведению работ по транспортным газогенераторам системы С. И. Декаленкова и проф. Ветчинкина для грузовика АМО, ГАЗ и тракторов «Коммунар» и ЧТЗ.

Кроме этого Сибирский технологический институт, ВИСХОМ и др. вели также большую работу по созданию советских конструкций транспортных газогенераторов.

Помимо конструкторских работ, наши научно-исследовательские институты провели и проводят большую научно-исследовательскую работу. Вкратце эти работы представляются в следующем виде: 1) изучение конструкций и работы газогенераторов иностранного производства, 2) изучение процессов газификации, 3) повышение калорийности газа, 4) работы по очистке газа, 5) изучение размерности топлива и влажности топлива на состав газа, 6) исследование методов повышения мощности стандартного двигателя при переводе его на газ из твердого топлива, 7) изучение работы автомобилей и тракторов в производственных условиях и собирание материалов по эксплуатации.

Научно-исследовательскую работу в области газогенераторов вели следующие институты: НАТИ, ВНИДИ, Академия моторизации и механизации РККА, ЦНИИМЭ со своими филиалами, ВИСХОМ, ИНСТОРФ и др.

Наиболее важными работами надо признать следующие.

Работы ВНИДИ—по изучению процессов газификации; процесс газификации повышенной интенсивности; влияние кусков топлива на качество газа; надув для повышения мощности двигателя.

Работа Академии моторизации и механизации РККА (Карпов)—Присадки жидких продуктов для повышения калорийности газа.

Работа НАТИ—процесс газификации повышенной интенсивности.

Работы ЦНИИМЭ—повышение мощности стандартных двигателей путем изменения степени сжатия; наблюдение за газогенераторными установками на базах и собирание эксплуатационных материалов (на базах Урала, Карелии и др.).

Здесь также необходимо отметить очень ценные работы Лесо-химического института (Немирович-Данченко) по брикетированию топлива; работы инженера Ливеровского (Ленинград) и изобретателя Глотова (Свердловск); проф. Тагеева в области газификации и др.

ЦС Автотора проделал, начиная с 1930 г., большую работу. В 1931 г. был организован Всесоюзный конкурс тракторных газогенераторов, на который были представлены 15 проектов и 7 готовых установок для тракторов «Коммунар», «Большевик», СТЗ, ЧТЗ, ФП и др.

В том же году были произведены конкурсные испытания готовых газогенераторных установок на колесных тракторах: «Интернационал»—установка НАТИ и на тракторе СТЗ—установка ВИСХОМа.

В 1932 г. были проведены сравнительные испытания готовых газогенераторных установок на гусеничных тракторах: «Коммунар»—установка НАТИ-В; на тракторе «Катерпиллер-60»—установка ОКБ-8; на тракторе «Коммунар»—установка Наумова; на тракторе «Коммунар»—установка Декаленкова.

Несмотря на разработку проектов и постройку ряда опытных образцов газогенераторных установок, которые прошли предварительно испытания и участвовали в пробегах, все же надо констатировать, что имеющиеся материалы как теоретического, так и экспериментального порядка в большинстве случаев не систематизированы и не опубликованы; отсутствуют установленные параметры для расчетов транспортных газогенераторов, отсутствуют методы расчета и нормы для очистителей и холодильников, отсутствуют параметры для проектирования смесителей газа и др.

По моторной группе отсутствуют законченные теоретические и экспериментальные работы по моторам для определения наиболее выгоднейшего комплекса переделок и приспособлений существующих стандартных автотракторных двигателей для работы на генераторном газе, отсутствуют работы по износу двигателей от загрязненности газа, отсутствуют работы о специальном газовом транспортном двигателе.

По топливу отсутствуют работы по экономике получения различного рода топлива и по установлению стандартов на газогенераторное горючее.

Кроме того отсутствует ясность и определенность ряда эксплуатационных и экономических показателей.

Характеристика типовых газогенераторов

Транспортные газогенераторы, в зависимости от процесса газобразования, можно разделить на три типа: газогенераторы прямого процесса, горизонтального процесса и обратного (опрокинутого) процесса.

Основные параметры газогенераторов прямого процесса для наиболее интересных типов представляются в следующем виде:

Газогенератор проф. Наумова У-5. Подача воды—каплями. Общий вес установки 170 кг. Вес на 1 л. с. двигателя—5,7 кг. Объем шахты—120 л; на 1 л. с. двигателя—4,8 кг.

Газогенератор Паркер (Англия) для древесного угля. Обмуровка—огнеупорный шамот. Подача воды—каплями. Вес установки—200 кг. Вес на 1 л. с. двигателя—5 кг. Время работы с одной загрузкой топлива—3,2 час.

Газогенератор ЕИТА (Франция), для древесного угля. Обмуровка—огнеупорный кирпич. Подача воды—из испарителя. Вес—315 кг. Вес на 1 л. с. двигателя—11 кг. Время работы с одной загрузкой—2 часа. Объем шахты—255 л; объем на 1 л. с. двигателя—18 л.

Из газогенераторов горизонтального процесса: газогенератор Барбье для древесного угля. Подача воды—паром. Обмуровка—шамотный кирпич. Вес газогенератора—130 кг. Полный вес установки—350 кг. Объем шахты газогенератора—110 литров. Вес угля в шахте 20 кг.

Газогенератор Автогаз для угольных брикетов. Вес газогенератора—180 кг. Вес всей установки с очистителем, охладителем газа и др.—300 кг. Объем шахты—140 литров. Вес угля в шахте—25 кг. Подача воды—пар из испарителя.

Газогенераторы обратного процесса. Газогенераторы опрокинутого (обратного) процесса наиболее распространены. Преимущество их: гибкость процесса, простота загрузки топлива на ходу, отсутствие загруженного колокола, получение газа с малым содержанием смолы.

Газогенератор Рекс для древесного угля (Франция). Подача воздуха фурмами. Обмуровка—шамот. Вес газогенератора—200 кг. Вес загрузочного топлива—40 кг. Вес всей установки с очистителем и охладителем газа—450 кг. Объем шахты—200 л. Вес всей установки на 1 л. с. двигателя—10 кг; вес самого газогенератора на 1 л. с. двигателя—5 кг.

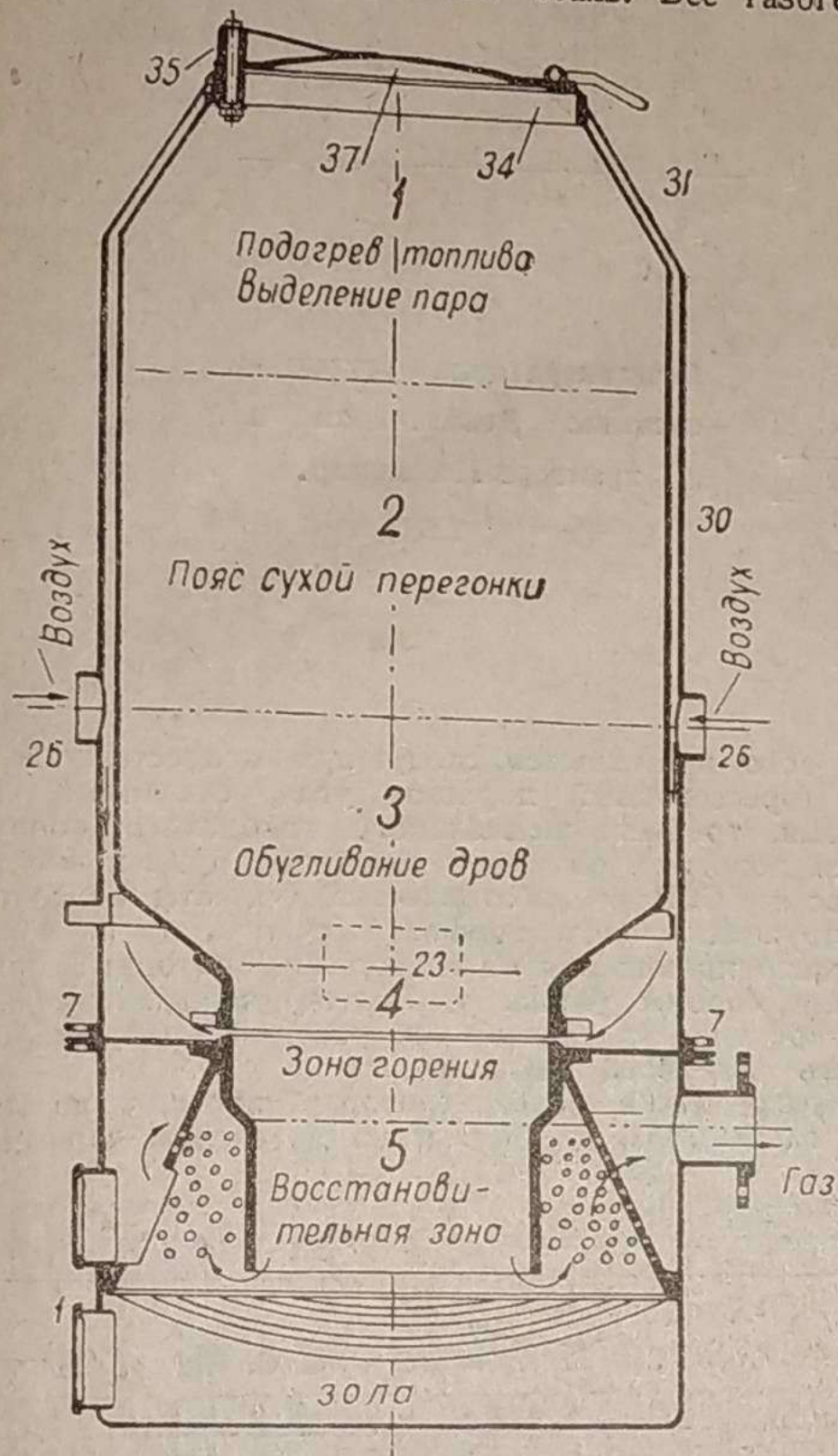
Газогенератор Рено для древесного угля (Франция). Подача воздуха—центральное сопло. Обмуровки нет; топливник—специальный жароупорный чугун. Вес загруженного топлива—30 кг.

Газогенератор Берлиэ для дров (Франция). Подача воздуха фурмами. Обмуровки нет; топливник—специальная сталь. Вес

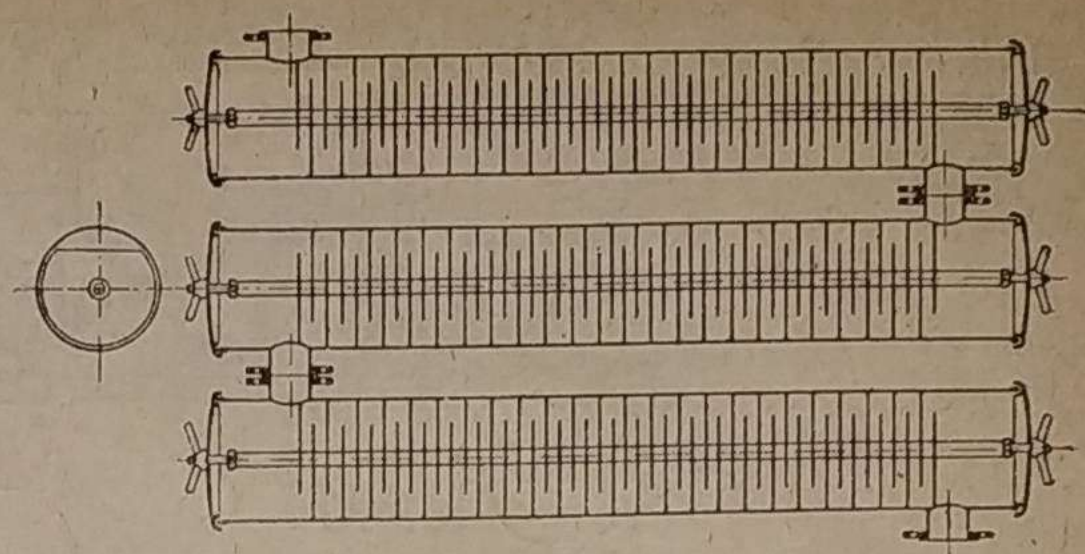
всей установки—450 кг, вес газогенератора—100 кг. Объем шахты—250 л. Вес загруженного топлива—65 кг. Вес установки на 1 л. с. двигателя—11 кг; вес газогенератора на 1 л. с. двигателя—0,5 кг.

Газогенератор Дейтц—для дров (Германия). Подача воздуха—фурмы. Обмуровки нет; топливник—сталь. Вес газогенератора 140 кг; вес всей установки—250 кг. Объем шахты 260 лит. Вес загруженного топлива—65 кг. Вес установки на 1 л. с. двигателя—6 кг; вес газогенератора на 1 л. с. двигателя—3,5 кг.

Газогенератор Дейтц—для дров (Германия). Подача воздуха—фурмы. Обмуровки нет. Топливник—сталь. Вес газогенератора



Газогенератор Декаленкова



Очиститель газа

150 кг. Вес всей установки—250 кг. Объем шахты 210 л. Вес загруженного топлива—60 кг. Вес установки на 1 л. с.—7,5 кг; вес газогенератора на 1 л. с. двигателя—3,7 кг.

Система С. И. Декаленкова («Пионер Д-6»). Топливо—дрова. Подача воздуха через щель. Обмуровки нет; топливник—чугун. Вес газогенератора—90 кг; вес всей установки 200 кг. Объем топлива 170 л. Вес загруженного топлива—50 кг. Вес на 1 л. с. двигателя всей установки—5 кг; вес газогенератора на 1 л. с. двигателя—4,5 кг.

Той же системы—«Пионер Д-8». Топливо—дрова. Подача воздуха через щель. Обмуровки нет; топливник—чугун. Вес газогенератора—220 кг; вес всей установки—400 кг. Объем шахты—400 л. Вес загруженного топлива—60 кг. Вес установки на 1 л. с. двигателя—8 кг; вес газогенератора на 1 л. с. двигателя—4,5 кг.

Той же системы—«Пионер Д-8». Топливо—дрова. Подача воздуха через щель. Обмуровки нет; топливник—чугун. Вес газогенератора 160 кг, вес всей установки—450 кг. Вес топлива, загруженного в газогенератор—75 кг. Объем шахты—450 л. Вес установки на 1 л. с. двигателя—8 кг; вес газогенератора на 1 л. с. двигателя—3,5 кг.

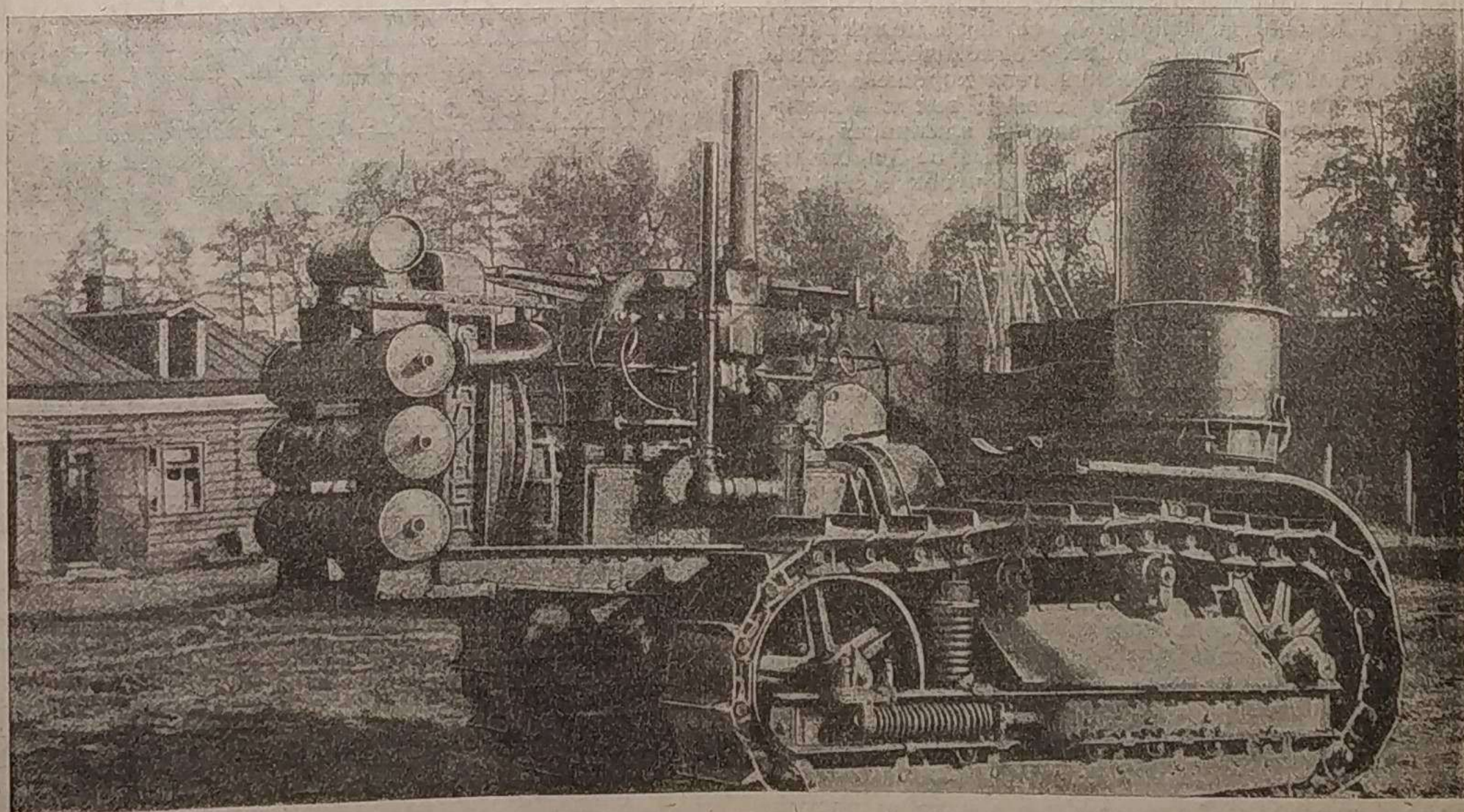
Газогенератор НТИ-3 для дров. Подача воздуха через фурмы. Обмуровки нет; топливник из стали. Вес газогенератора—200 кг. Объем шахты 170 л. Вес загруженного топлива—52 кг. Вес газогенератора на 1 л. с.—8,7 кг.

Газогенератор ОКБ-8 для дров (трактор Катерпиллер-60). Обмуровка—шамот. Вес газогенератора—500 кг; вес установки 60 кг; объем шахты—650 л. Вес топлива, загруженного в шахту—220 кг. Вес установки на 1 л. с. двигателя—14,3 кг.

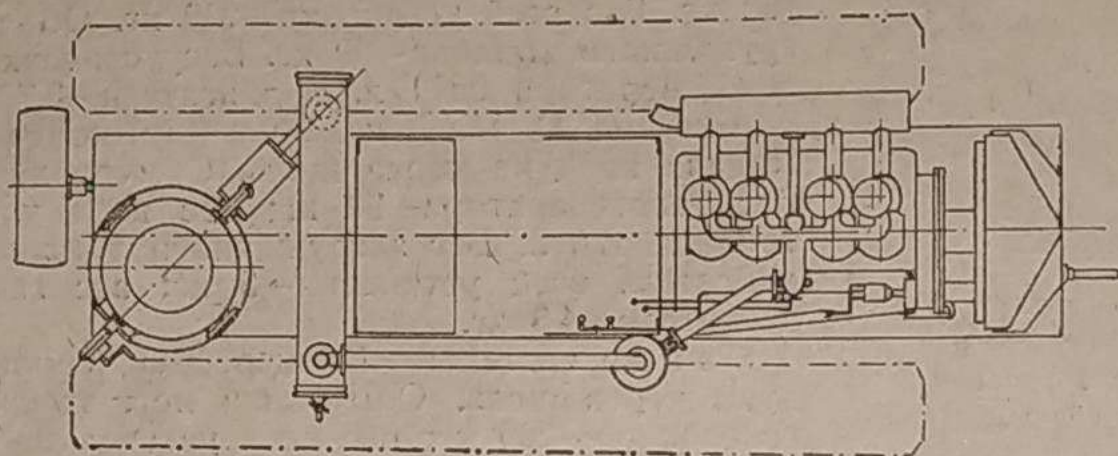
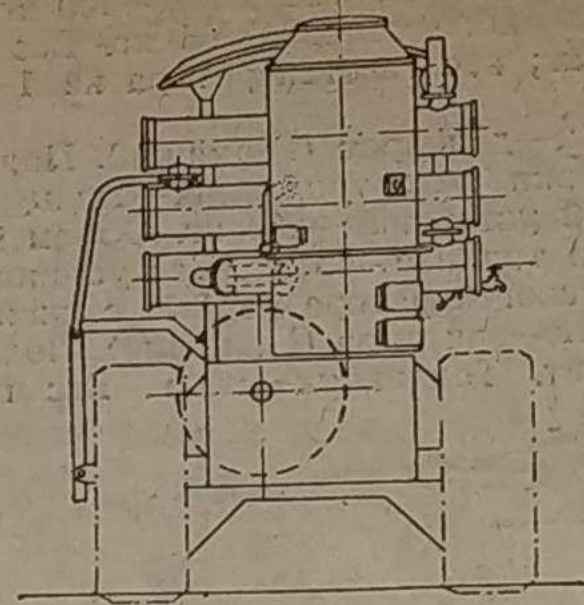
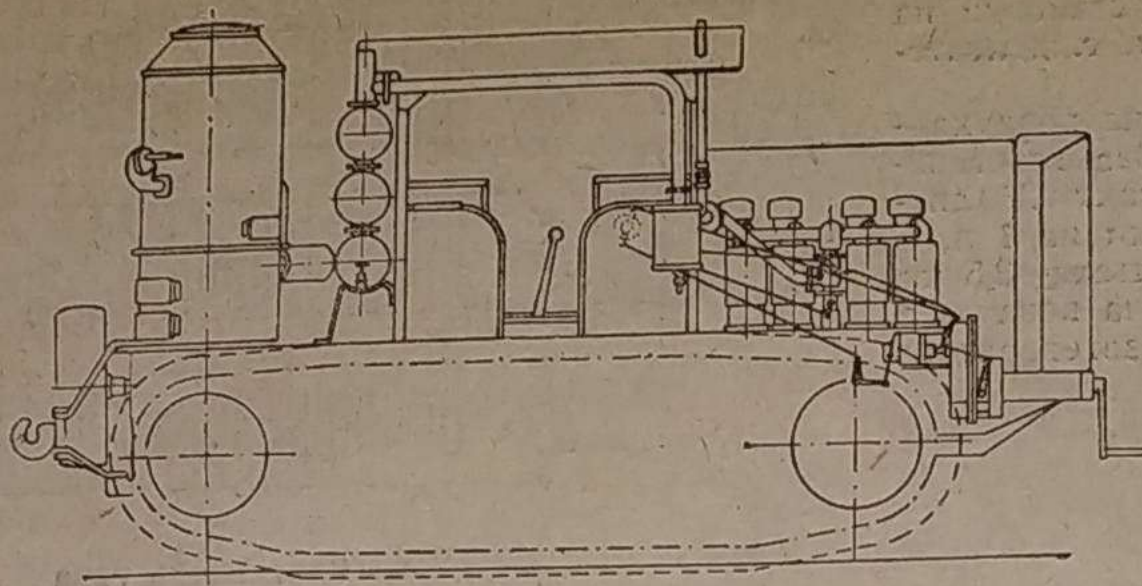
Виды топлива для газогенераторных установок

Почти все виды твердого горючего могут применяться для получения генераторного газа. Конструкция генератора все-же должна отвечать свойствам топлива, т. е. конструкция должна проектироваться всегда для определенного вида горючего.

Главные качества, предъявляемые к топливу, для транспортных газогенераторных установок:



Газогенераторная установка системы Декаленкова на тракторе ЧТЗ



Газогенераторная установка
системы Декаленкова на
тракторе Коммунар.

Минимальное количество золы (А). Присутствие золы (А) засоряет газогенератор, ухудшает процесс газификации; в случае же легкоплавкости золы происходит заливание колосников, при футеровках происходит ее разрушение.

Горючее должно быть бессернистым. Присутствие серы дает разрушение металлических частей газогенератора.

Горючее должно быть достаточно плотным и активным, чтобы запас занимал меньший объем (вписывание в габариты машины).

Состав и размер топлива должны быть однообразными; топливо должно быть удобным для перевозок и загрузок и по возможности беспыльным (удобство обслуживания).

Древесина как топливо для транспортных газогенераторов является наиболее пригодной. Древесное топливо может применяться в естественном виде или в переработанном обугленном виде, кончая выжженным углем.

Наиболее удобным топливом для подвижных газогенераторных установок следует признать твердые листовые породы: дуб, бук, береза. Далее: сосна, ель, ольха, осина. В общем и мягкие породы дают достаточно удовлетворительные результаты.

Свежесрубленное дерево имеет влажность, достигающую до 50%; при процессе газообразования газ получается неудовлетворительного состава и малой теплопроизводительности. При естественной сушке (1½—2 года) влажность древесины 20—25%; древесина естественной сушки в некоторых случаях может идти как топливо для газогенераторов, но все-же количество влаги следует признать большим для получения газа хорошего качества. Для получения газа хорошего качества и высокой калорийности лучшим топливом считается древесина влажности 15%.

Размер чурок должен обеспечивать непрерывное опускание топлива в бункере и шахте; большие размеры чурок вызывают образование сводиков; малый размер вызывает большие затраты на раздробление. Практически размер чурок 50 × 50 × 50 мм до 70 × 70 × 100 мм.

Газификация стандартных дров вызывает сложную форму бункера и шахты; загрузка затрудняется. О практичности и экономичности стандартных дров пока еще нет достаточных данных.

На основании теоретических подсчетов и экспериментальных наблюдений наилучшим древесным топливом для подвижных газогенераторов считается бурый уголь, получаемый из древесины путем сухой перегонки ее при температурах 275—300° Ц. Бурый уголь тверд, мало гигроскопичен, немарок и обладает высокой калорийностью (4500—5500 калорий).

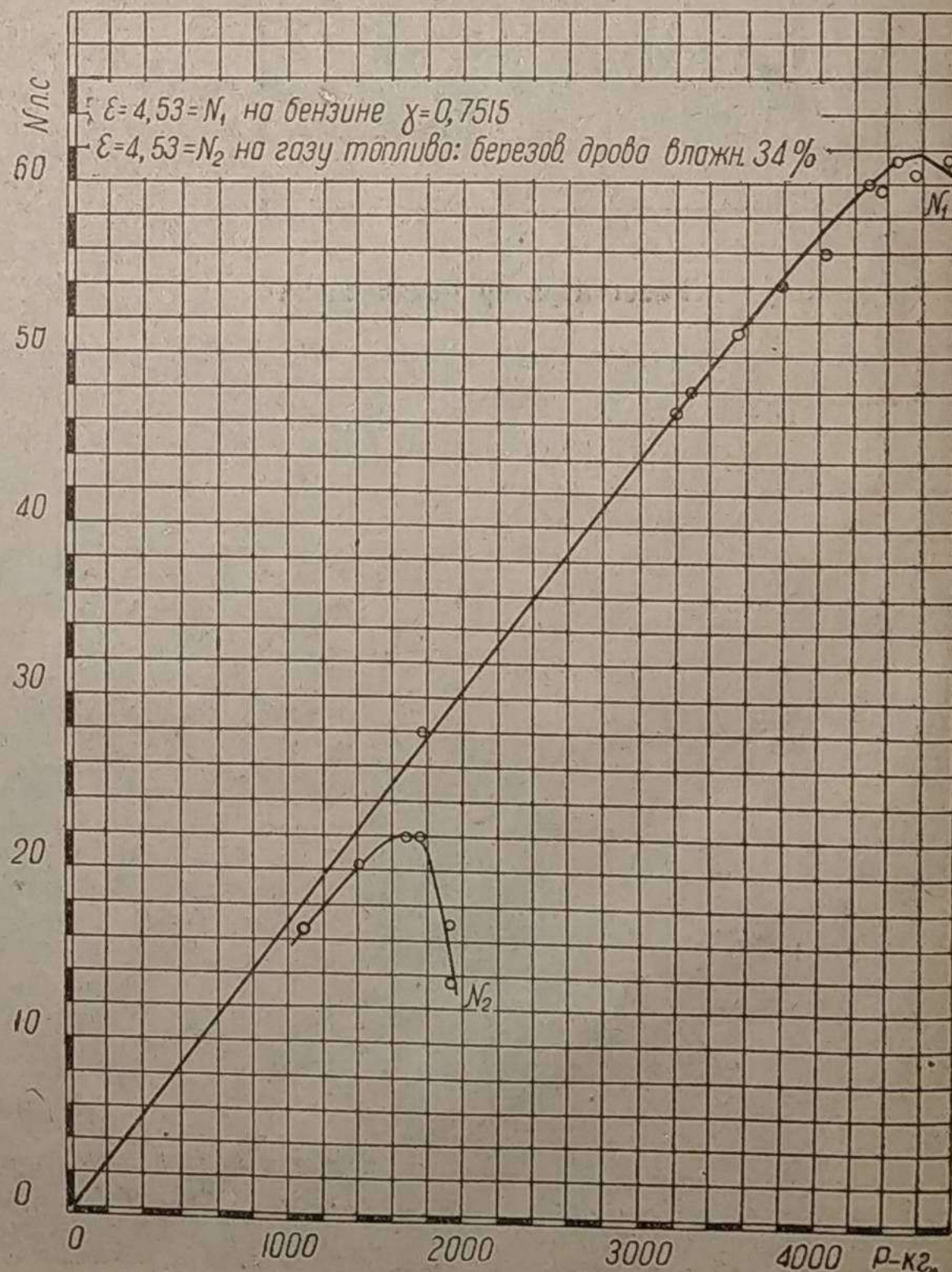
Практических данных по промышленному выжиганию бурого угля пока еще нет.

В районах, где углежжение поставлено прочно, может применяться древесный черный уголь как топливо для газогенераторных установок. Черный уголь мало приспособлен для дальних перевозок (большой объем, пылит и т. д.).

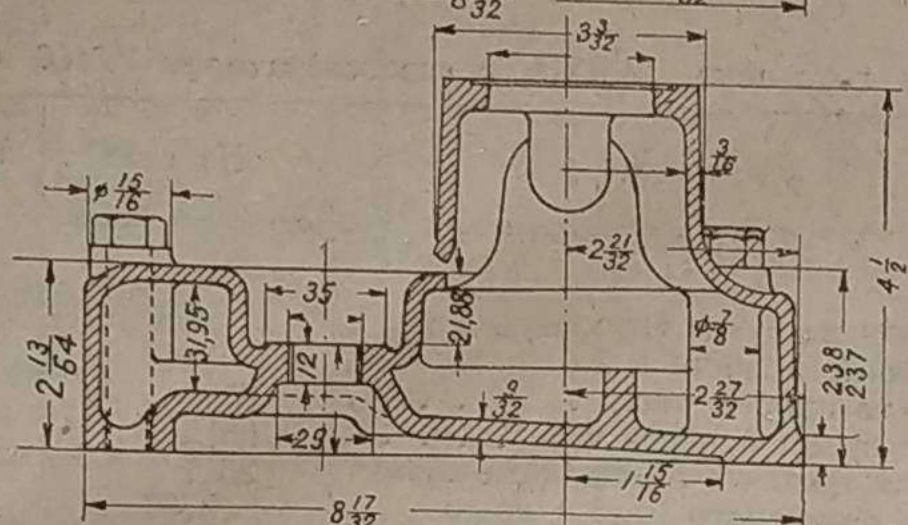
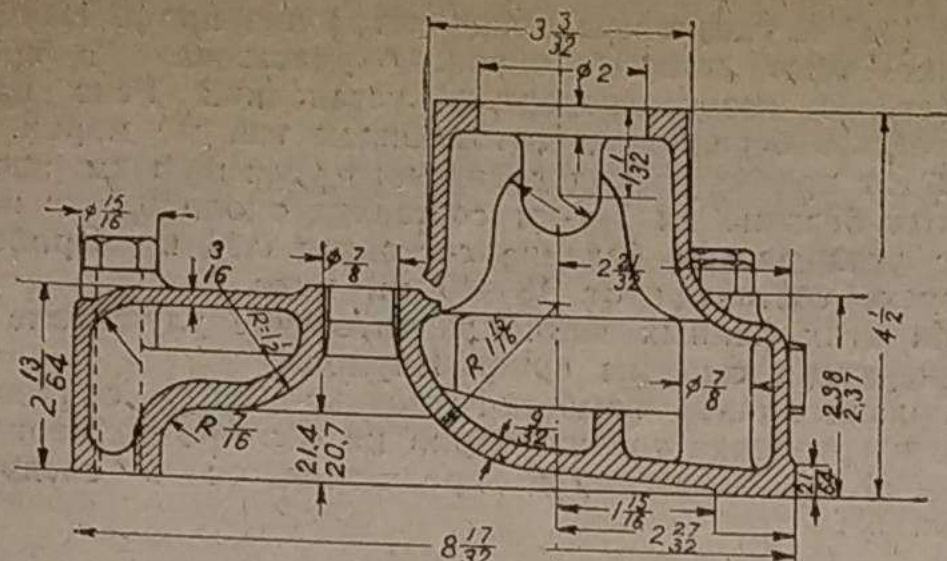
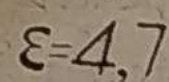
Высушенная древесина имеет следующие преимущества перед черным углем: а) температура в зоне горения при древесине в пределах 1200—2500° Ц, при угле 1300—1400° Ц, что отражается на сроке службы генератора; б) древесина удобна в эксплуатации, для перевозок, уголь пылит и марок; в) расход древесины менее, чем угля (при древесине на 1 л. с. около 2,5 кг сырого дерева, а при угле—4,5 кг сырого дерева).

Кроме того применяется следующее искусственное топливо: карбонит (прессованный порошок угля, связанный смолой и обожженный, требует специального заводского оборудования, получается дорогим), он имеет некоторое применение во Франции; у нас в СССР не изготавливается. Брикеты из соломы, древесных стружек, опилок, торфа, шелухи и т. п., пока у нас практического применения не имеют. Лабораторные опыты брикетирования соломы (Урал, т. Готов) показали возможность ее брикетирования (удельный вес равен 0,8—0,9; теплопроизводительность 4500—5500 калорий).

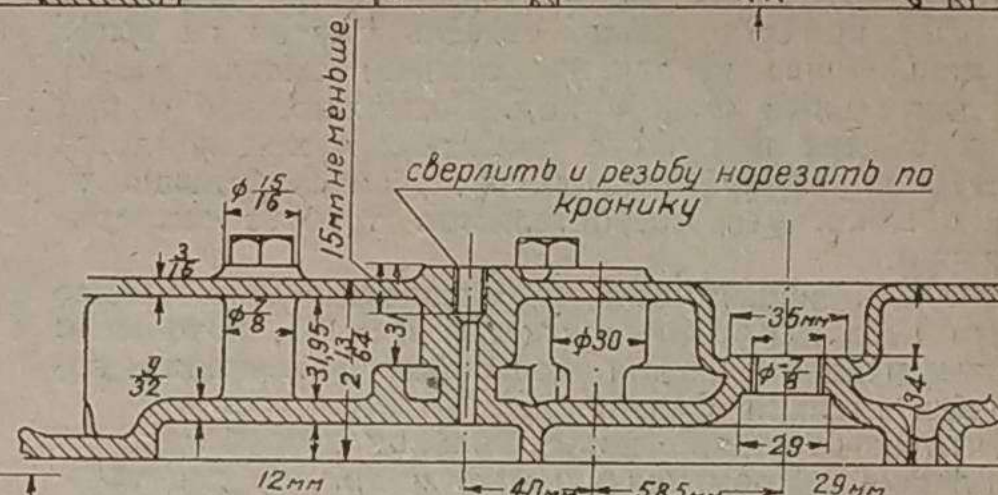
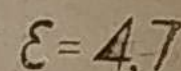
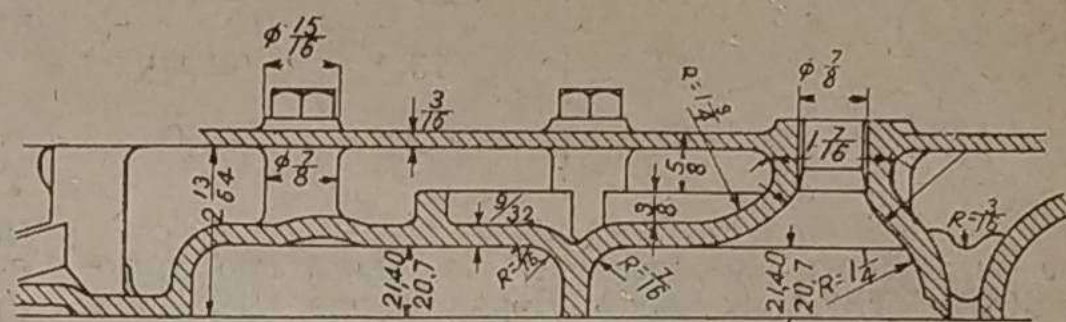
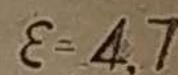
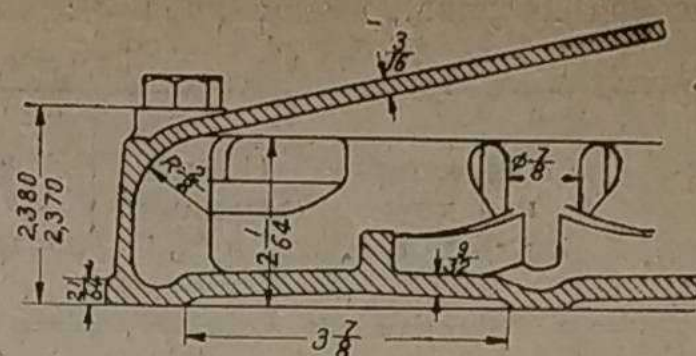
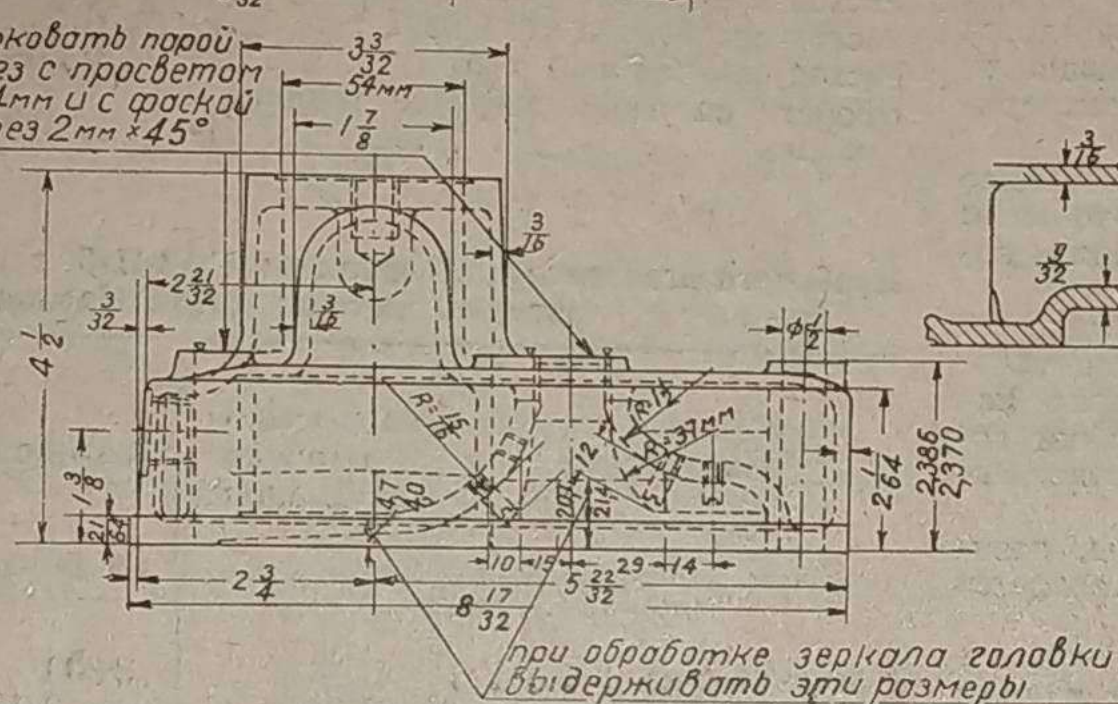
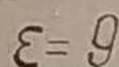
Практически ныне газогенераторы работают на древесных чурках с влажностью до 20% и на древесном черном угле.



Сравнительные сопоставления тяговой мощности трактора
Коммунар на бензине и газе



Бобышки процекают порой торцовых фрез с просветом между ними 54мм и с фаской на торцах фрез 2мм x 45°



Измененная головка для грузовика ЗИС

Состав газа и его калорийность

На основании лабораторных испытаний на конкурсе ЦС Автодора состав газа представляется в следующем виде:

Таблица 1

Газогенератор	Топливо	Состав газа по объему в %					
		CO ₂	O ₂	CO	H ₂	CH ₄	N ₂
НАТИ В-3 . . .	Березовые дрова	15,6	1,6	12,3	12,3	2,8	55,4
ОКБ-8	» »	11,5	1,3	14,9	15,1	2,4	54,8
Декаленкова . . .	» »	9,5	4,2	15,4	12,2	2,6	56,1
Наумова	Древесный уголь	5,2	0,5	28,6	2,1	2,3	16,3

Калорийность газа 1000—1000 кал/м³.

Приспособление стандартных автотракторных двигателей для работы на газе

Современные стандартные двигатели, поставленные на автомобилях и тракторах, предназначены для работы на жидком легком топливе (бензин, лигроин, керосин). Как известно, при переводе двигателя внутреннего сгорания с жидкого топлива на газообразное, происходит потеря мощности.

Наилучшим решением вопроса о сохранении мощности двигателя является создание специального газового двигателя. Производство их пока еще не налажено у нас в СССР, и для стандартного типа производятся лишь постройки опытных образцов таких двигателей Союздвигателем.

Производство специальных газовых автотракторных двигателей потребует переделки оборудования заводов и изменения

технологических процессов, на что рассчитывать в настоящее время не представляется возможным. В данный момент может быть поставлен вопрос о некоторых конструктивных изменениях в стандартном моторе для повышения мощности при переводе его на работу с жидкого топлива на газ.

Бензино-воздушная смесь имеет теплотворную способность около 800 кал. на 1 м³; газо-воздушная—около 530 на 1 м³.

Падение мощности при переводе с бензина на газ—в пределах 30—40% и более, что ведет к обесцениванию капиталовложений в автопарк и снижает производительность машин до 50%.

Для повышения мощности необходимо увеличение степени сжатия двигателя.

Для бензиновых двигателей степень сжатия в пределах 4—5,5; для керосиновых 3,5—4,2.

Для газовых двигателей степень сжатия может быть значительно повышена; практически ныне имеют степень сжатия 9, что ведет к повышению мощности двигателя при работе на газе.

При тепловом и механическом расчетах установлено, что мощность двигателя повышается с увеличением степени сжатия. Для двигателя ГАЗ (по данным ЦНИИМЭ—работа инженера Артамонова) имеем (табл. 2):

Таблица 2

Степень сжатия двигателя	Эффективная мощность двигателя в л. с.	Потеря в % от бензиновой мощ- ности (40 л. с.)
6	31,90	20,25
7	33,57	16,07
8	35,08	12,30
9	37,23	7,0

Для двигателя автомобиля ЗИС (АМО-3), по данным ЦНИМЭ (работы инженера Косцова), имеем (табл. 3):

Таблица 3

Степень сжатия двигателя E	Индикатор- ная мощ- ность в л. с.	Потеря мощности в %	Эффектив- ная мощ- ность в л. с.
5,5	30	47	25,5
6,0	32	40	27,0
7,0	40	28	34,0
8,0	48	13	41,0
9,0	57	2	48,0

Аналогичные же работы произведены по двигателю трактора «Сталинец-60» (ЧТЗ) инженером Друяном для ЦНИИМЭ. При расчетах была принята только степень сжатия не выше $E=9$, так как дальнейшее увеличение степени сжатия влечет за собой очень длительный пуск в ход. Возможно, что и при больших степенях сжатия при пуске двигателя в ход придется применять антидетонационную смесь (бензол, смесь бензина со спиртом и др.); обычно, это обстоятельство требует экспериментальной проверки.

В настоящее время практически применяются цилиндрические головки двигателя ГАЗ для степени сжатия $E=7\frac{1}{2}$, которые и являются экспериментальными для дальнейшего изучения вопроса о повышении степени сжатия.

В виду того, что изготовление новых головок потребовало бы много времени (увязка с промышленностью и др.), то для ускорения экспериментирования производится сейчас наварка камер сжатия на стандартных головках двигателя. С этими головками автомобили ГАЗ-АА работают в производственных условиях в Карелии и дают хорошие результаты.

По данным Мюнхенской высшей технической школы, зависимость мощности двигателя от степени сжатия представляется в следующем виде (табл. 4):

Таблица 4

Степень сжатия	5,17	6,89	8,89
Падение мощности двигателя	34,8—38,2%	29,5—30,8%	21,1—21,3%

Повышение степени сжатия может быть выполнено также путем переделки поршней двигателя, но этот способ рекомендовать не следует, так как он внесет путаницу при снабжении автомашин запасными частями (поршень—быстро изнашиваемая деталь) и кроме того при увеличенных размерах поршня нарушаются динамические расчеты двигателя.

Повышение мощности стандартного двигателя при работе на газе может быть достигнуто также путем увеличения живого времени сечения в системе газораспределения, наддува газа в цилиндры (повышение коэффициента наполнения) и увеличением диаметров цилиндров (увеличение рабочего объема).

Последние три способа, ввиду сложности и увеличения числа переделок в существующих стандартных двигателях, не получили практического применения.

Необходимо отметить, что переделка в существующих стандартных двигателях ныне производится нашими опытными учреждениями беспланово, единично и кустарно. Тяжелая промышленность в лице ГУТАП и НАТИ в эту работу не включилась. Работа по проектировке специального газового двигателя транспортного типа не ведется.

Сравнительные данные работы двигателей

Автомобили. Газогенераторная установка проф. Наумова на грузовике ГАЗ—1½ тонны.

Грузовик ГАЗ с установкой У-5 в 1933 г. совершил пробег Ленинград—Москва—Харьков—Ростов—Орджоникидзе—Тифлис, покрыв расстояние около 3000 км, из которых 1700 км шоссе и 1300 км грунтовой дороги, со средней технической скоростью 24,4 км/час и со средним расходом топлива (древесный уголь разного качества)—0,453 кг на 1 км пути или 0,35 кг на 1 т-км. Расход бензина на 1 т-км около 0,0127 кг и 0,036 кг на 1 кг угля на пуск. Пробег на одной загрузке топлива от 40 до 60 км пути.

Степень сжатия у двигателя $E=5,6$.

В 1928 г. газогенераторная установка проф. Наумова на грузовике Фиат (старый образец) участвовала в сравнительном пробеге с газогенераторной установкой Рекс на грузовике Самуа и с бензиновым автомобилем той же марки.

В тот пробег расход древесного угля на т-км равнялся 1,2 кг, расход бензина на 1 т-км составлял около 0,1 кг на т-км, а на 1 кг угля расход бензина составлял 0,08 кг. Пробег на одной загрузке составлял от 18—40 км пути.

Из этих данных видно значительное улучшение качеств газогенератора системы проф. Наумова.

Сравнительный пробег грузовика Самуа с газогенератором Рекс и грузовика той же марки на бензине по маршруту Ленинград—Москва—Ленинград представляется в следующем виде (табл. 5):

Таблица 5

Пробег грузовика САМУА с газогенератором РЕКС и на бензине

П а р а м е т р ы	На газе	На бензине
Полезная нагрузка грузовика в кг	3200	3250
Расстояние пробега в км	1448	1448
Время на пробег час.	87½	77½
Чистое время пробега час.	55½	48
Средняя техническая скорость км-час.	26,1	30,2
Расход древесного угля в кг-км	0,67	—
Расход древесного угля на 1 т-км	0,2	—
Расход бензина на 1 т-км	0,003	0,102
Пробег на одной загрузке топлива в км	30—70	150—200

Таблица 6

Пробег газогенераторной машины ГАЗ-Я-5 с угольным газогенератором системы проф. Карпова

Параметры	Газогенераторная автомашина	Бензиновая	Примечание
Нагрузка в кг	3300	3300	
Расход на 1 т-км угля кг	0,230	бенз. 0,134	
Средняя скорость км-час.	25,9	28,2	
Стоимость перевозки груза т-км/коп.	9,7	21	По московским ценам

Приводим данные о пробегах итальянских газогенераторных автомобилей (табл. 7).

Таблица 7

Итальянские газогенераторные автомобили

Автомобили	Топливо	Средняя нагрузка		Расход горючего относительно		Средняя скорость в км-час
		Полезная нагрузка т	Общая нагрузка т	Полезной нагрузки г/т-км	Общей нагрузки г/т-км	
СПА - 31—газогенератор Италии с пневматическими шинами	Древесн. уголь	5,13	9,79	94,3	49,4	25,6
Чейранс - 50 — газогенератор Дукс с пневматическими шинами	То же	5,41	10,47	121,0	62,5	22,5
Чейранс - 47 — газогенератор Дукс с пневматическими шинами	»	2,7	6,49	195,4	81,2	28,1
Форд - АА—газогенератор Дукс с пневматическими шинами	»	2,08	4,47	170,0	79,2	26,6
Фиат-18 — газогенератор Дукс со сплошными резиновыми шинами	»	3,77	8,48	181,0	80,8	21,1
Фиат-18 — газогенератор Дукс со сплошными резиновыми шинами	Дрова	3,29	7,88	490,0	205	19,4

Крайне интересны данные — результаты опытной эксплуатации грузовика МАН на участке Мюнхен—Урфельд (Германия) (табл. 8).

Пробег грузовика МАН

Таблица 8

Топливо	Смесь бензола и бензина	Смесь из: 60% березы, 20% ели, 20% сосны, влажностью 14—16%
Общий вес грузовика с полезным грузом в кг	6 790	7 300
Полезная нагрузка в кг	3 420	3 200
Длина пробега в км	156	149
Расход топлива на 100 км в кг	33,0	64,5
Средняя скорость в км/час	31	29,3
Процент падения нагрузки	0	6,5
Процент падения скорости на всем участке	0	5,5
Процент понижения перевоз. способности	0	11,3
Степень сжатия газа	—	9

Экономика газогенераторных автомобилей

На основании опытных данных в нормальных условиях работы газогенераторной машины 1 л жидкого горючего может быть заменен в среднем: 1 кг карбонита (пресс. уголь), 1,25 кг древесного угля, 2 кг древесных чурок.

Готовность газогенераторной машины на основании имеющейся практики следует считать равнозначной с машиной на жидком топливе.

В виду уменьшения полезной грузовой площади дополнительного веса от газогенератора (в среднем 200—400 кг) следует признать падение грузоподъемности газогенераторной машины в зависимости от тоннажа в пределах 5—10%.

В виду того, что автомобильный двигатель развивает полную мощность только в редких случаях (крутые подъемы, тяжелые участки пути), падение мощности двигателя при переводе с жидкого горючего на газ большого влияния на уменьшение средней скорости в нормальных условиях не имеет (в пределах 5%). Большое значение имеет преодоление подъемов.

На основании опытов следует считать, что при нормальной для бензина степени сжатия (4—4,3) газогенераторный автомобиль на подъемах в 5% теряет свою мощность до 50%. При двигателях с повышенной степенью сжатия этот недостаток сглаживается; так например, при двигателе со степенью сжатия $E=8$ (МАН—опыты в Германии) грузовик сравнительно с бензиновым мог брать подъем (табл. 9):

Таблица 9

Скорость	На бензине в %	На газе в %
4	до 6	до 4
3	» 9	» 7
2	» 15	» 12
1	свыше 14	свыше 12

Таким образом для газогенераторных машин необходимо при переводе на газ серьезно приспособить моторную группу, чтобы обеспечить мощность двигателя для взятия подъемов в пути без значительного изменения средней скорости. Для тракторов это положение в значительной степени усиливается, ввиду того, что средний процент использования его мощности больше, чем у автомобиля, что видно из таблицы 10.

Таблица 10

Тяговая мощность и усилия тракторов и мощность двигателя на бензине и на газе

Установка-трактор	Тяговая мощность		Потери в %		Полная мощность		Потеря в % мощности двигателя
	На бензине	На газе	Тяг. мощность	Тяг. усилие	На бензине	На газе	
НАТИ В-3—«Коммунар»	63,7	24,9	60,9	59,8	91,7	42,4	53,8
ОКБ-8—Катерпиллер норм. степ. сжатия $C=3,69$	55,1	27,3	50,4	52,2	79,1	44,8	44,0
ОКБ-8—Катерпиллер увел. степень сжатия $C=5,69$	55,1	34,6	37,2	38,8	79,1	53,4	32,5
Наумов—«Коммунар»	63,7	26,1	59,0	53,8	91,7	42,9	53,3
Декаленков—«Коммунар»	61,2	22,2	63,7	60,8	87,7	37,6	57,0

Главные причины падения мощности: недостаточная для работы на газе степень сжатия бензиновых моторов, для «Коммунара» $E=4,35$; для «Катерпиллера» $E=3,69$.

При установке ОКБ-8—Катерпиллер с двигателем с увеличенной степенью сжатия $E=5,69$ получены значительно меньшие потери мощности двигателя и тягового усилия.

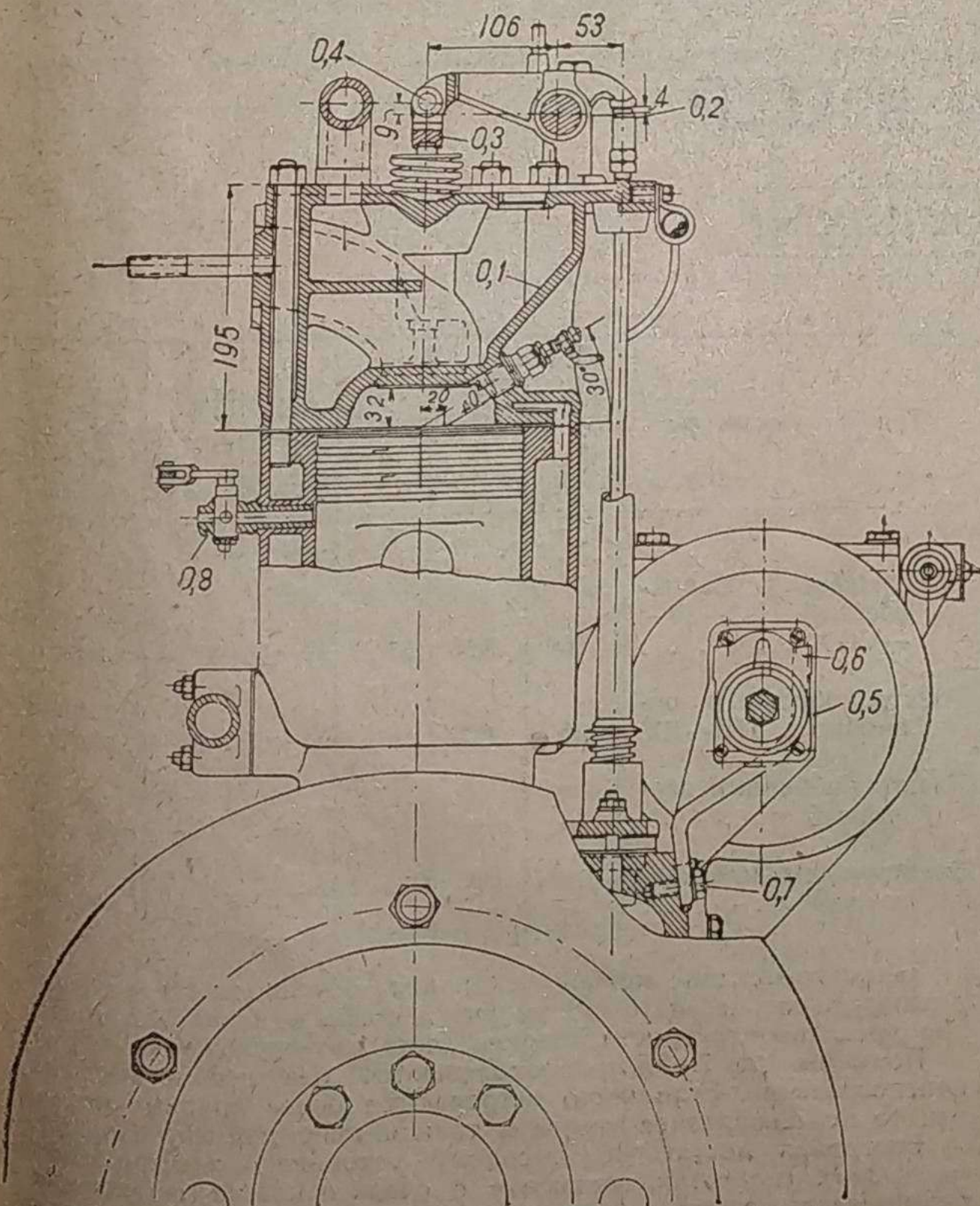
Расход топлива

На тракторе «Коммунар» с газогенератором НАТИ В-3 при дровах получены следующие данные:

Расход дров на 1 час рядовой работы	64 кг
» » » 1 » л.с./ч. на крюке	3,17 »
» » » 1 км пути	17,2 »
Средний расход бензина на пуск	5,4 »
» » » на 1 час	2,3 »
» » » на 1 км с грузом	0,6 »
Расход смазки (автол Т) на 1 час работы	1,7 »

При рядовой работе на конкурсе ЦС Автотора газогенератора «Д-7» на тракторе «Коммунар» 3-90 получены следующие данные о расходе топлива и смазки:

Расход дров на 1 час рядовой работы	65,7 »
» » на 1 л.с./ч. на крюке	3,89 »
» » на 1 км пути с грузом	1,40 »
» бензина на пуск двигателя в среднем	4,64 »
» » на 1 час рядовой работы	1,94 »
» смазки (автол Т) на 1 час работы	0,82 »



Изменяемая головка для двигателя трактора ЧТЗ.

При работе на газе эксплуатация машин отлична от эксплуатации машин, работающих на жидком горючем. Это отличие заключается в необходимости заготавливать топливо на месте и организовать склады для топлива вдоль трассы. В среднем на 10-часовой рабочий день для машины с двигателем 50—60 л. с. необходимо 500—600 кг древесного топлива.

Возить с собой такое количество топлива неудобно, вследствие необходимости прицеплять или специальную прицепку—тендер, или насыпать топливо в мешки (до 30 штук), которые должны следовать за машиной.

Одним из решений вопроса является организация специальных промежуточных складов топлива, расположенных на определенных интервалах. В связи с этим положением график движения безусловно будет отличен от машин, работающих на жидком топливе.

Подготовка топлива—одна из серьезнейших работ; от правильно заготовленного топлива зависит производительность машин. Рекомендуются производить заготовку древесного топлива из сухостойной древесины; для заготовки топлива могут быть использованы отходы древесины: горбыли, рейки, щепы, крупные сучья и т. п. Для удешевления и более быстрой заготовки топлива необходимо применять механизацию: пилы, механические дробилки и т. п. Дробильные станки мощностью 5—7 л. с. дают около 8 куб. м чурок в час. При влажном топливе необходимо производить просушку топлива.

Безусловно база и склады должны быть оборудованы сушильными печами. В районах, где углежжение поставлено прочно, уголь может применяться для газогенераторных установок, но черный уголь мало приспособлен для перевозок.

Монтаж газогенераторных установок

В СССР до сих пор не налажено производство газогенераторных автомашин, и поэтому на первое время базы должны будут сами монтировать газогенераторные установки на машине. Для монтажа не требуется специального оборудования (при условии присылки крепежных деталей на места). Время на монтаж от 4 до 5 дней при 3—4 человеках (механик и 2—3 слесаря).

Производство газогенераторов, переделка двигателей для работы на газе должны быть сосредоточены в центре. Базы на местах с этим делом справиться сами не могут. Безусловно это дело наиболее успешно может выполнить НКТП, но на первое время, ввиду отсутствия еще стандартного типа газогенератора, производство их конечно должны организовать сами потребители (Наркомлес, Союззолото и др.). По своей конструкции газогенераторы просты, не требуют специальных материалов (за исключением топливника-очага).

Моторная группа безусловно должна быть разработана и изготовлена ГУТАПом, так как все начинания в этом отношении кустарного порядка не дадут положительных результатов.

Для правильной и бесперебойной работы газогенераторных баз необходимо иметь квалифицированные, знакомые с газогенератором, кадры механиков и водителей. Водитель, знающий бензиновые машины, должен быть доквалифицирован до работы на газогенераторных машинах на краткосрочных курсах.

Районы применения и потребители.

Главнейшим потребителем газогенераторных транспортных установок является лесная промышленность.

Удаленность лесозаготовок от ж.-д. станций и источников добычи нефтепродуктов создают большие затруднения даже и в настоящее время в снабжении бензином автотранспортного парка лесной промышленности. Переброска жидкого топлива в лесные районы—очень трудная задача за отсутствием соответствующего транспортного парка (механического и гужевого).

Между тем, в местах лесозаготовок имеются громадные запасы твердого горючего, которые не используются.

Таковыми районами надо считать Карелию, Сев. край, Урал и другие районы. Главными машинами, которые могут найти применение здесь, являются: тракторы ЧТЗ, грузовики ЗИС, ГАЗ и Я-3.

Другими большими потребителями являются Главзолото НКТП—Сибирь, Востоксталь НКТП—Урал; машины для них—тракторы ЧТЗ и грузовики ГАЗ, ЗИС и Я-3. Эти организации не обеспечены жидким топливом.

Заинтересованы в организации снабжения своего автотранспорта газогенераторами и коммунальный транспорт (автобусы), кооперация, почта, подъездные пути, заводский транспорт (мотовозы).

Электрический автомобиль и перспективы его применения в СССР

Инж. Ю. М. ГАЛКИН

Электромобиль (аккумуляторный автомобиль) начал развиваться и совершенствоваться параллельно с бензиновым автомобилем. Специфические особенности электромобиля и рентабельность его эксплуатации в известных условиях впервые учли в Америке, где с 1908—1910 гг. началась коммерческая эксплуатация грузовых электромобилей, возрастающая с каждым годом.

После мировой войны интерес к электромобилям, обусловленный вздорожанием бензина и удешевлением энергии, сильно оживился и в Европе. В настоящее время грузовой электромобиль занял устойчивое положение в ряде специальных областей и имеет тенденцию к дальнейшему распространению.

Современные тяговые аккумуляторы выполняются четырех различных типов. Для электромобилей применяются свинцовые решетчатые—вес 40 кг на квтч., свинцовые панцирные—60 кг на квтч. и щелочные—40 кг на квтч. Последние два типа, несмотря на большую первоначальную стоимость, обходятся в эксплуатации дешевле, почему их следует предпочесть.

Предварительные данные по характеристике электромобильных аккумуляторов и их стоимости, показаны в таблице 1.

Современные электромобили имеют малую скорость,—не выше 20—30 км/час, и малый пробег—на одну зарядку не выше 50—100 км (в зависимости от грузоподъемности).

Эти цифры лимитируются аккумуляторной батареей, без облегчения которой повысить одновременно скорость и пробег на одну зарядку невозможно. По техническим и экономическим соображениям вес батареи ограничивается пределами от 25 до 35% общего веса электромобиля, что и определяет приведенные выше цифры скорости и пробега. Для увеличения пробега или для удешевления батареи иногда применяется частичная подзарядка или смена батарей в середине рабочего дня.

Ускорение в начале разгона достигает 1 м/сек.², в середине уменьшается до 0,4—0,5 м/сек.² и по мере приближения к максимальной скорости—очень быстро падает до нуля.

Таблица 1

Тип аккумулятора	Емкость		Вес кг	Цена р. к.	Стоим. 1 квтч. емкости р. к.	Примечание
	Амп.-час	Ватт-час				
Электровозный поверхностный ГО—39—VIII	168	336	31,8	59—40	177—	Цена продажная
Электромобильный решетчатый ТП—XV	300	600	26	54—60	91—	Цена плановая
Электромобильный панцирный	—	—	—	—	177—	Ориентировочно
Электромобильный щелочный	—	—	—	—	273—	

Такое протекание кривой ускорения обуславливает хороший разгон до скоростей 16—18 км/час. и очень медленное достижение предельной скорости (цифры даны для грузовиков 4—5 т).

Подъемы до 7—8% преодолеваются без вспомогательных приспособлений. Если часто встречаются более крупные подъемы, то целесообразнее ввести в трансмиссию демультипликатор.

Благодаря достаточно высокому ускорению электромобиля на низких скоростях, движение с очень частыми остановками (до 10 на километр) сопровождается не слишком большим падением средней скорости (с 24 до 13 км/час), а также умеренным

Генераторный газ из антрацита, как топливо для автомашин

Инж. Б. П. ПРОЩАКОВ

Наиболее значительными потребителями топлива являются железнодорожный и автомобильный транспорт, и поэтому рациональное и экономное расходование ими топлива имеет особенное значение.

Паровозы имеют экономический коэффициент полезного действия 6—7%, электровозы 9—11%, тепловозы и автомобили хотя и имеют экономический к. п. д. 24—35%, но работают на нефти и ее погонях. Последнее время получает применение наиболее старый из двигателей внутреннего сгорания—газовый двигатель с неотъемлемой частью—газогенератором с полным экономическим коэффициентом полезного действия в 18—22% на любом твердом топливе.

Таким образом, газогенераторный двигатель в три раза экономичнее паровоза, в два раза экономичнее электровоза, не отстает от бензиновых двигателей и уступает только дизелям, но зато использует более низкосортное топливо, запасы которого весьма значительны.

Приведенные цифры экономических коэффициентов полезного действия достаточно ярко говорят в пользу газогенераторов для транспортных двигателей. Оценка топлива в настоящее время производится по теплотворной способности в кал/кг для твердых и жидких и в кал/м³ для газообразных топлив.

Таблица 1

Наименование топлива	$Q_{раб}$	Примечание
Твердое топливо		
Антрацит (донецк)	6 500 кал/кг	Среднее значение
Каменный уголь	6 500 кал/кг	" "
Кокс	6 400 "	" "
Древесный уголь	6 500 "	" "
Дрова	2 950 "	" "
Жидкое топливо		
Нефть	10 500 "	" "
Керосин	10 500 "	" "
Бензин	10 400 "	" "
Спирт	5 700 "	" "
Водород	2 580 кал/м³	" "
Метан	8 055 "	" "
Пропан	20 230 "	" "
Бутан	26 400 "	" "
Естественный газ	8 900 "	" "
Генераторный газ	1 200 "	" "
Окись углерода	3 030 "	" "

К оценке топлива необходимо подходить иначе, а равно надо несколько изменить определение тепловых качеств топлива. Принятые выражения „высококалорийные“ или „богатые“ топлива часто не характеризуют качество топлива.

При сжигании топлива мы преследуем задачи получения тепловой энергии для перевода ее в механическую работу или непосредственно, как в двигателях внутреннего сгорания, или путем передачи тепловой энергии предварительно какому-либо другому рабочему телу—обыкновенно водяному пару. В обоих случаях теплоносителем является сначала топливо-воздушная смесь, а затем—теплосодержащие продукты сгорания.

Возьмем высококалорийное и ценное топливо—бензин с низшей теплотворной способностью $Q_{раб} = 10.400$ кал/кг, богатый газ бутан с $Q_{раб} = 26.400$ кал/м³ и бедный газ—окись углерода с $Q_{раб} = 2.840$ кал/м³ и сравним их между собою, как теплоносители по топливоздушной смеси.

$$H_{раб} = \frac{Q_{раб}}{V_{топ} + V_{воз}} \text{ кал/м}^3, \text{ по теплосодержанию}$$

$$I_{прод. гор.} = \frac{Q_{раб}}{V_{прод. гор.}} \text{ кал/м}^3,$$

где $V_{топ}$, $Q_{воз}$ и $I_{прод. гор.}$ —объемы топлива, теоретически необходимого количества воздуха и продуктов горения в кубических метрах. Получим для бензина:

$$H_{раб} = 840 \text{ кал/м}^3, \\ I = 743 \text{ кал/м}^3;$$

для бутана:

$$H_{раб} = 825 \text{ кал/м}^3, \\ I = 785 \text{ кал/м}^3;$$

для окиси углерода:

$$H_{раб} = 895 \text{ кал/м}^3, \\ I = 1050 \text{ кал/м}^3.$$

Этих цифр уже достаточно, чтобы усомниться в том, что слово „богатый газ“ или „высококалорийное топливо“ действительно говорит нам обо всем для оценки топлива; „бедный газ“ может быть в некоторых отношениях ценнее богатого и может превосходить высококалорийное топливо.

В топках паровых котлов, а в особенности в двигателях внутреннего сгорания, для сгорания топлива воздушной смеси отводится определенный объем, следовательно необходимо, чтобы дробь

$$\frac{Q_{раб}}{V_{топ} + V_{воз}} = H_{раб}$$

была как можно больше. Чем больше будет эта дробь, тем при прочих равных условиях будет мощнее двигатель внутреннего сгорания, тем компактнее, а следовательно и дешевле будет котельная установка. Чем выше теплосодержание продуктов сгорания, тем выше температуры горения, тем выше термический к. п. д. установки.

В отношении транспортабельности необходимо, чтобы в одном кубическом метре топлива содержалось наибольшее количество тепла в потенциальной форме при несложной таре. Дешевизна топлива должна приниматься во внимание наравне с остальными качествами топлива.

Теплотворная способность тепловоздушной смеси— $H_{раб}$, теплосодержание— I , максимальная теоретическая температура горения и количество калорий, заключающихся в одном килограмме и одном кубическом метре топлива, представлены для применяемых видов топлива следующей таблицей (табл. 2, стр. 10).

Рассмотрение этой таблицы приводит к заключению, что теплотворная способность в калориях на килограмм для различных топлив колеблется в пределах от максимума 29070 кал/кг для водорода и до минимума 1075 кал/кг для генераторного газа, теплотворная способность в кал/м³ от 9450000 для нефти до 1182 кал/м³ для генераторного газа. Теплотворная же способность топливо-воздушной смеси колеблется сравнительно в небольших пределах; то же относится и к теплосодержанию продуктов горения.

Максимальная температура горения колеблется в пределах 2450—2550° С.

Максимальные значения теплотворной способности топливоздушной смеси, теплосодержание и максимальная температура не совпадают ни с одним максимумом принятого измерения теплотворной способности топлив.

Неопределенность оценки топлива по теплотворной способности одного килограмма или кубометра топлива зафиксирована применением „коэффициента доброкачественности топлива“, представляющего численное значение из следующего выражения:

$$Z = Q_{раб} T_{max} \cdot 10^{-6}$$

$Q_{раб}$ —теплотворная способность (низшая) в кал/кг или кал/м³, T_{max} —максимальная теоретическая температура горения.

Этот коэффициент дает возможность расположить все топлива в порядке их ценности (концентрированности тепловой энергии), но не учитывает транспортабельности топлива, весьма важного фактора для топлива. Расположение топлив по этому коэффициенту приводится в следующей таблице (табл. 3, стр. 10).

Величина, определяющая количество калорий в одном м³ для всех видов топлива, в отличие от других величин, определяющих качества топлива, часто сильно изменяется при переходе от одного топлива к другому, и равных, хотя бы приблизительно, величин для различных топлив не имеется. Величина эта зависит как от теплотворной способности топлива в кал/кг, так и от удельного веса топлива и определяет собою концентрацию тепловой энергии в единице объема. Для транспорта топлива концентрация тепловой энергии в нем имеет первостепенную роль, а тем более при применении топлив в транспортирующих двигателях. Если мы примем за концентрацию тепловой энергии определяющее количество калорий, заключенных в одном литре топлива, то величина $Q_{раб}$ в таблице 2 уменьшится в 1000 раз и будет таким образом характеризовать концентрацию тепловой энергии.

Транспортировать газы при нормальных условиях не рентабельно, а лучше или их обратить в жидкость или сжать до высоких давлений. Обратив в жидкость при нормальных температурах не все газы возможно, и сомнительно, рентабельно ли будет транспортировать под высоким давлением те или иные горячие газы.

В отношении генераторного газа, получаемого на транспортных газогенераторах, надо прийти к заключению, что генераторный газ уже сконцентрирован в самом топливе в твердом виде перед его

Таблица 2

Наименование топлива	Удельный вес топлива $\gamma \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$	Низшая теплотворная способность топлива $Q_{\text{раб}} \text{ кал/кг}$	Низшая теплотворная способность топлива $Q'_{\text{раб}} \frac{\text{кал}^*)}{\text{м}^3}$	Низшая теплотворная способность воздушной смеси $H_{\text{раб}} = \frac{Q_{\text{раб}}}{V_{\text{топ}} + V_{\text{воз}}} \frac{\text{кал}}{\text{м}^3}$	Теплосодержание продуктов горения $I = \frac{Q_{\text{раб}}}{V_{\text{сг. газ}}} \frac{\text{кал}}{\text{м}^3}$	Жаропроизводительность топлива (максимальная температура горения) $t_{\text{макс}} ^\circ\text{C}$
Водород	0,09	29 070	2 580	795	899	1 970
Метан	0,72	11 100	8 055	745	830	1 830
Пропан (газ)	1,87	11 200	20 230	850	775	1 800
Пропан (жидк.)	509	11 200	5 680 000	850	785	1 800
Бутан (газ)	2,4	10 200	26 400	840	785	1 800
Бутан (жидк.)	576	10 200	5 870 000	840	840	1 830
Естеств. газ	0,9	9 850	8 900	840	1040	2 270
Ацетилен	1,18	12 360	1 290	975	900	1 865
Бензин	700	10 400	7 480 000	840	900	1 925
Керосин	830	10 500	8 800 000	820	585	2 030
Нефть	900	10 500	9 450 000	900	720	1 760
Спирт	820	5 700	4 690 000	935	900	2 450
Антрацит (АС насыпн)	900	6 500	5 900 000	900	690	2 070
Дрова (смесь)	400	2 950	1 180 000	890	870	2 020
Древесный уголь	200	6 500	1 400 000	890	880	2 000
Кокс	300	6 400	1 920 000	710	1050	2 030
Окись углерода	1,25	2 420	3 020	895		
Генераторный газ (средний состав)	1,1	1 075	1 182	590	550	1 050

$$*) Q'_{\text{раб}} \frac{\text{кал}}{\text{м}^3} = Q_{\text{раб}} \frac{\text{кал}}{\text{кг}} \gamma \frac{\text{кг}}{\text{м}^3}$$

Таблица 3

Наименование топлива	Порядок расположения по Z	$Q_{\text{раб}}$ в $\frac{\text{кал}}{\text{кг}}$ или $\frac{\text{кал}}{\text{м}^3}$	$Z = Q_{\text{раб}} \cdot 10^{-6}$
Бутан	1	26 400	47,5
Пропан	2	20 230	36,4
Ацетилен	3	12 900	29,2
Нефть	4	10 500	21,3
Керосин	5	10 500	20,3
Бензин	6	10 400	19
Метан	7	8 055	14,3
Древесный уголь		6 500	
Антрацит	8	6 550	16,0
Кокс	9	6 400	12,8
Спирт	10	5 700	10
Дрова	11	2 950	8
Окись углерода	12	3 030	6,15
Водород	13	2 580	5,1
Генераторн. газ	14	1 200	1,86

газификацией и что в момент его потребления он переходит из твердого в газообразное состояние, и следовательно концентрация тепловой энергии для генераторных газов найдется из формулы:

$$\omega_{\text{ген. газа}} = Q_{\text{раб}} \text{ кал/м}^3 \eta_{\text{ген}} \cdot 10^{-8},$$

где $Q_{\text{раб}}$ —теплотворная способность твердого топлива в кал/м³, $\eta_{\text{ген}}$ —к. п. д. газогенератора, который в среднем может быть принят равным 0,75.

Расположение топлив по предлагаемому коэффициенту концентрации топлива приведено в табл. 4.

Если учитывать теплосодержание сгораемых газов, теплотворную способность топливовоздушной смеси и жаропроизводительность топлива, то коэффициент концентрации топлива нужно умножить на

величину $\frac{H_{\text{раб}}}{840}$, где 840 есть теплотворная способность бензино-воздушной смеси **).

**) Теплотенность бензина принимается за единицу по теплотворной способности топливовоздушной смеси.

Таблица 4

Наименование топлива	Коэффициент концентрации топлива $\omega = Q'_{\text{раб}} \cdot 10^{-3} \frac{\text{кал.}}{\text{нл.}}$
Нефть	9 450
Керосин	8 800
Бензин	7 480
Антрацит(АМ и АС) } Каменн. уголь }	5 900
Бутан (жидк.)	5 870
Пропан (жидк.)	5 680
Спирт	4 690
Генер. газ антрацита и каменн. угля	4 430
Кокс	1 920
Генер. газ кокса	1 440
Древесный уголь	1 400
Дрова (смесь)	1 180
Генер. газ древесн. угля	1 050
Генер. газ дров	884
Бутан (газ)	26,4
Пропан (газ)	20,2
Ацетилен	12,9
Естественный газ	9,7
Метан	8,05
Окись углерода	3,03
Водород	2,58

Так как топливо-воздушная смесь, хотя и приблизительно, уже определяет теплосодержание и максимальную температуру горения, то можно остановиться на этом коэффициенте, который, как показывает таблица 5, не особенно меняет места топлив против таблицы 4.

Из приведенных данных в таблице 4 заключаем, что самый рентабельный вид топлива — нефть; генераторный газ из антрацита по концентрации тепловой энергии ближе подходит к таким богатым топливам, как пропан, бутан и спирт. Таким образом, единственным серьезным конкурентом для применения генераторного газа из антрацита и каменных углей является спирт.

Учитывая же простоту добычи, по сравнению со спиртом, и мировые запасы, генераторный газ из антрацита и каменных углей становится на первое место, далеко превосходя, по концентрации тепловой энергии, генераторные газы из дров, кокса и древесного угля. Возможным конкурентом для генераторного газа из антрацита является жидкий уголь, но и в Германии, где жидкий уголь имеет самое большое распространение, развиваются наряду с дизелями, работающими на дорогом стоящем жидком топливе, и газогенераторы.

Таблица 5

Наименование топлива	$\frac{H_{\text{раб}}}{840}$	$\frac{H_{\text{раб}}}{\omega \cdot 840}$
Нефть	1,07	10 010
Керосин	0,98	8 620
Бензин	1	7 480
Антрацит	1,07	6 320
Бутан	1	5 870
Пропан	1,01	5 670
Ген. газ антр.	0,715	3 170
Спирт	1,11	5 220
Кокс	0,845	1 620
Бен. из кокса	0,715	1 080
Древесн. уголь	1,06	1 485
Дрова	1,06	1 250
Ген. газ древ. угля	0,715	785
Ген. газ из дров	0,715	632
Бутан (газ)	1	26,4
Пропан (газ)	1,01	20,2
Ацетилен	1,16	15,2
Ест. газ	1,01	9,8
Метан	0,89	7,16
Оксид углерода	1,12	3,4
Водород	0,91	2,34

Таблица 4 дает возможность судить, до какой степени необходимо сжать какой-либо из приведенных в ней газов, чтобы сравняться по концентрации тепловой энергии с любым из жидких или твердых топлив.

Так например, чтобы метан по концентрации тепловой энергии сравнялся с генераторным газом из антрацита, предполагая генераторный газ сконцентрированным в антраците, необходимо сжать его до:

$$\frac{\omega_{\text{ген. газ антрац.}}}{\omega_{\text{CH}_4}} = \frac{4\,850}{8,055} = 600 \text{ ат.}$$

Таким образом, таблица 4 дает возможность установить единую оценку всем видам топлива, как твердым и жидким, так и газообразным, по теплотворной способности в калориях на литр (15°C и 1 ат).

В заключение можно сказать, что одним из самых рентабельных видов топлива для транспортирующих двигателей и видимо на долгие будущие годы, является генераторный газ из антрацита и родственных ему каменных углей.

Научно-исследовательский сектор Ростовского института инженеров ж. д. транспорта.

Вопросы реконструкции автотранспорта

Внимание малолитражному автомобилю¹

Проф. А. П. ЛАНГЕ

ОТ РЕДАКЦИИ. В № 1 журнала «Мотор» в разделе — «Проблемы реконструкции автотранспорта» был напечатан ряд статей докладчиков на заседании транспортной комиссии Академии наук. Эти доклады должны лечь в основу построения общей по автотранспорту проблемы его реконструкции.

Все положения докладчиков, как и отмечала это редакция, далеко не бесспорны. Отдельные доклады уже вызвали отклики читателей. Ниже мы помещаем некоторые из откликов в порядке обсуждения.

Статья проф. Ланге ставит вопрос о типах малого легкового и грузового автомобиля, намеченных в докладе проф. Чудакова. Автор находит, что намеченные типы автомашин при некоторых эксплуатационных условиях могут оказаться дорогими и нерентабельными и выдвигает задачу развития строительства в СССР малолитражных автомобилей. Редакция считает, что этот вопрос требует серьезного обсуждения и приглашает к этому читателей.

Статья т. Мишина является откликом на доклад т. Ефремова. Товарищи Брюшков и Миттельман дополняют доклад проф. Чудакова постановкой вопроса о перспективах применения в СССР парового автомобиля.

Печатая эти статьи, редакция просит читателей продолжать обсуждение затронутых в докладах и статьях-откликах вопросов.

Изучая существующие типы автомобилей, нельзя не отметить, что в этой области, несмотря на кажущуюся простоту вопроса, пока еще нет твердо установленных принципов, определяющих в конкретной форме конструкцию автомобиля сейчас и на будущее.

Автомобильная техника сумела доказать, что, ориентируясь на отдельные виды работы и назначение машины, автомобиль должен быть того или иного типа. Но если автомобиль предназначен для различных случаев применения, то для некоторых из них не намечена конструкция.

Даже у нас в СССР, когда при государственном планировании, казалось бы, обеспечивается наилучшее и разумное решение любых вопросов, нельзя считать про-

блему типа автомобиля на будущее вполне решенной.

Правда, в этом направлении у нас в Союзе сделано больше, чем за границей. Работы транспортной сессии Академии наук, подытоживающие научно-исследовательскую работу по выбору типа автомобиля на будущее, намечают сейчас конкретные типы легковых автомобилей. На период времени до 1947 г. намечаются следующие типы легковых автомашин:

Малый 4-цил., 1,5-л., с мотором 25—30 л. с., с мертвым весом 600—650 кг.

Средний 6-цил., 3—3,5-л., с мотором 70—80 л. с., с мертвым весом 1 300 кг.

Повышенный — 8-цил., 4—4,5-л., с мотором 100—120 л. с., с мертвым весом 2 000 кг.

Большой «Люкс» — 12-цил., 6—7-л., с мотором 160—180 л. с., с мертвым весом 2 500 кг.

Соответственно предположено иметь определенные типы грузовых машин,

причем, ориентируясь на различие требований к легковой и грузовой машинам, намечено использовать только в одном случае нормальный тип легкового автомобиля для получения грузовой машины 0,75 т грузоподъемности.

В остальном предполагается иметь специальные типы грузовых машин 1,5; 3,0; 5,0 и 8,0 т с моторами, отличающимися от моторов, принимаемых для легковых автомашин.

Основное, что должно быть сказано по этим типам автомобилей, это то, что перечисленные типы автомобилей преследуют цель дать автомобиль наибольшей проходимости при одновременном осуществлении надлежащей комфортабельности, увеличения числа мест у легковых автомашин и увеличения грузоподъемности в грузовых машинах. Преследуется также цель получения хорошей экономичности.

Надо считать, что с намеченными основными условиями, определяющими типы автомобилей на будущее, необходимо полностью согласиться, так как это даст возможность получить машины наибольшего производственного эффекта. Автомобили, которые автопромышленность сумеет создать по этой программе, дадут возможность нашему Союзу иметь наилучший автомобильный парк мира, составленный из сравнительно небольшого количества типов машин передовых конструкций.

Одновременно, учитывая, что наша союзная автопромышленность, твердо ставшая на точку зрения перевода промышленного и грузового транспорта на тяжелое топливо (дизели), а в некоторых случаях — и на местное (газогенераторы), мы в праве рассчитывать, что советский автотранспорт будет обладать машинами не только совершенных и надежных конструкций, но и машинами большой экономичности.

¹ См. журнал «МОТОР» за 1935 г. № 1. Проф. Чудаков, «Типы автомобилей для СССР».

Таким образом предлагаемые типы автомобилей на будущее, мы, по-видимому, обеспечиваем себя в достаточной мере в части получения автомобилей для различных заданий работы, связанных с расширенными производственными условиями, и в этом отношении далеко опережаем зарубежную технику, пытающуюся разрешить сложные технические задачи работой отдельных предприятий.

Несмотря на то, что некоторые предприятия заграничные в отдельных случаях весьма сильно вооружены технически (предприятия Форда, Генеральной компании моторов и пр.), можно все же сильно сомневаться, что этим предприятиям удастся установить единую типизацию машин на будущее, так как условия капиталистического производства исключают возможность объединения отдельных сил для решения общих задач.

Возможность установления твердых типов автомашин в условиях социалистического хозяйства требует, чтобы при типизации автомашин на будущее были в полной мере оценены все обстоятельства эксплуатации.

Предлагаемые для производства и намечаемые планом типы легковых автомобилей в основном ориентируются на высокие динамические качества, надежность и экономичность машин. Все намечаемые легковые машины представляют собой конструктивное оформление наиболее совершенной формы с учетом всех возможных технических достижений. Представляя собою наиболее совершенный и дорогой тип автомашины, все легковые автомобили своими динамическими качествами перекрывают возможные эксплуатационные условия. В ряде случаев эксплуатации развиваемые машинами динамические качества являются избыточными и не вызываются действительной потребностью.

Таким образом может случиться, что в определенных условиях эксплуатации применение избыточно совершенных и дорогих автомобилей окажется нерентабельным.

Не намечены типы грузовых автомобилей малой грузоподъемности для эксплуатации при небольших скоростях (ряд городских и сельских перевозок). Предполагаемое использование 70 — 80-сильного грузового автомобиля для этой цели сомнительно, ибо этот автомобиль в ряде случаев не удастся использовать целесообразно.

Перечисленные обстоятельства настолько существенны, что обойти их молчанием не представляется возможным, и становится совершенно необходимым пополнить намечаемые к производству типы автомобилей.

Для того чтобы наиболее правильно подойти к определению необходимых типов автомобилей, которые нужны, по нашему мнению, СССР, установим прежде всего ряд принципиальных положений, вытекающих из анализа возможных условий эксплуатации.

Эти положения следующие:

Во-первых, очень часто приходится эксплуатировать нормальную автомашину не с полной нагрузкой. Особенно это касается легковых автомобилей и «пикапов», которые в среднем часто не могут быть загружены полностью.

В отдельных случаях автомобили могут предназначаться к систематическим перевозкам одного-двух пассажиров.

Во-вторых, в условиях городских перевозок и перевозок по качественным дорогам часто нет смысла иметь мощные автомашины, так как скорость в ряде случаев использована быть не может,

а дорожные условия не требуют увеличения мощности.

В-третьих, в связи с общим увеличением благополучия трудящегося класса СССР и с увеличением его культурных потребностей очередной темой дня становится автомобиль индивидуального пользования.

К этому автомобилю должны быть предъявлены специальные требования, среди которых одним из основных должно явиться снижение заготовительной стоимости и стоимости эксплуатации.

И, наконец, в ряде случаев вместо мотоцикла, эксплуатируемого с коляской, целесообразнее применить автомобиль соответствующей мощности. В отношении мощности, удобства эксплуатации и проходимости такой автомобиль окажется выше, чем мотоцикл с коляской.

Исходя из перечисленных положений, становится совершенно ясным, что из числа намеченных к производству автомобилей даже самый «малый» автомобиль 25 — 30 л. с. не может быть рассматриваем, как тот объект, который мог бы полностью удовлетворить требованиям автомобиля, предназначенного для работы в наиболее часто встречающихся условиях перевозок небольших грузов и для целей индивидуального пользования.

Таким образом, естественно, что уже сейчас надо поставить вопрос о создании автомобиля соответственного назначения, причем, конечно, таким автомобилем должен оказаться автомобиль малолитражного типа. Мы имеем основание полагать, что создание малолитражного автомобиля у нас в Союзе, освоение его в производстве и эксплуатации является одним из важных вопросов советской автопромышленности.

Идея малолитражного автомобиля не нова. Начало ее следует отнести еще к довоенному автостроению, но практически идея малолитражного автомобиля за границей была осуществлена только в последнее время, когда мировой экономический кризис заставил автопромышленность перейти от выпуска мощных автомобилей к более дешевым малолитражным.

Малолитражный автомобиль — машина облегченного веса с мотором уменьшенного размера. Рабочий объем цилиндров такого мотора, измеряемый обычно в литрах, представляет собою незначительную величину. Отсюда, собственно, и название автомобиля «малолитражный», причем предельная величина рабочего объема цилиндров, ориентируясь на современные типы малолитражных автомобилей для четырехтактных двигателей, не должна превышать 1,5 литра.

Основанием для распространения малолитражных автомобилей является: уменьшение веса машины, ее упрощение и относительно низкая стоимость, понижение эксплуатационных расходов в связи с ограниченной мощностью и меньшим мертвым весом машины, компактность машины, простота обслуживания и сокращение гаражных расходов.

Таким образом налицо все условия, какие мы должны предъявить автомобилю, предназначенному для широких масс населения.

Оценивая общие возможные условия эксплуатации, нам представляется, что для удовлетворения принципов рентабельного и технически целесообразного использования малолитражных автомобилей нельзя будет ограничиться одним типом малолитражного автомобиля и придется иметь их два.

На основании систематического анализа условий эксплуатации и проверки динамических качеств автомашин, по-видимому, будет необходимо наметить к производству следующие типы малолитражных автомобилей:

Автомобиль с 5 — 8-сильным мотором. Область применения этой автомашины — перевозка 1 — 2 пассажиров или соответствующего количества груза в условиях качественных дорог (обычно городские перевозки). Скорость такой автомашины должна быть ограничена вообще и в отдельных случаях понижаться до минимума для преодоления возможных дорожных препятствий. Скорость автомобиля до 40 км. Мертвый вес автомашины около 250 кг. Расход топлива 3,5 кг на 100 км.

Автомобиль с 10 — 15-сильным мотором. Область применения этой автомашины — обслуживание индивидуального потребителя. Обычная нагрузка 1 — 3 человека или соответствующее количество груза. В отдельных случаях, как исключение, допускается нагрузка четырех человек, а потому нормальный кузов должен давать эту возможность.

Динамические качества автомобиля должны быть достаточными для преодоления дорожных препятствий обычного типа (подъемы, бездорожье, песок).

Скорость автомобиля до 70 км.

Мертвый вес автомобиля 400 — 500 кг.

Расход топлива 5 кг на 100 км.

Рассматривая оба типа автомобилей в целом, можно отметить, что первый и второй автомобиль должны представлять собою нечто в роде автомобилей для «ширпотреба».

Автомобиль 5 — 8 л. с. в этом отношении наиболее подходит к такому определению, так как назначение его — распространиться в массы населения для выполнения там своей работы (до некоторой степени ограниченной из-за пониженных динамических качеств этого автомобиля) по наиболее распространенным и обычным случаям небольших перевозок.

Автомобиль 10 — 15 л. с. представляет собою вполне серьезную машину, предназначенную для общих условий работы там, где не требуется многоместной машины.

Динамические качества этого автомобиля не должны значительно уступать динамическим качествам других несколько более мощных автомобилей, а потому целесообразность применения такого автомобиля в систематической работе не подлежит сомнению.

Оставляя на дальнейшее приведение расчетов экономического характера, обосновывающих рентабельность использования предлагаемых малолитражных автомобилей, а также анализ возможного конструктивного оформления таких автомобилей и освещение вопросов производственного порядка, мы в праве уже требовать, чтобы вопросу создания малолитражного автомобиля было уделено соответствующее внимание.

Страна социализма не может не нуждаться в малолитражных экономичных машинах, предназначенных для непосредственного обслуживания миллионного населения Союза.

Посадить миллионы трудящихся на автомобиль — наша прямая и неотложная задача, а потому малолитражный автомобиль для этого должен быть создан.

Дать сотни тысяч малолитражных автомобилей в кратчайший срок обязана автомобильная промышленность СССР, и чем скорее она к этому приступит, тем будет лучше.

Киев. Укр. филиал Научно-исследовательского института.

Надежный газогенератор — автотранспорту СССР

ЦК ВКП(б) и СНК Союза ССР в своем постановлении от 19 января о работе лесной промышленности признали необходимым скорейший перевод занятого на лесных работах автотракторного парка на древесное топливо.

Это постановление имеет огромное народно-хозяйственное значение. Небывалый темп автомобилизации и тракторизации нашего хозяйства, развитие нефтехимии, моторизации средств обороны, бурный расцвет авиации, рост промыслового моторизованного флота, широкое распространение стационарных силовых установок с двигателями внутреннего сгорания, увеличивающееся бытовое потребление жидкого горючего, и наконец нефтеэкспорт — все это взятое вместе предъявляет огромные, из года в год растущие, требования к нашей нефтяной промышленности.

Снятие с «нефтяного довольствия» одного из крупных потребителей этого вида топлива имеет громадное значение для народного хозяйства.

С другой стороны, переход лесного автотракторного парка на иные виды топлива имеет большое значение для нашего транспорта. Основная масса нефти добывается у нас на Кавказе и в закаспийских районах, между тем как потребители жидкого горючего рассеяны решительно по всему необъятному простору нашей страны. Прежде чем попасть к местам непосредственного потребления жидкое топливо преодолевает подчас тысячи километров водных, железнодорожных и гужевых путей, вызывая загрузку транспорта.

Лесные массивы, занимающие северную часть нашей страны, в наибольшей степени удалены от районов нефтедобычи. Следовательно, перевод занятых на лесных работах тракторов и автомобилей на местное топливо означает огромный шаг по пути разгрузки транспорта.

Наконец, директива ЦК ВКП(б) и СНК Союза ССР о переводе занятого в лесу автотракторного парка на древесное топливо представляет немаловажный интерес и с точки зрения самой лесной промышленности. Неизбежный высокий уровень издержек по доставке в лесные районы Союза жидкого горючего, трудность и дороговизна его заброски на глубинные участки — все это крайне отрицательно отражается на себестоимости продукции лесозаготовок.

С переходом занятого в лесу автотракторного парка на «подножный корм» эти отрицательные моменты, влияющие на повышение уровня себестоимости лесопроизводства, отпадают, не говоря уже о том, что огромное количество автомашин, занятых на переброске в лес горючего с базисных складов, получает возможность переключиться со вспомогательной работы на работу непосредственно по лессывозке и пр.

Кроме того, открывается широкая возможность использовать отходы лесозаготовок (вершинник, пни, сучья, фаутную и мелкую древесину и т. д.).

Остается еще сказать, что перевод занятого в лесу автотракторного парка на древесное топливо необходимо рассматривать как первый шаг вообще к переводу всего нашего автотракторного транспорта на местное дешевое топливо.

В чем заключается техника перевода автотракторного парка на древесное топливо? В обычном автомобильном или тракторном двигателе для получения движущей энергии используется сила сгорания в его цилиндрах смеси паров жидкого горючего с воздухом, или так

С. ЯКОВЛЕВ

называемой «рабочей смеси». При переходе на древесное топливо пары жидкого горючего (бензина, керосина) заменяются в этой смеси горючими газами, получающимися от разложения вещества древесины под влиянием высоких температур. Этим целям служат так называемые газогенераторы, монтируемые непосредственно на автомобилях, тракторах, катерах, варповальных лодках и т. д., и превращающие древесное топливо (деревянные чурки или древесный уголь) в горючий газ.

Вопрос о применении газогенераторов в технике автомобилизма, вообще говоря, вопрос не новый. За границей газогенераторные автомобили прочно входят в обиход. За границей не редкость увидеть на улице грузовики, легковые машины, коммунальные автомобили, автобусы и даже мотоциклы, оборудованные газогенераторными установками. В одной только Германии насчитывается свыше тысячи газогенераторных автомобилей. В капиталистических странах имеется уже ряд конструкций газогенераторов (Имберт, Дукс, Кола и др.), выпускаемых серийно.

Особым вниманием пользуются газогенераторы во Франции и Италии, не имеющих собственной нефти. Во Франции в 1926 г. издан закон, снижающий на 50% налог на все автомобили, работающие на твердом топливе. В Италии закон обязывает все учреждения и организации, имеющие не менее 10 автомобилей, эксплуатировать один из них на твердом топливе. Ряд льгот, субсидий и премий для покупающих газогенераторные автомобили установлен и во многих других капиталистических странах.

Небезынтересно при этом отметить наблюдающийся повсюду за границей повышенный интерес к газогенераторам со стороны военных ведомств. В частности, во французской армии имеются моторизованные части, полностью работающие на твердом топливе.

Рассчитанные на отличные дороги и на хорошую техническую квалификацию водителей заграничные транспортные газогенераторы не всегда применимы в наших условиях. Для работы в наших условиях (особенно в лесу) нужно было создать свои оригинальные конструкции, отличающиеся меньшей требовательностью к топливу, более простым уходом, большей прочностью и мощностью.

Над созданием таких отечественных конструкций у нас работает ряд специалистов (проф. В. С. Наумов, проф. В. П. Карпов, инженеры А. А. Введенский, И. С. Мезин, С. И. Декаленков и др.). Ими разработаны конструкции газогенераторов, отличающиеся друг от друга процессом газообразования (прямой или обратный процессы), характером топлива (уголь, чурки, дрова) и техникой очистки газа и т. д.

Какие же из этих советских конструкций заслуживают предпочтения?

Среди работников ЦНИМЭ¹ и его местных филиалов сравнительно широкой популярностью и признанием пользуются конструкции инж. Декаленкова, руководящего в ЦНИМЭ внедрением газогенераторов в лесную промышленность.

¹ Центральный научно-исслед. институт механизации и энергетики лесного хозяйства.

Однако, выбор этой конструкции следует взять под большое сомнение. До настоящего времени не было сколько-нибудь длительных испытаний декаленковской конструкции в рабочих условиях, а кратковременные, даже и удачные эксперименты не всегда могут служить основанием для положительных заключений о достоинствах конструкции. А между тем даже эти кратковременные испытания говорят о наличии серьезных недостатков декаленковских газогенераторов. Конструкции Декаленкова не разрешают серьезно проблемы очистки газа. Они, при всей их простоте, являются весьма непрочными (быстрое прогорание шахты). Они крайне требовательны к топливу. В качестве топлива газогенераторы Декаленкова требуют распиленной на мелкие чурки древесины, влажность которой не должна превышать 15—20%. Это, во-первых, превращает подготовку топлива в весьма трудоемкий и сложный (необходимость специальных сушилок) процесс, а, во-вторых, при малейшем повышении влажности топлива, вызывает нарушение газообразования и ведет к образованию смол, быстро загромождающих и парализующих двигатель. Кроме того, в конструкциях Декаленкова режим газообразования нарушается при переводе двигателя на малое число оборотов. Расход бензина на запуск мотора весьма значителен и т. д.

Участвуя в проведенном в конце 1934 г. пробеге газогенераторных автомобилей по маршруту Москва—Ленинград—Москва, газогенераторы системы Декаленкова заслужили следующую оценку со стороны авторитетной технической комиссии «Автодора»:

«Газогенераторные установки «Пионер», хотя и отличаются простотой конструкции и обслуживания, тем не менее, вследствие наличия смол в цилиндрах двигателя, требуют дополнительных научно-исследовательских экспериментальных работ в области конструкции газогенератора, процесса газообразования и очистки газа. Без соответствующих изменений рекомендованы к серийному выпуску быть не могут».

В противоположность конструкциям Декаленкова, лучшие заключения получили конструкции проф. Карпова, инж. Мезина и проф. Наумова. В частности, следует особо остановиться на конструкциях последнего, рекомендованных той же комиссией к серийному производству. В газогенераторах системы Наумова следует отметить: высокое качество очистки газа; большую прочность, достигнутую футеровкой шахты, устойчивость процесса газообразования, благодаря прямому процессу газификации и аккумуляции температур с помощью той же футеровки шахты. Интерес в конструкциях проф. Наумова представляет и то, что в качестве топлива конструктор применил **древесный уголь**, т. е. топливо, получение которого в лесу не представляет никаких серьезных трудностей.

Следует при этом отметить, что газогенераторные установки проф. Наумова выдержали длительные испытания. В частности, оборудованный газогенератором «У-5» системы проф. Наумова грузовик «Форд-АА», проделав длительный пробег по маршруту Ленинград—Тифлис, без каких-либо переделок и ремонта был пущен на работу в обычных эксплуатационных условиях и в течение года, работая на угле, перевозил

по Ленинграду и его окрестностям различные грузы. За все это время **грузовик** прошел 12 154 км, причем время работы газогенератора составило 1003 ч. 30 м. Сейчас этот грузовик продолжает успешно работать на угле.

Результаты этого первого длительно-го практического испытания оказались весьма высокими: газогенератор и все его части (шахта, охладитель газа, фильтры и проч.), как равно и двигатель, находятся в прекрасном состоянии. За время длительной эксплуатации газогенератор и двигатель не потребовали какого-либо серьезного ремонта или излишнего против обычного автомобиля ухода; расход бензина (на запуск мотора) не превышал 1—2 л в сутки; управление машиной и уход за газогенератором осваивались новичками-водителями в 2—3 дня и т. д.

Из приведенных характеристик двух систем советских газогенераторов не следует однако делать скоропостижных выводов. Отдавая должное конструкциям проф. Наумова, их все же не следует считать пределом совершенства и идеальным решением задачи построения советского генератора. Очевидно, при окончательном выборе конструкции газогенератора для серийного производства необходимо будет опереться на обобщение всего имеющегося у нас в стране опыта работы над газогенераторами как советских, так и иностранных систем.

Имеем ли мы этот обобщенный опыт? К сожалению, приходится на этот вопрос ответить отрицательно: такого опыта мы не имеем и главная причина этого — в ненормальности самой организации конструкторской и экспериментальной работы над газогенераторами.

Мы уже указывали, что в области конструктивно-изобретательской у нас над

проблемой создания транспортного газогенератора работает большое число специалистов. Здесь же мы должны отметить, что в своем стремлении к единой цели — дать стране хороший газогенератор — все эти специалисты разобщены. Каждый из них замкнут в тесном кругу своих собственных технических идей и практических исканий. Работа их ведется «хуторскими» методами, методами «кустарей-одиночек». Никакого объединяющего организационного начала в их работе нет, не существует и налаженного обмена опытом. Порой во взаимоотношениях отдельных конструкторов звучат нездоровые нотки конкуренции и т. д.

Неблагополучно и с организацией опытной проверки газогенераторов. Над этим делом в разное время у нас работали и организации Автодора, и ЦНИМЭ с его местными филиалами, и Научно-исследовательский институт лесосплава, и организации Наркомвода, и отдельные лесные тресты и т. д. И здесь налицо то же кустарничество, та же хуторщина, раздробленность и неразбериха, что и в области конструкторской.

В результате, мы не имеем сколько-нибудь **планово проведенных испытаний**, обеспеченных во всех случаях должным научно-техническим руководством, как равно не имеем и необходимого обобщения отечественного опыта и солидного изучения опыта заграницы. Мало того, из-за отмеченной нами организационной неурядицы, у нас сильно страдает научно-техническая объективность проводимых испытаний.

Достаточно сказать, что проводившиеся у нас испытания касались, главным образом, поведения самого газогенератора и оставляли в стороне вопрос о влиянии газогенераторного питания и очистки газа при разных типах газогенераторов на состояние двигателя, на износ поверхностей цилиндров, поршневых колец, клапанов, труб и т. д. А, между тем, все это далеко не последние вопросы с точки зрения рациональной эксплуатации и заботы о сохранности двигателя.

По тем же причинам ставившиеся у нас до сих пор опытные испытания газогенераторов проводились при незначительных конструктивных изменениях в двигателях автомобилей и тракторов. Между тем, например, путем весьма не-сложных, но выполненных с помощью промышленности изменений в крышке блока можно было бы получить большее сжатие газа в цилиндрах и тем самым значительно повысить коэффициент полезного действия двигателя, работающего на генераторном газе.

Таким образом, проблема создания транспортного газогенератора, огромное значение которой отмечено прямыми указаниями партии и правительства, до сих пор не поставлена в надлежащие организационные рамки. Вокруг этой важнейшей проблемы не создана еще обстановка общественного внимания и поддержки со стороны союза работников науки, техники и практики. Необходимо безотлагательно ввести конструкторскую и экспериментальную работу над газогенераторами в планомерное русло и привлечь к этому делу нашу автомобильную промышленность. Без этого наша промышленность не сумеет уверенно отобрать для серийного производства газогенератор вполне надежной конструкции.

С этим делом не мешало бы решительно поторопиться, так как существующая сегодня неясность в оценке и отборе лучших систем газогенераторов тормозит реализацию этого большого и важного мероприятия.

Газогенератор „Автодор II“

М. ЮНПРОФ

Для демонстрации состояния и результатов работ советских конструкторов в области легких транспортных газогенераторов Центральный совет союза Автодора СССР, при участии Цудортранса, АБТУ РККА, Наркомлеса и других организаций, провел в ноябре 1934 г. пробег газогенераторных автомобилей по маршруту Москва — Ленинград — Москва. В этом пробеге были представлены все работоспособные конструкции советских дровяных и угольных автомобильных газогенераторных установок.

Из дровяных газогенераторных установок наилучшей в пробеге оказалась установка «Автодор-II» конструкции И. С. Мезина. Стандартный полутонный грузовик ГАЗ-АА, на котором была смонтирована эта газогенераторная установка, достиг наивысших средних скоростей движения и показал чрезвычайно малый расход топлива — дровяных чурок. Пуск в ход автомобиля на газ требовал всего лишь 1,5—2 мин., тогда как при других установках время для пуска колебалось от 3 до 10 мин.

Авторитетная техническая комиссия пробега признала газогенераторную установку «Автодор-II» пригодной для серийного производства, указав однако на необходимость мелких улучшений ее конструкции для упрощения эксплуатационного ухода и обслуживания.

После пробега Москва — Ленинград — Москва газогенераторная установка «Автодор-II» была передана для окончательной доработки конструкции в распоряжение Цудортранса, по поручению которого ряд необходимых работ был выполнен Центральным (ЦАНИИ). После этого газогенераторная установка «Автодор-II» прошла цикл разнообразных испытаний, которые подтвердили ее высокие эксплуатационные качества.

Последним испытанием всех эксплуатационных качеств и в частности надежности газогенераторной установки «Автодор-II» явился скоростной пробег Москва — Ростов-на-Дону, организованный ЦС Автодора и Цудортрансом в середине июня этого года. Для последнего испытания были избраны необычайно тяжелые условия — движение автомобиля на наивысших скоростях и непрерывная работа газогенераторной установки на предельном режиме.

Газогенераторный автомобиль вышел из Москвы в 9 час. утра 11 июня; в тот же день он прошел: Тулу — в 13 ч. 32 м., Орел — в 18 ч. 15 м. и Курск — в 22 ч. 20 м.; на следующий день — 12 июня — в 5 ч. 30 м. автомобиль прошел Харьков и в 16 ч. 10 м. — Артемовск. К техническому финишу под Ростовом-на-Дону автомобиль прибыл в ночь с 12 на 13 июня в 1 ч. 50 м., покрыв за 40 ч. 50 м. общего времени в пути 1 267 км. В движении автомобиль находился 37 ч., в простое всякого рода — 3 ч. 50 м., средняя техническая скорость движения автомобиля составила за весь путь 34,2 км/час.

Достигнутая газогенераторным автомобилем средняя скорость в данных условиях является рекордной и неопровержимо доказывает прекрасные динамические свойства автомобиля с газогенераторной установкой «Автодор-II».

За весь путь от Москвы до Ростова-на-Дону газогенераторный автомобиль израсходовал 600 кг дровяных березовых чурок, что составляет 474 г на 1 км. При покупной (на месте) стоимости чурок 30 руб. за тонну, все израсходованное автомобилем топливо обошлось в 18 руб.; если бы автомобиль шел на бензине — он израсходовал бы около 250 кг этого ценного продукта на сумму около 250 руб.

Следует подчеркнуть, что благодаря бесперебойной работе газогенераторной установки автомобиль весь путь прошел на газу, ни разу не переключив двигатель на питание бензином. В Ростов-на-Дону автомобиль прибыл с полным баком бензина, запломбированным в Москве.

О выявленной в пробеге надежности газогенераторной установки «Автодор-II» и о простоте ухода за ней можно судить хотя бы потому, что за все время пробега имело место только шесть простоев автомобиля, связанных с работой газогенераторной установки общей продолжительностью в 2 ч. 2 м. Однако большая часть из этих простоев не может быть поставлена в вину газогенераторной установке; причины их — некоторые нед-

четы, допущенные гаражем при монтаже двигателя и при подготовке топлива. Чистка газогенератора была произведена при неблагоприятных условиях его работы, лишь после 1159 км пробега, обычной же нормой пробега без чистки газогенератора считается 500—600 км.

Осмотр газогенераторной установки по прибытии в Ростов-на-Дону и после возвращения в Москву не выявил в ней никаких дефектов и признаков износа, несмотря на то, что газогенераторный автомобиль с установкой «Автодор-II» прошел за время всех испытаний (с ноября 1934 г.) более 10 000 км.

Скоростной газогенераторный пробег Москва—Ростов-на-Дону ЦС Автодора и Цудортрансом признан по своим условиям

и результатам выдающимся автопробегом в советской и зарубежной практике. Пригодность газогенераторной установки «Автодор-II» для серийного производства твердо устанавливается данными скоростного пробега, богато дополнившими существовавшие технические материалы. По своим эксплуатационным свойствам газогенераторная установка «Автодор-II» становится на одну ступень с лучшими зарубежными образцами.

ЦС Автодора и Цудортранс возбудили вопрос о немедленном производстве серии газогенераторных установок «Автодор» для пуска в нормальную эксплуатацию наряду с обычными бензиновыми автомобилями и другими газогенераторными. Опыт эксплуатации позволит сделать вполне обоснованный правильный выбор типа массового советского газогенератора.

Экспериментальные исследования газогенераторного процесса

Инж. И. Г. КУТЕВ

Создание отечественных конструкций газогенераторов и газовых двигателей как стационарных, так и транспортных и постановка производства их в Советском союзе требуют углубленной научно-исследовательской работы. Необходимо изучить и освоить зарубежную газогенераторную технику, экспериментальное исследование самого газогенераторного процесса, выяснить определяющие его факторы и наконец на основании этого установить научно-обоснованные параметры для расчета и конструирования газогенераторов.

Современная теория расчета газогенераторов условна, схематична и упрощена, а конструирование газогенератора идет по эмпирическому пути. Если еще так называемый прямой процесс имеет ряд исследований и некоторые данные для расчета, то в отношении процесса обратного или опрокинутого почти ничего нет.

Поэтому в первую очередь необходимо исследование опрокинутого процесса, сравнение его с процессом прямым и установление целесообразности применения того или другого в тех или иных случаях. Точно так же необходимо выяснить целесообразность ввода пара в газогенератор, т. е. провести сравнение процесса сухого (без присадки воды и пара) и мокрого—с присадкой пара.

Эти вопросы нужно выяснить на определенных топливах и конкретной установке, дабы все результаты исследования имели непосредственно практический характер и могли бы быть реализованы в промышленности. Дизельный институт провел экспериментальную работу по газификации топлив на газогенераторной установке.

Газогенераторная установка

Исследование проводилось на опытной газогенераторной установке, сконструированной и построенной силами института.

Установка состоит из шахты генератора, скруббера, очистителя и вентилятора, приводимого в движение от электромотора.

Опытный газогенератор имеет внутренний диаметр в 480 мм, а внешний—в 756 мм.

Толщина кожуха генератора равна 4 мм, а обмуровка 130 мм. Между кожухом генератора и футеровкой проложен листовой асбест толщиной в 4 мм. Асбест проложен для уменьшения нагревания внешней стенки генератора, а следовательно, для уменьшения отдачи тепла в окружающую среду. Общая высота генератора 1955 мм, а высота от колосниковой решетки до загрузочного отверстия—1630 мм. Газогенератор может работать как прямым, так и опрокинутым процессом. При опрокинутом процессе, как это видно из рис. 1, воздух нагнетается вентилятором через трубу *a*, а генераторный газ отводится в нижней части генератора посредством трубы *c*. Расстояние конца трубы (подводящей воздух) от колосниковой решетки может меняться, и тем самым изменяется высота активной зоны.

На рис. 2 сделан второй разрез генератора. Из рисунка видно, что по высоте шахты имеются отверстия, расположенные через каждые 125 мм и служащие для измерения температур и исследования качества газа. На рис. 3 приведена схема генераторной установки.

В задачу исследования входило получение экспериментального материала для установления технически целесообразных способов газификации различных топлив и выработки параметров для расчета и конструирования силовых газогенераторов.

Исходя из этого, первой нашей задачей было нахождение оптимальных условий газогенераторного процесса при газификации того или иного рода топлива, т. е. выяснение следующих ниже параметров, влияющих на качество газа:

- 1) род топлива,
- 2) влажность топлива,
- 3) размер топлива,
- 4) форсировка процесса (подача воздуха в генератор в м³/час),
- 5) высота активной зоны (расстояние от колосниковой решетки конца трубы, подводящей воздух).

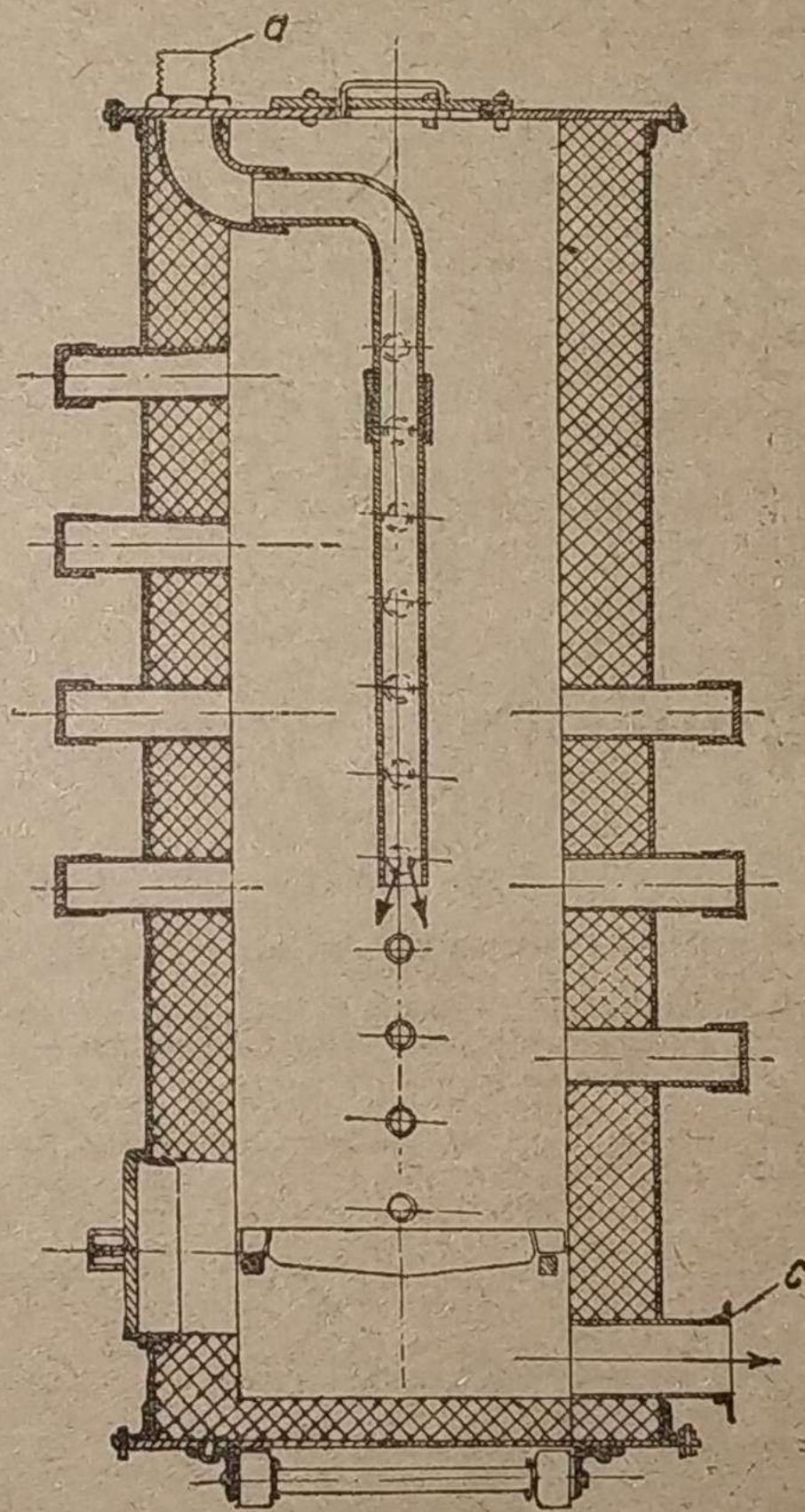
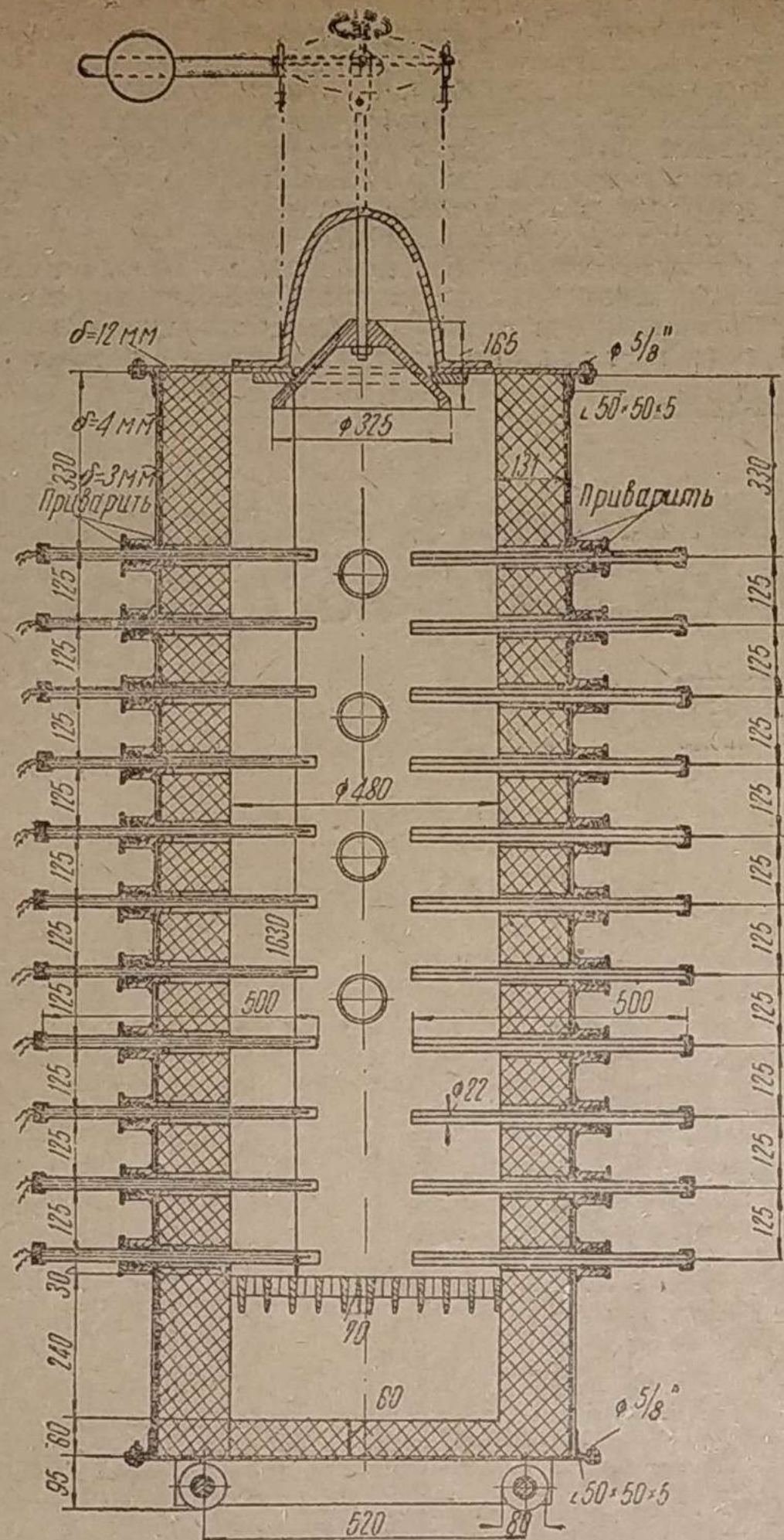


Рис. 1.

Химический анализ топлива производил физико-химический сектор при ВНИДИ. Средняя проба отбиралась по общеизвестному и установленному правилу. Расход топлива при балансовых испытаниях измерялся взвешиванием. Количество воздуха, подаваемого в генератор, измерялось посредством шайбы Мюллера, установленной на всасывающей трубе вентилятора (рис. 4). Сопротивление газогенераторной установки в отдельных ее частях измерялось водяными манометрами.

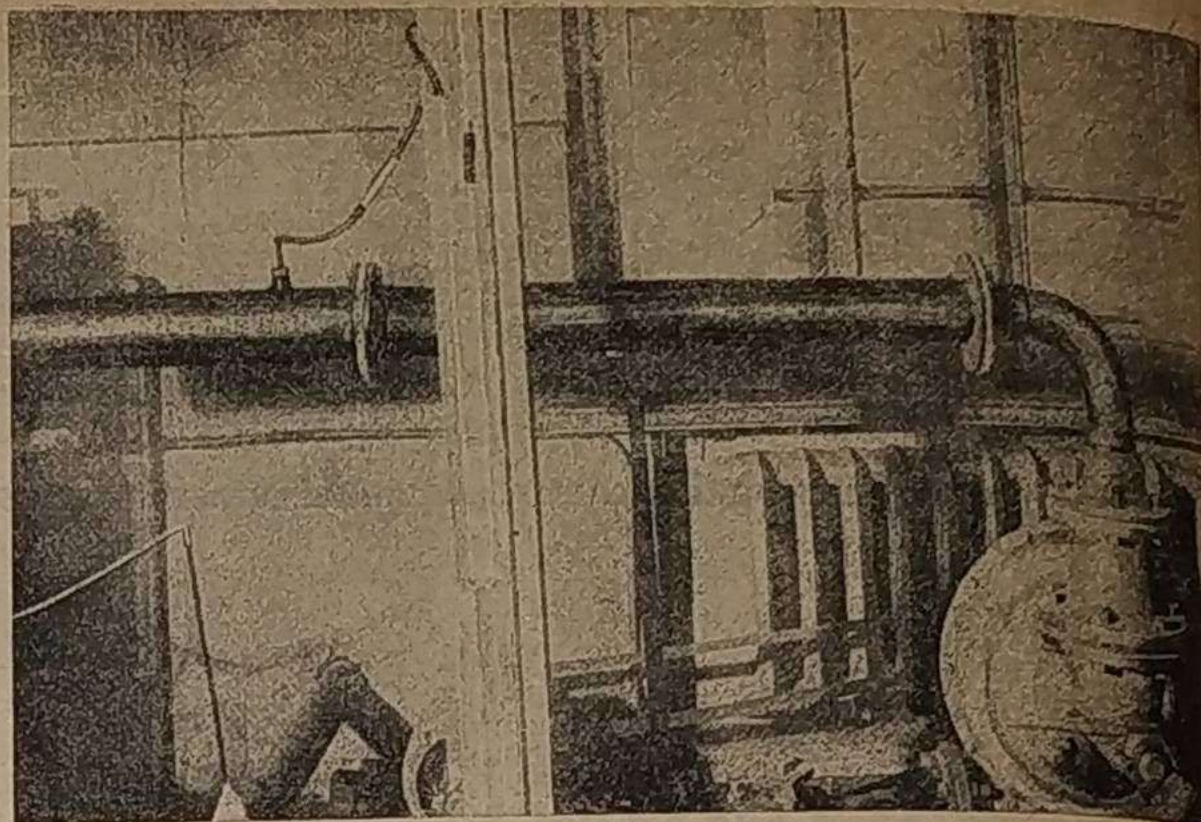
Анализ газа производился прибором „Норзе“. Забор газа производился из выходного патрубка генератора *C*. Теплотворная способность подсчитывалась на основании его компонентов по следующей формуле:

$$Q_2 = 30,45 \text{ CO} + 25,70 \text{ H}_2 + 86,30 \cdot \text{CH}_4 + 142,16 \text{ C}_2\text{H}_4\text{C}.$$

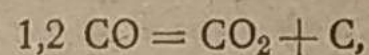


Исследование качества газа по высоте генератора

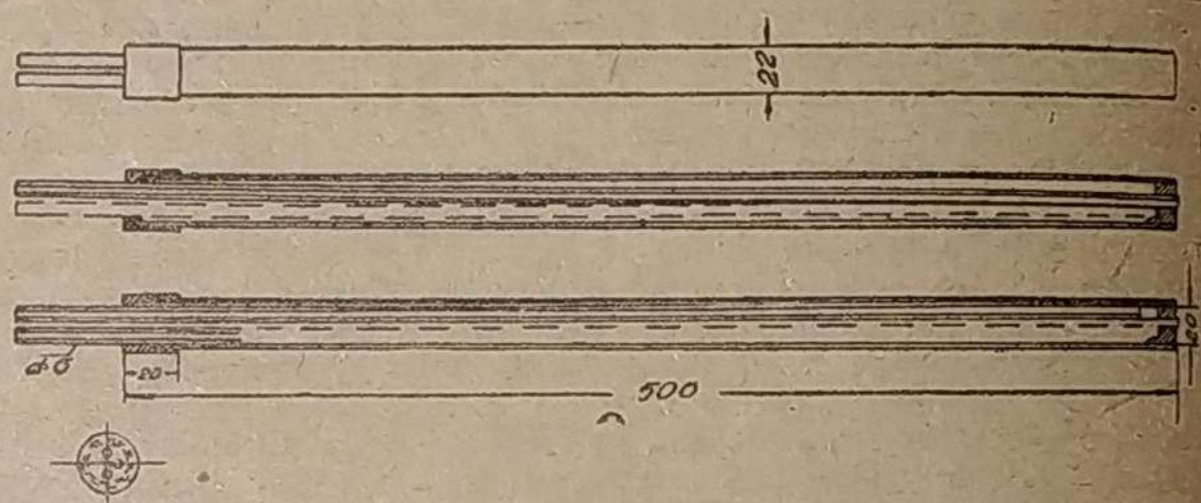
Забор газа по высоте генератора производился газозаборной трубкой с внутренним диаметром $d = 20$ мм, внешний $D = 22$ мм и длиной $l = 500$ мм (рис. 5).



Такая конструкция газозаборной трубы позволяет быстро охладить газ и тем самым исключить возможность протекания следующих реакций:



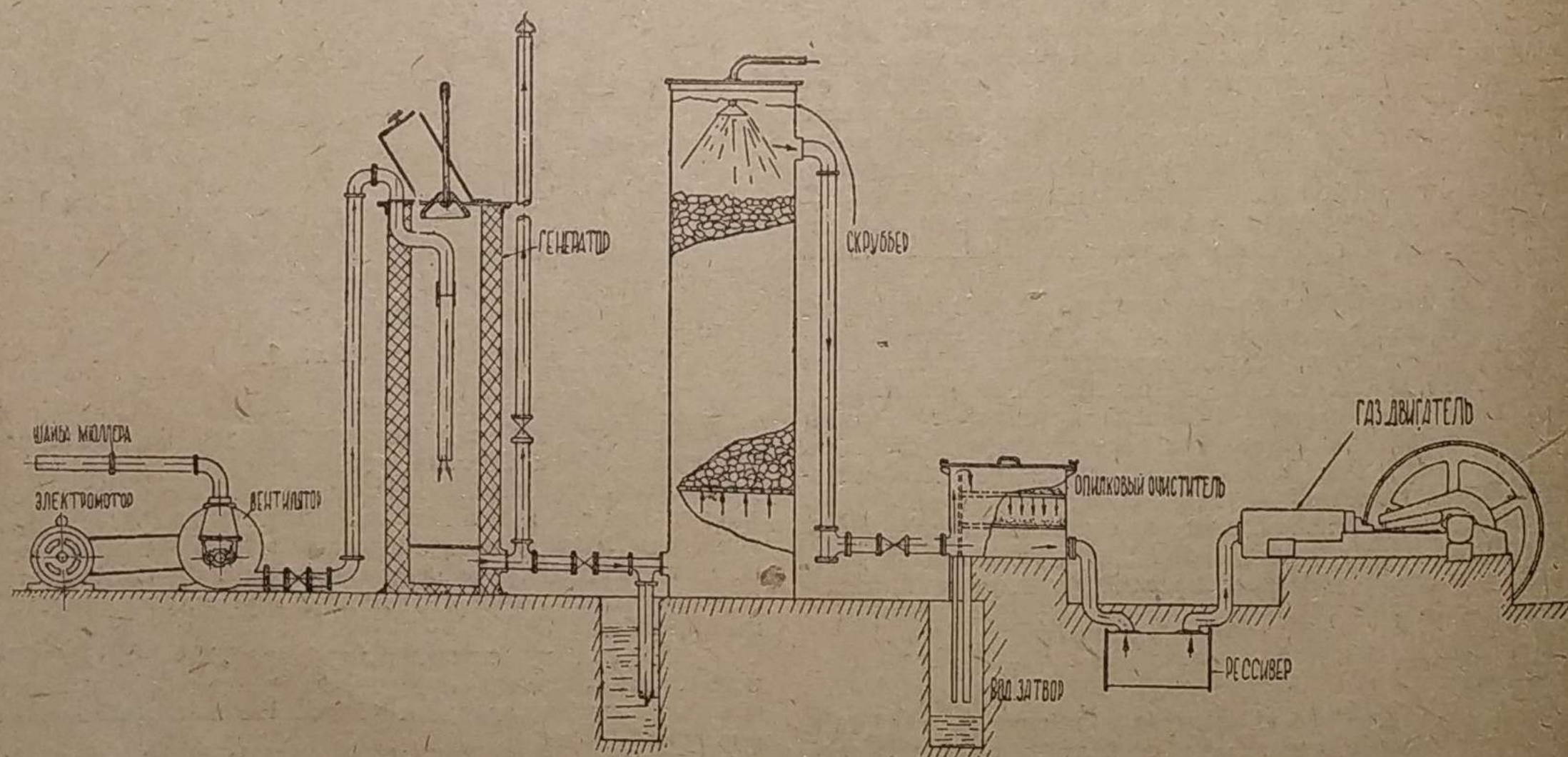
т. е. разложение окиси углерода на уголекислоту в виде сажи.— Следовательно, можно быть уверенным в том, что забираемый и анализируемый газ по высоте генератора, а также и в активной зоне идентичен с газом места забора.



Для подсчета выхода газа из 1 кг топлива имеются два способа:
Первый—определяет по составу газа и элементарному анализу газифицируемого топлива по известной формуле, выход газа из 1 кг данного топлива:

$$v = \frac{1,86 C_D}{\text{CO}_2 + \text{CO} + \text{CH}_4 + 2 \text{C}_2\text{H}_4}$$

Выход газа, подсчитанный по этой формуле, будет несколько преувеличен в виду того, что мы не учитываем углерод, переходящий в смолу, шлак и золу.



Для нашего случая эта ошибка не велика благодаря почти полному отсутствию смол.

По второму методу подсчет выхода газа из 1 кг топлива производится по азоту газа и воздуха, а также по расходу топлива и количеству воздуха, подаваемого в генератор, т. е. по следующей формуле:

$$v = \frac{v_1 N_2^{воз}}{B \cdot N_2^{газ}} \text{ м}^3/\text{кг}$$

Здесь и в дальнейшем приняты следующие обозначения.

v_1 м³/кг — выход газа из одного килограмма топлива.

l — расстояние конца трубы, подводящей воздух от колосниковой решетки в миллиметрах.

CO_2 — углекислота в процентах.

O_2 — кислород в процентах.

C — окись углерода в процентах.

H_2 — водород в процентах.

CH_4 — метан в процентах.

$\text{C}_2\text{H}_4^{газ}$ — тяжелые углеводороды в процентах.

N_2 — азот, содержащийся в газе в процентах.

Q_2 — низшая теплотворность газа в 1 м³.

v_1 — расход воздуха, подаваемого вентилятором в м³/час.

$\text{N}_2^{воз}$ — азот, содержащийся в воздухе в процентах.

C_p — углерод газифицируемого топлива, пересчитанный на рабочее топливо.

H_p — водород газифицируемого топлива, пересчитанный на рабочее топливо.

A_p — зольность газифицируемого топлива, пересчитанный на рабочее топливо

W_2 — гидроскопическая влага (генерируемого топлива)

$W_в$ — внешняя влага (генерируемого топлива).

$Q_{сб}$ — теплотворная способность газифицируемого топлива, полученная экспериментально в бомбе, пересчитанной на сухое топливо.

$Q_{кр}$ — низшая рабочая теплотворная способность газифицируемого топлива.

v — расход воздуха на 1 кг топлива.

w — содержание влаги в килограммах на 1 кг газифицируемого топлива.

w_1 — содержание влаги в куб. метрах на 1 м³ газа.

w' — содержание влаги в 1 м³ воздуха.

η — коэффициент полезного действия генератора, подсчитанного на газе.

B — часовой расход топлива.

δ — напряжение поперечного сечения генератора.

Точность этого подсчета зависит от точности измеряемого расхода воздуха и от точности анализа газа.

Влажность газа

Определение влажности газа производится расчетным способом по элементарному составу топлива и анализа газа. Окончательно имеем выражение для влажности газа:

$$w = 0,01 [9 \text{ H}_p + w_p - v 0,805 (\text{H}_2 + 2 \text{CH}_4) + w'] \frac{\text{кг. влаги}}{\text{кг. тв. топл.}}$$

w' определяют экспериментально или с помощью имеющихся таблиц.

Формула выведена на основании материального баланса водорода, химически связанного с топливом, а также с учетом водорода влаги топлива и воздуха. В эту формулу не вошел водород, переходящий в смолу. Для нашего случая эта формула вполне приемлема, так как при газификации битуминозных топлив по опрокинутому процессу почти не наблюдалось выделения смолы.

Температура отходящего из генератора газа измерялась в газотводящей трубе C посредством термпары. Трубопровод в месте установки термпары покрывался асбестом для уменьшения потерь от лучеиспускания.

Температура на поверхности генератора измерялась термощупом. На рис. 6 представлен общий вид термощупа и милливольтметр. Градуированная кривая термощупа представлена на рис. 7.

Исследования качества газа мы вели в зависимости от высоты активной зоны и форсировки генератора, т. е. во всех наших испытаниях мы устанавливали определенное расстояние от колосниковой решетки конца трубы, подводящей воздух, и для данного рода, размера и влажности топлива давали соответствующий расход воздуха. Продолжительность каждого такого установившегося режима длилась 1½ часа.

Под установившимся режимом генератора мы понимаем такой режим, когда температура выходящего из генератора газа и его качество колебались в узких пределах.

В течение одного опыта продолжительностью 6—7 час. нами обычно проводилось 3 режима генератора с нижеследующими расходами воздуха.

1) $v = 26$ м³/час, 2) $v = 52$ м³/час, и 3) $v = 76$ м³.

Для высоты активной зоны при наших исследованиях мы брали следующие три комбинации:

$l = 250$ мм, $l = 500$ мм и $l = 750$ мм.

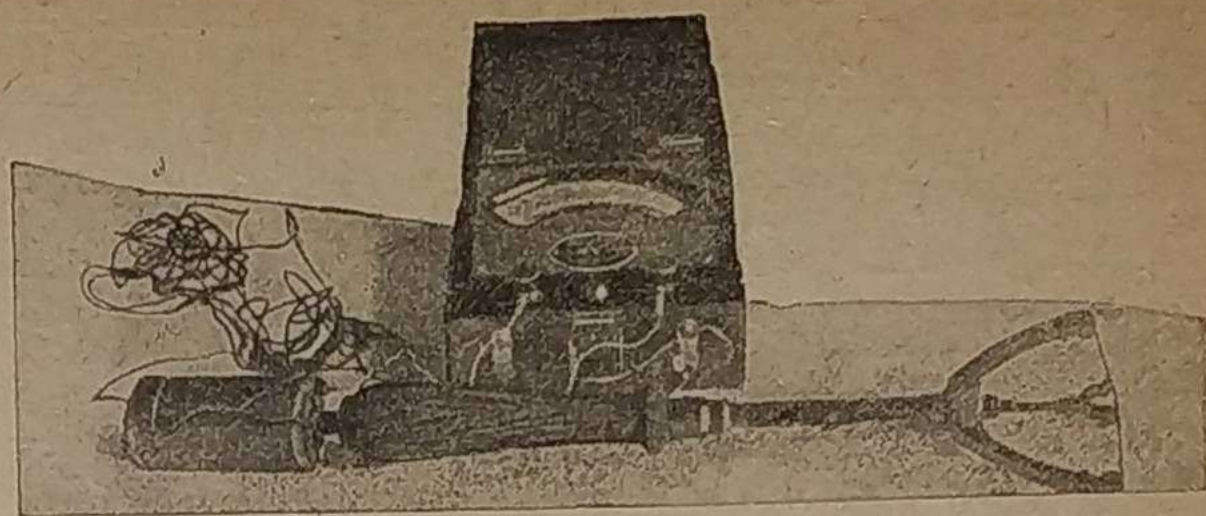


Рис. 6.

Исследование качества газа в зависимости от форсировки процесса (количество подаваемого в генератор воздуха) и от высоты активной зоны для данного рода, размера и влажности топлива мы вели для следующих трех вариантов.

Первый вариант. Установив, расстояние от колосниковой решетки до конца подводящей воздух трубы в 250 мм, устанавливаем расход воздуха $v = 26$ м³/час.

Когда режим генератора установился, производим замер следующих величин:

Температура газа, выходящего из генератора термпарой, анализ газа — прибором „Норзе“; сопротивление до генератора и после генератора водяными пьезометрами, количество воздуха — шайбой Мюллера.

Замер этих величин производился через 15 минут, следовательно, в течение каждого режима проводилось от 6 до 7 анализов генераторного газа, и из них выводилось среднее значение для каждого режима.

Воздух в генератор нагнетался посредством центробежного вентилятора, т. е. генератор работал под незначительным давлением. Регулировка количества подаваемого воздуха производилась регулировкой числа оборотов электромотора, приводившего в движение вентилятор, а также установленным за вентилятором краном.

Первый режим генератора соответствует расходу воздуха $v = 26$ м³/час. Второй режим генератора соответствует расходу воздуха $v = 52$ м³/час и третий режим соответствует расходу $v = 76$ м³/час. Приведенные расходы воздуха в течение каждого режима поддерживались постоянными.

Второй вариант. Установив расстояние от колосниковой решетки до конца подводящей воздух трубы в 500 мм, проводим режим и замеры, аналогичные первому варианту.

Третий вариант. Установив расстояние от колосниковой решетки до конца подводящей воздух трубы в 750 мм, проводим режим и замеры, аналогичные первому и второму вариантам.

Все эти три варианта обычно проводились примерно для одного и того же рода, размера и влажности топлива.

По этому способу были исследованы следующие топлива: дрова — сосна и ель, хворост, торф, сосновые и еловые шишки.

Перейдем к подробному анализу полученных данных при газификации перечисленных выше топлив на опытной установке „ВНИДИ-1“.

Опыты по газификации смеси дров — сосна и ель

Исследование качества генераторного газа производилось в зависимости от форсировки генератора (от количества воздуха, подаваемого в час), от высоты активной зоны (расстояние конца трубы, подводящей воздух); от влажности газифицируемого топлива, от размера газифицируемого топлива.

Опыты по газификации топлива проводились по приведенному выше методу с фиксированием таких величин, как анализ газа, тем-

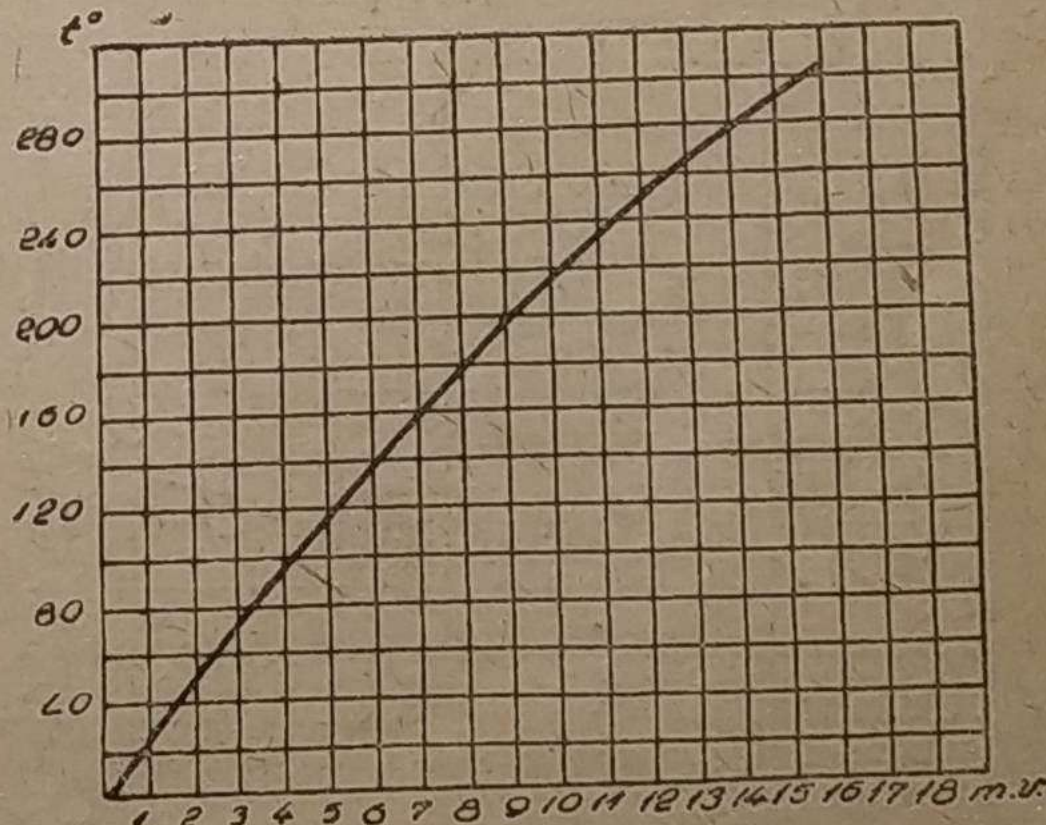


Рис. 7.

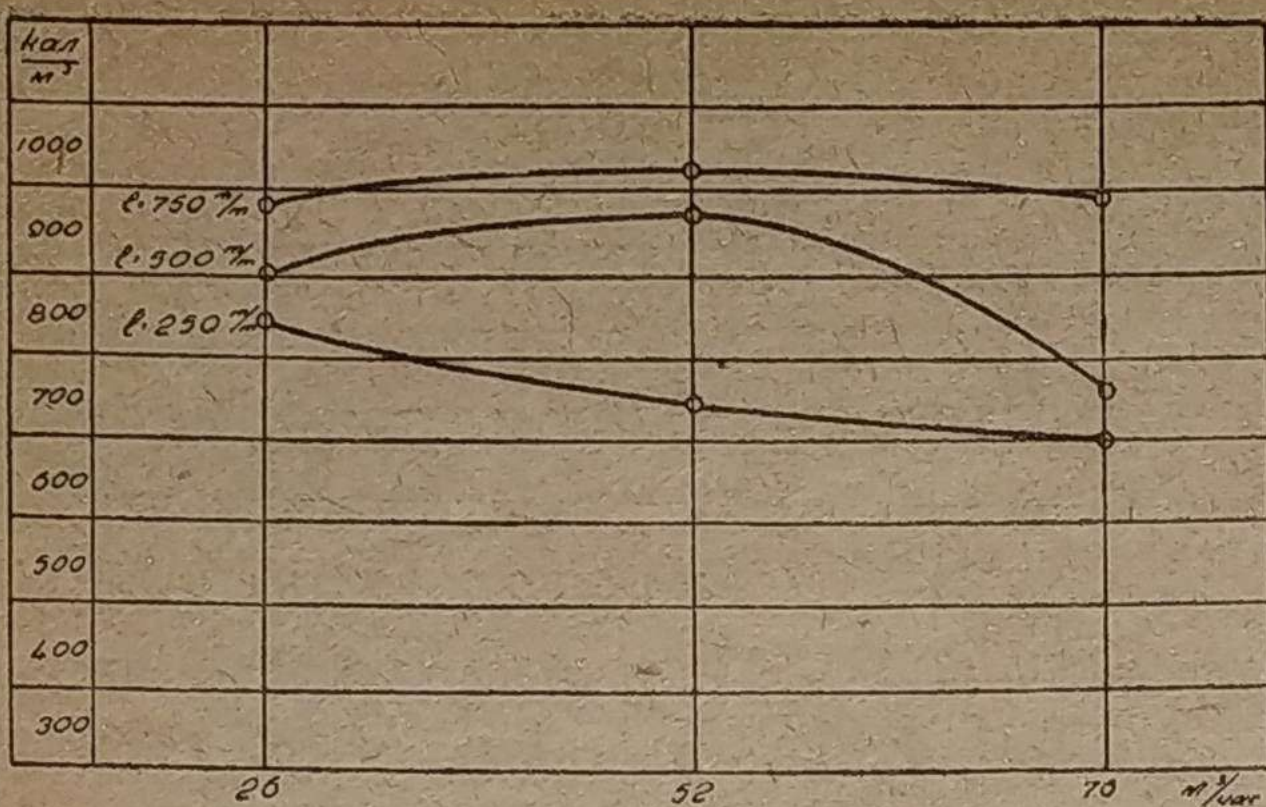


Рис. 8.

пературы выходящего газа, сопротивления до генератора и после генератора.

Во всех случаях состав топлива был: $C^c = 50,25\%$, $H^c = 6,31\%$, $A^c = 0,57\%$, $Q_6 = 4867$ кал/кг.

Опыты были разбиты на следующие группы, примерно одной влажности: 1) $w_p = 16 - 19\%$; 2) $w_p = 35 - 37\%$, 3) $w_p = 45 - 54\%$.

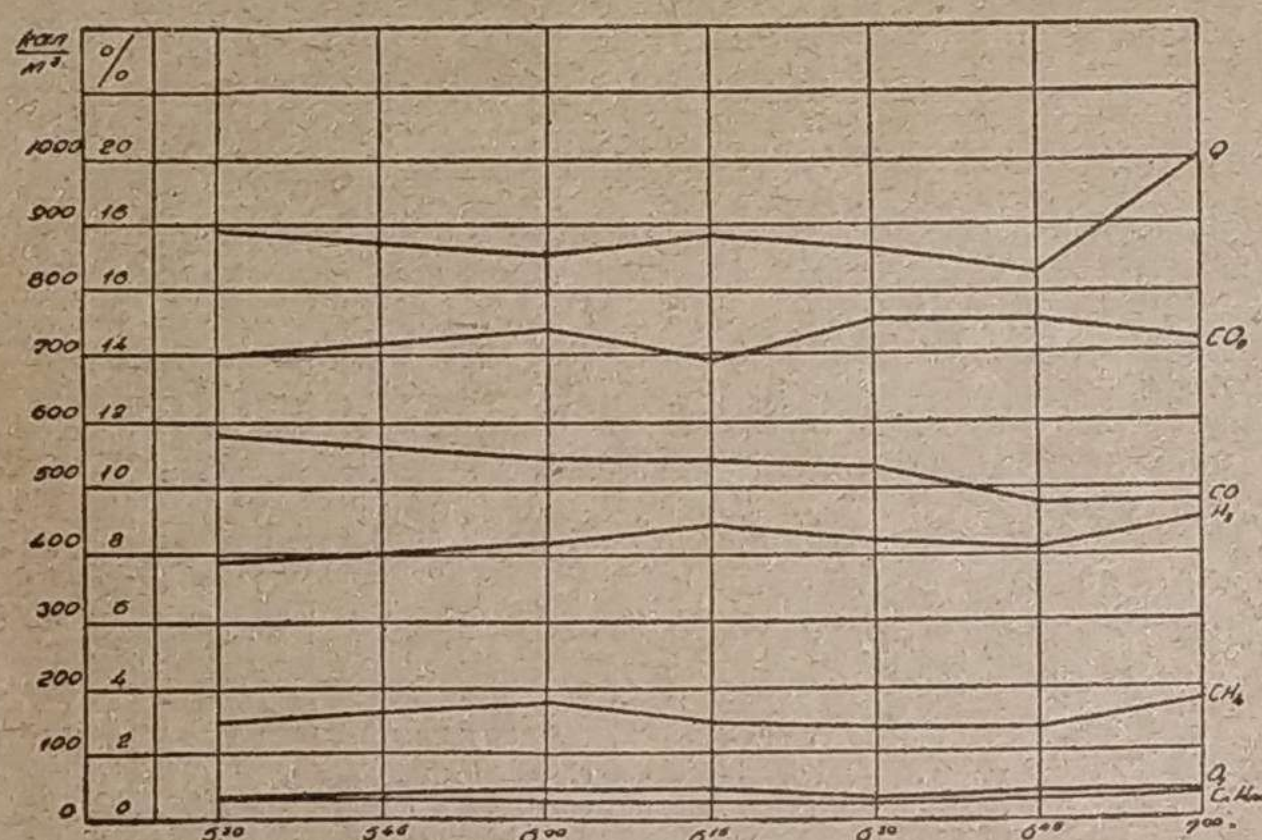


Рис. 9.

На рис. 8 показана зависимость качества газа от форсировки для топлива влажностью от 43 до 54%.

По оси абсцисс отложен расход воздуха в час, выраженный в кубических метрах, а по оси ординат — теплотворная способность генераторного газа, полученного при данных условиях опыта. Нижняя кривая соответствует высоте активного объема топлива, или высоте активной зоны $l = 250$ мм, вторая кривая $l = 500$ мм и третья — $l = 750$ мм.

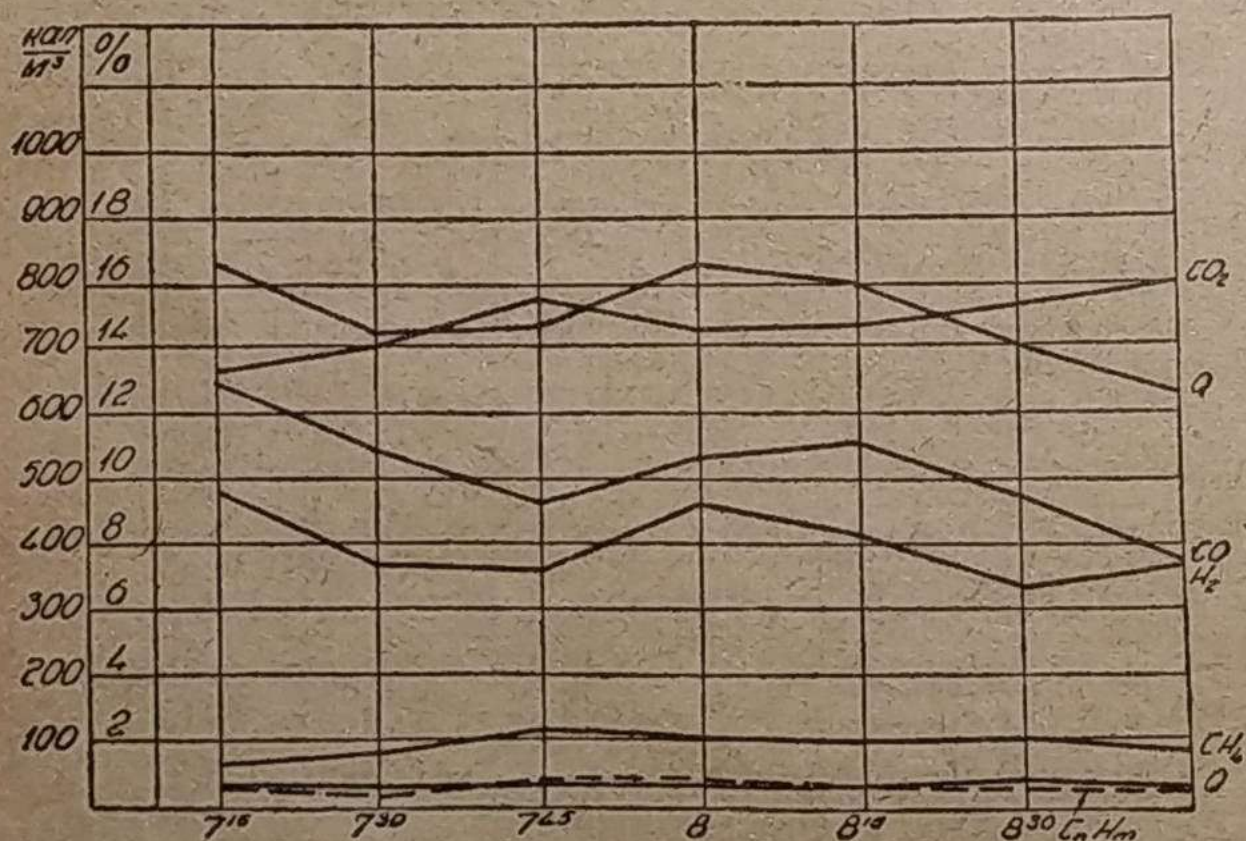


Рис. 10.

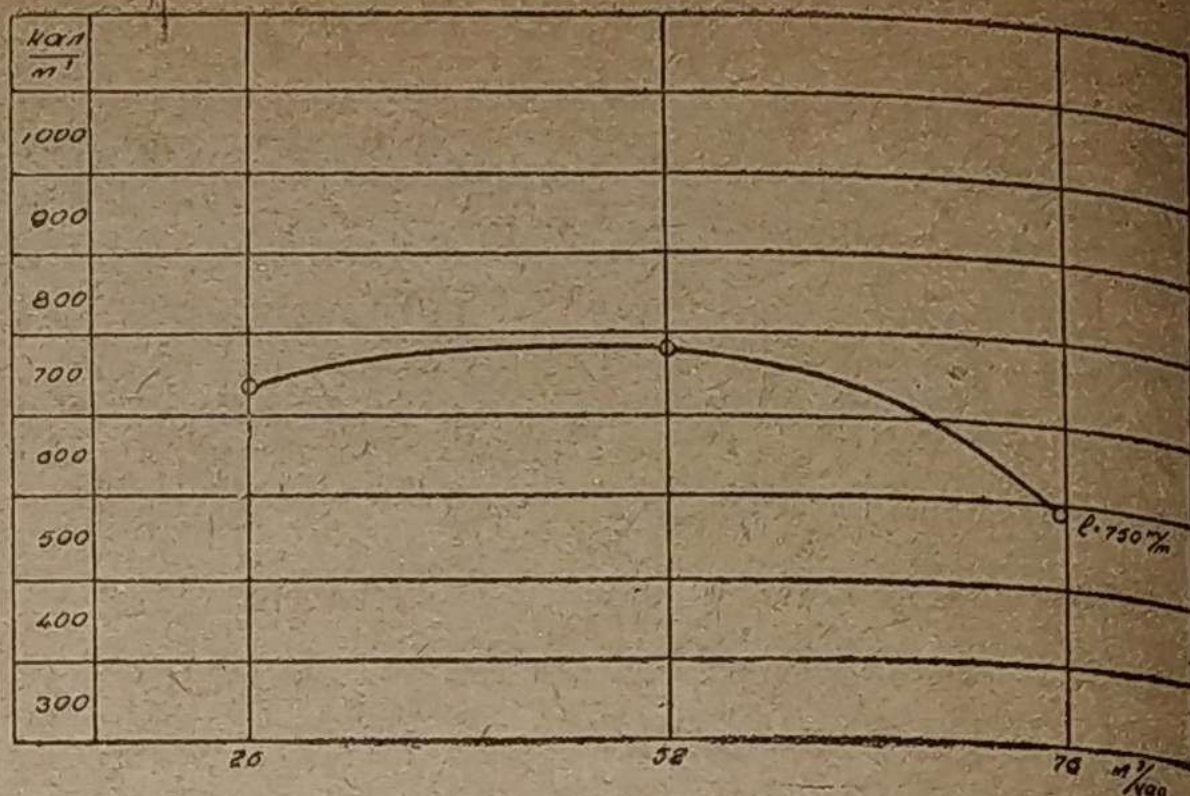


Рис. 11.

Из приведенных кривых мы заключаем, что наивыгоднейшая теплотворная способность газа получается при расстоянии от колосниковой решетки конца подводящей воздух трубы в 750 мм для всех трех форсировок генератора.

Колебание составных частей газа и теплотворная способность газов в течение соответствующих режимов генератора показаны на рис. 9 и 10.

В дальнейшем термин „расстояние от колосниковой решетки до конца подводящей воздух трубы“ заменим термином — „высота активной зоны“.

На рис. 11 представлена кривая, полученная при газификации того же топлива и при тех же форсировках, но увеличенного размера кусков $50 \times 50 \times 100$ мм. Активная зона при этом испытании была равна 750 мм.

На рис. 12 представлены сравнительные кривые, показывающие влияние размера кусков топлива на теплотворную способность газа. С увеличением размера кусков, калорийность газа сильно падает. Это обстоятельство надо учитывать в каждом частном случае для силового генератора отдельно. В виду этого рекомендуется по окончании монтажа соответствующей силовой газогенераторной установки провести пробные испытания для выяснения оптимальных условий ее работы, после чего дать инструкции обслуживающему персоналу для правильного обслуживания установки.

Опыты по газификации дров с влажностью от 35 до 37%

На рис. 13 представлена кривая, полученная при газификации топлива с содержанием влаги $w_p = 35 - 37\%$.

Из этой кривой, мы видим, что теплотворная способность газа с увеличением форсировки генератора при высоте активной зоны $l = 750$ мм очень мало возрастает и в среднем составляет 1100 кал/м³.

Опыты по газификации дров с влажностью от 16 до 19%

На рис. 14 представлены две кривые, полученные при газификации топлива с влажностью от 15 до 19%.

Условия опыта аналогичны предыдущим.

Из этих кривых мы видим, что теплотворная способность газа при газификации сухих дров при высоте зоны в 250 мм и 500 мм с увеличением форсировки генератора также увеличивается, а не па-

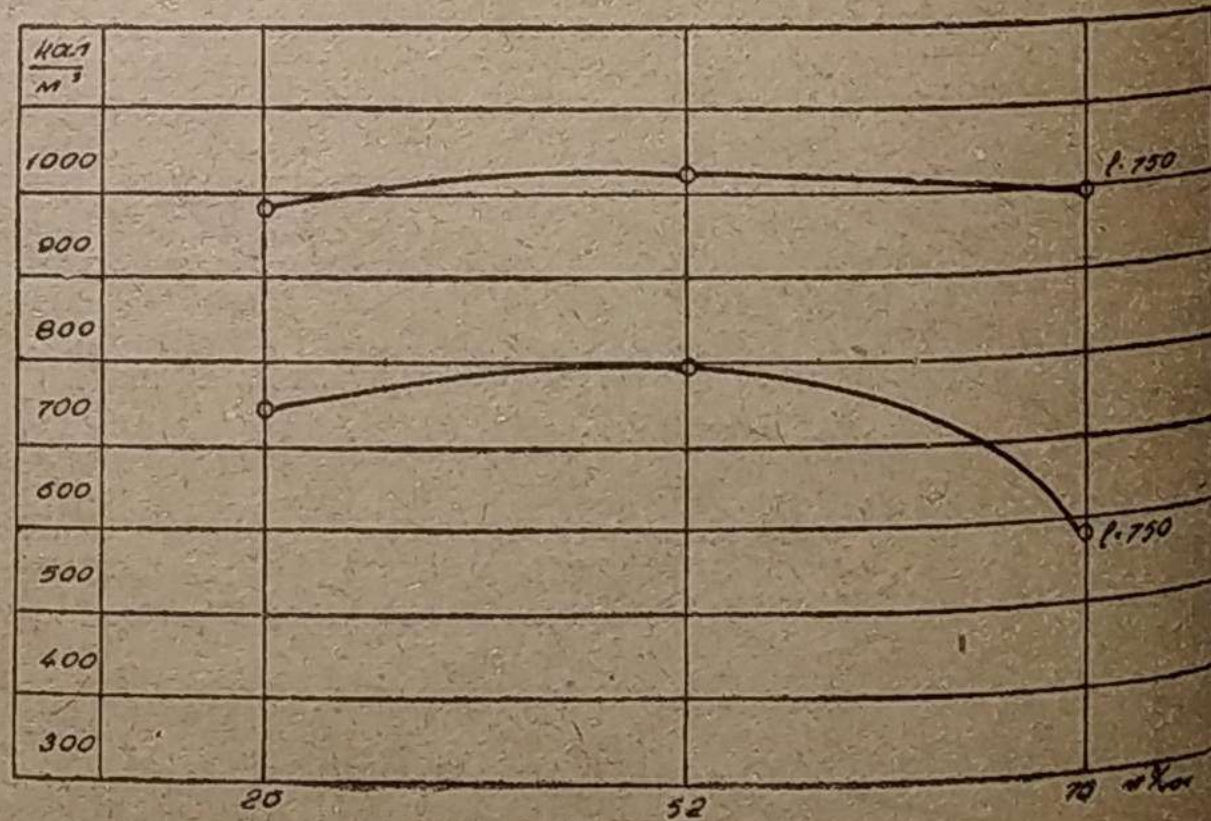


Рис. 12.

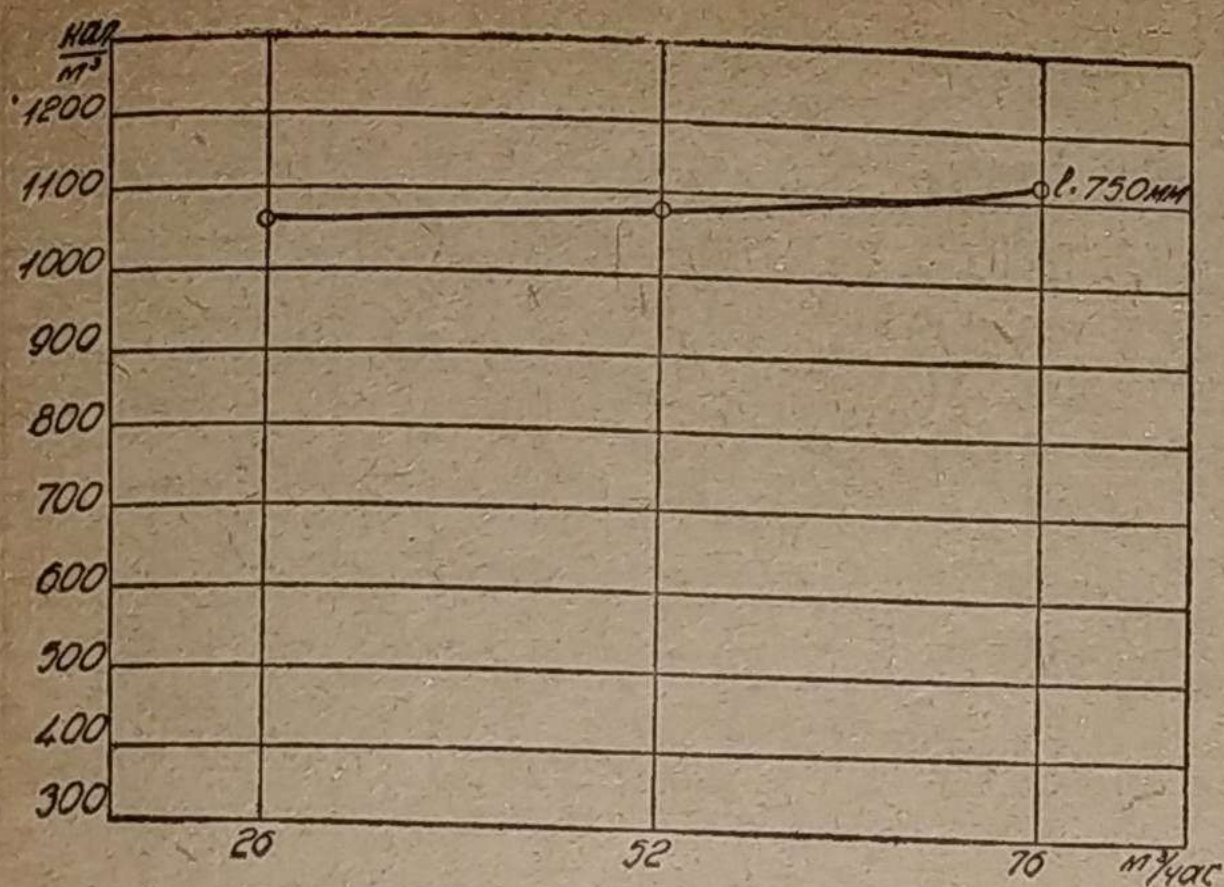


Рис. 13.

дает, как это имело место при газификации того же рода и размера, но более высокой влажности газифицируемого топлива, и лежит в пределах 1055—1275 кал/м³.

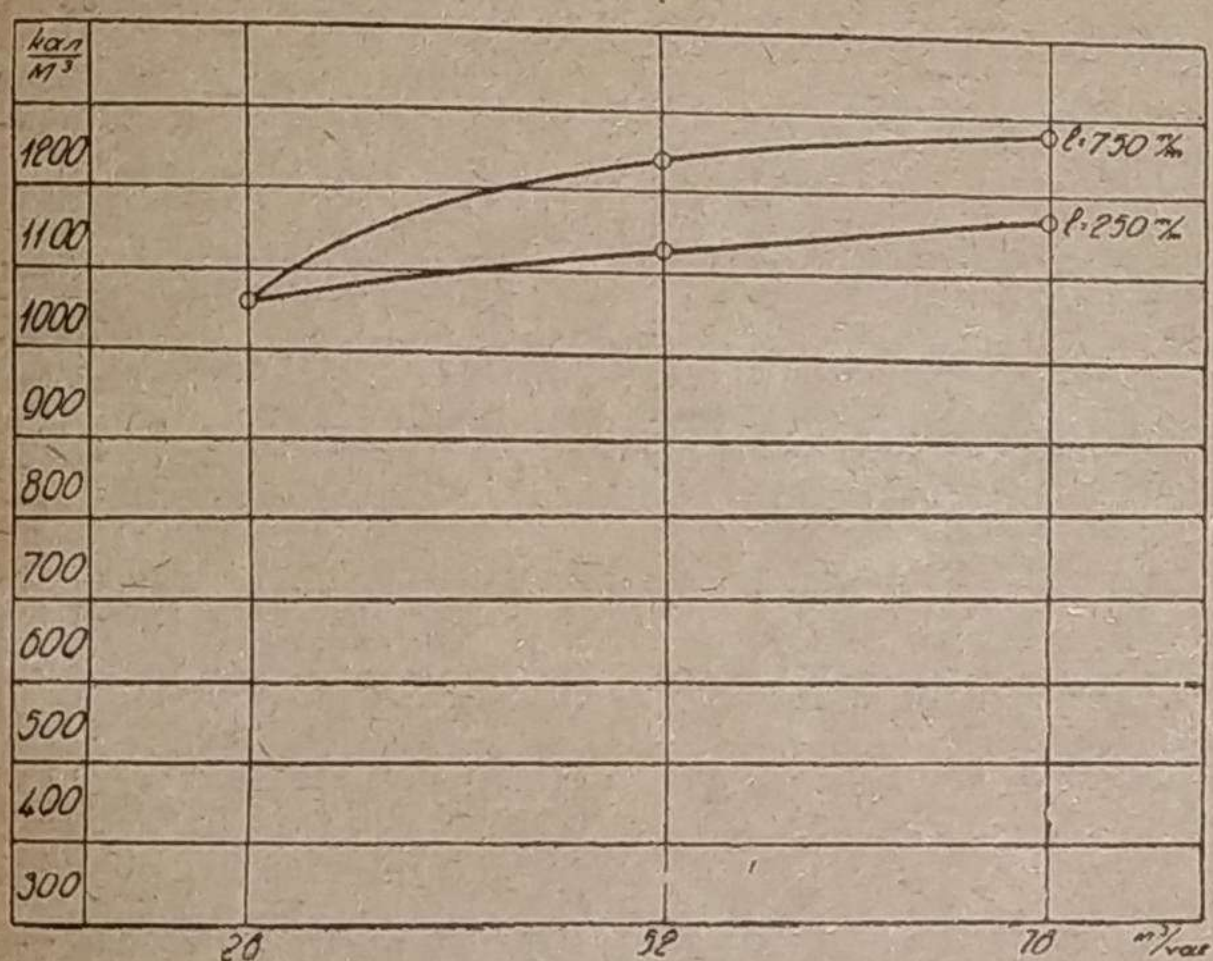


Рис. 14.

Контрольные опыты

Для получения более надежных результатов нами, как правило, проводилось два идентичных испытания для одного и того же случая исследования и из этих двух испытаний выводились средние результаты.

На рис. 15 представлены кривые теплопроизводительности газа в зависимости от высоты активной зоны.

Кривая $v = 26 \text{ м}^3/\text{час}$ показывает, что при одной и той же форсировке генератора, т. е. при одном и том же расходе воздуха, тепло-

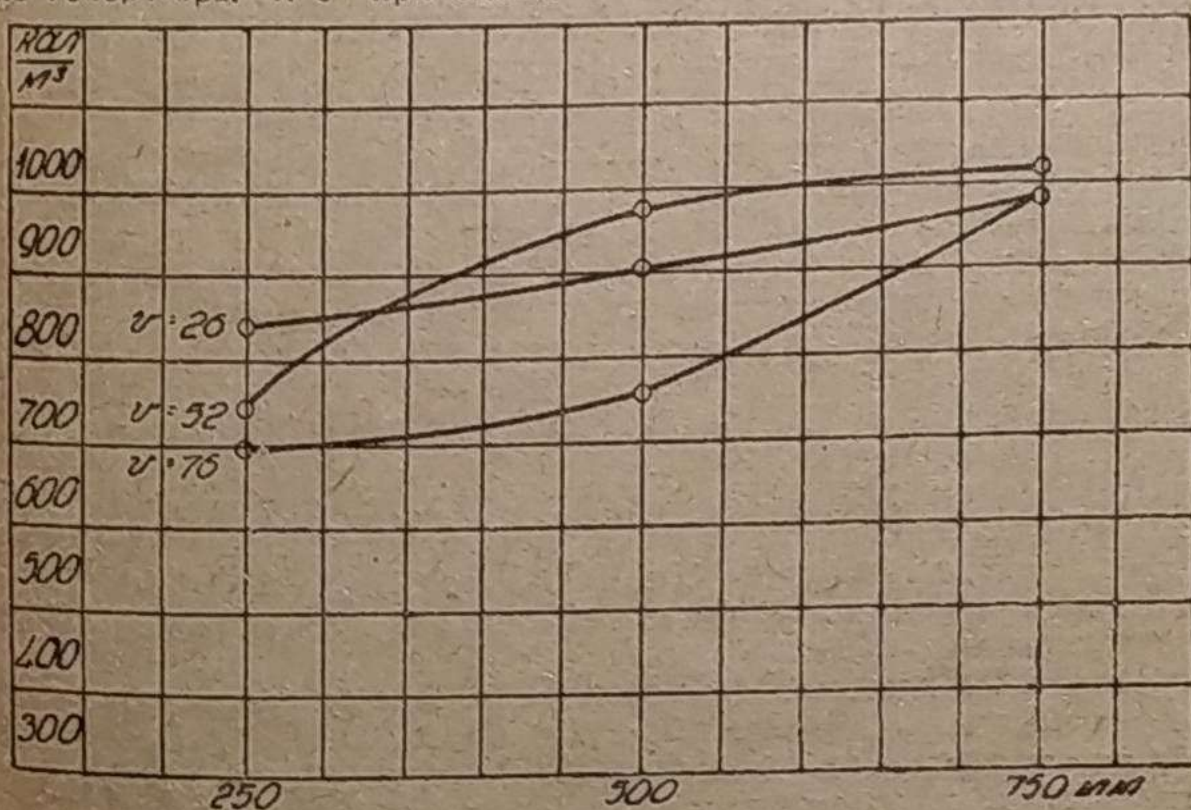


Рис. 15.

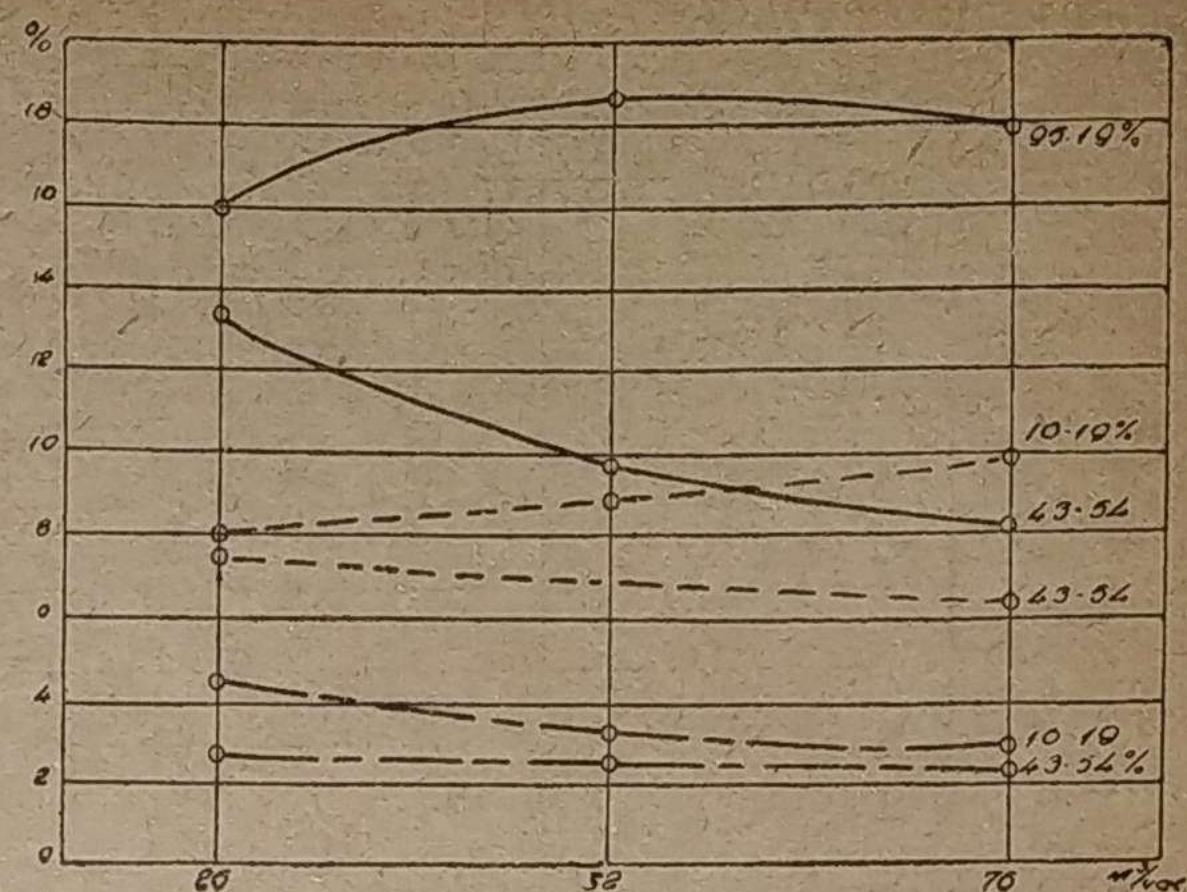


Рис. 16.

творная способность увеличивается с увеличением высоты активной зоны. Аналогичное увеличение происходит от теплотворной способности газа при форсировке генератора $v = 52 \text{ м}^3/\text{час}$ и $v = 76 \text{ м}^3/\text{час}$.

На рис. 16 и 17 представлены кривые горючих компонентов генераторного газа (CO , H_2 и CH_4) при высоте активной зоны $l = 250$

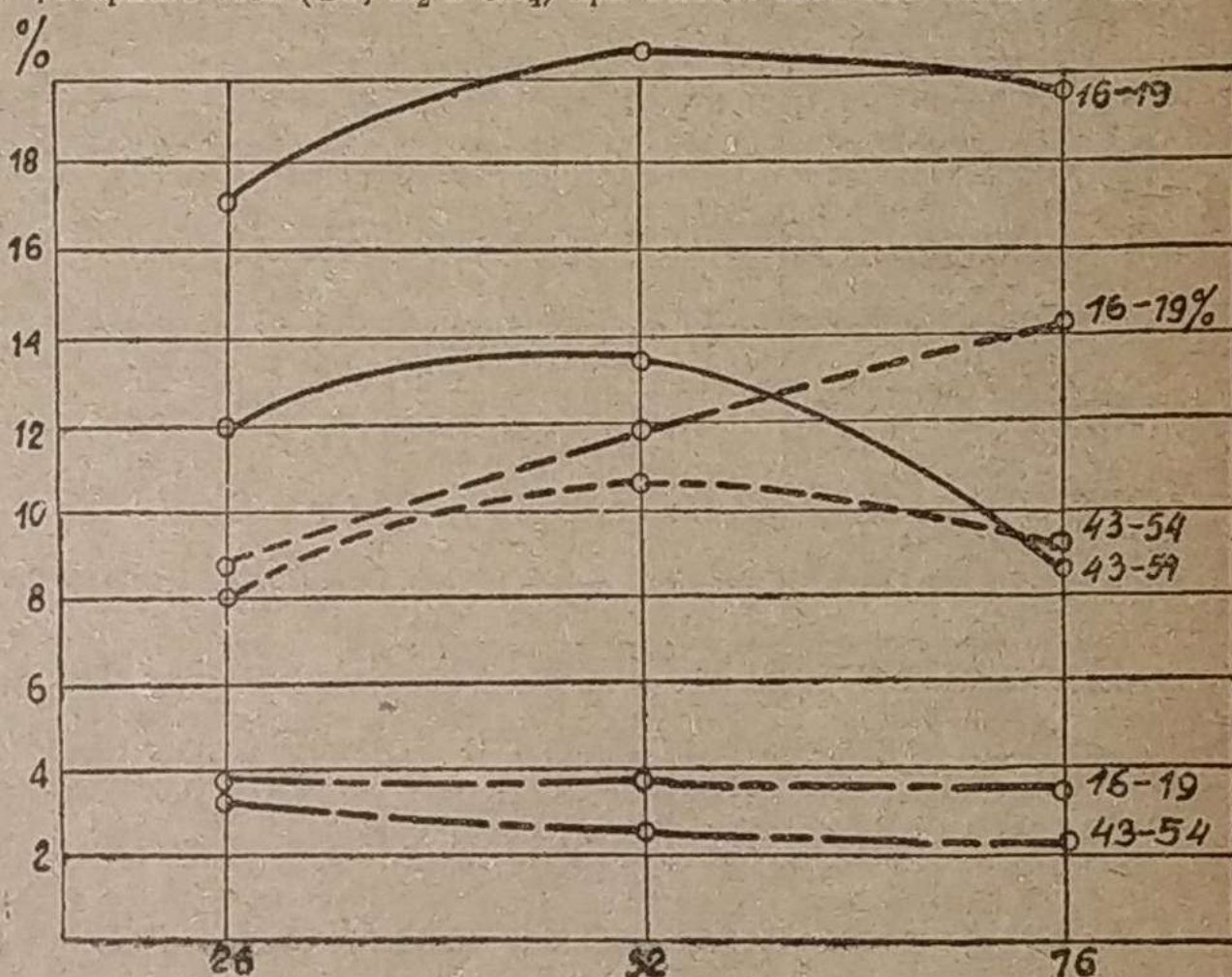


Рис. 17.

и $l = 500 \text{ мм}$ в зависимости от форсировки генератора. Увеличение влаги в древесине (сосна—ель) с 16—19 до 43—54% влечет понижение всех составных горючих компонентов, при всех трех форсировках генератора, т. е. 26, 52 76 м³/час.

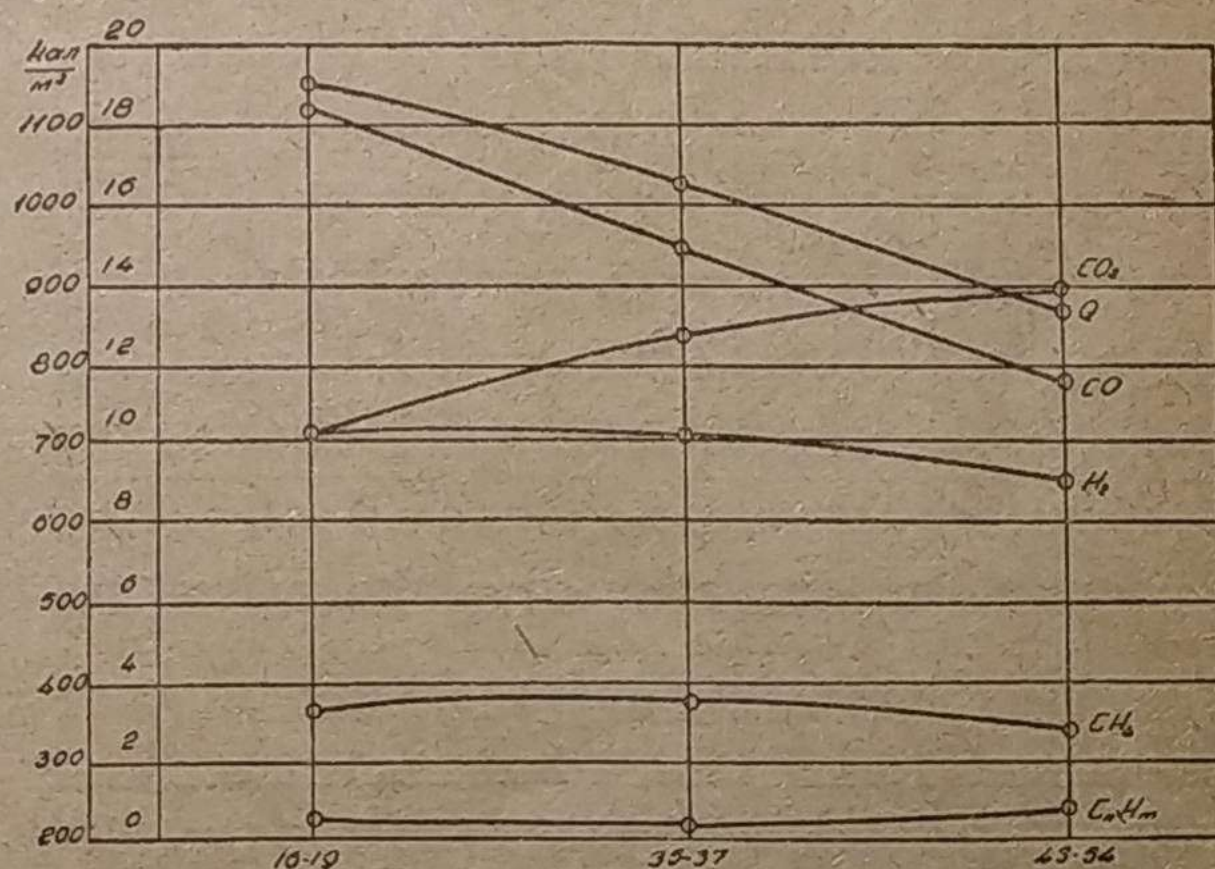


Рис. 18.

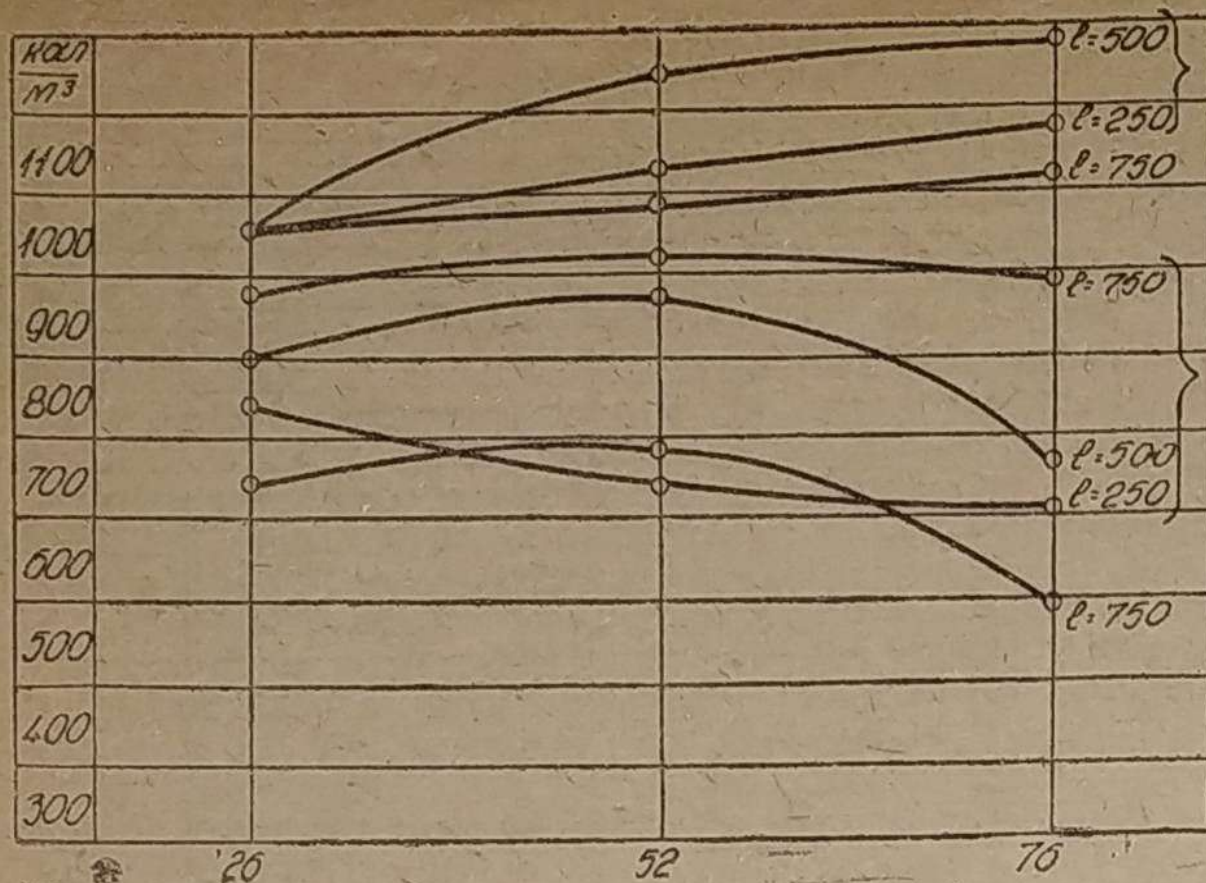


Рис. 19.

На рис. 18 представлены кривые изменения составных частей и калорийности газа в зависимости от влажности газифицируемого топлива. Из этих кривых следует, что с увеличением влажности этого рода топлива с 16—19% до 43—54% теплопроизводительность газа понижается с 1175 ккал/м³ до 875 ккал/м³, т. е. происходит падение на 300 ккалорий.

На это обстоятельство при эксплуатации газогенераторов, работающих по опрокинутому процессу, следует обратить соответствующее внимание, так как при понижении теплотворной способности газа мощность двигателя безусловно будет снижена.

Горючие компоненты газа, как это видно из рисунка, с увеличением влажности тоже уменьшаются. В особенности сильно падает процентное содержание CO, а падение содержания H₂ и CH₄, хотя и наблюдается, но не так значительно. Процентное содержание углекислоты CO₂ возрастает с 10,0% до 13,8%.

На рис. 19 представлены кривые теплопроизводительности газа в зависимости от форсировки генератора для различных влажностей и высоты активной зоны ($l = 250, 500$ и 750 м³/час), но для одного и того же рода топлива.

На основании многочисленных опытов по газификации древесины (сосна — ель) по опрокинутому процессу можно сделать следующий вывод.

1) С увеличением влажности с 16—19% до 43—54% генерируемого топлива теплопроизводительность газа уменьшается с 1275 до 755 ккал/м³.

2) С увеличением влажности генерируемого топлива с 16—19% до 43—54% составные горючие компоненты генераторного газа также понижаются: CO с 19,5% до 8,8%, H₂ — с 14,2% до 9,2%, а содержание углекислоты возрастает с CO₂ — с 9,3% до 14,8%.

3) С увеличением размера топлива с $25 \times 25 \times 100$ до $50 \times 50 \times 100$ мм теплопроизводительная способность газа понижается на 15—20%.

4) Оптимальная величина напряжения поперечного сечения генератора (форсировка генератора) для сухой древесины $w_p = 10—20\%$,

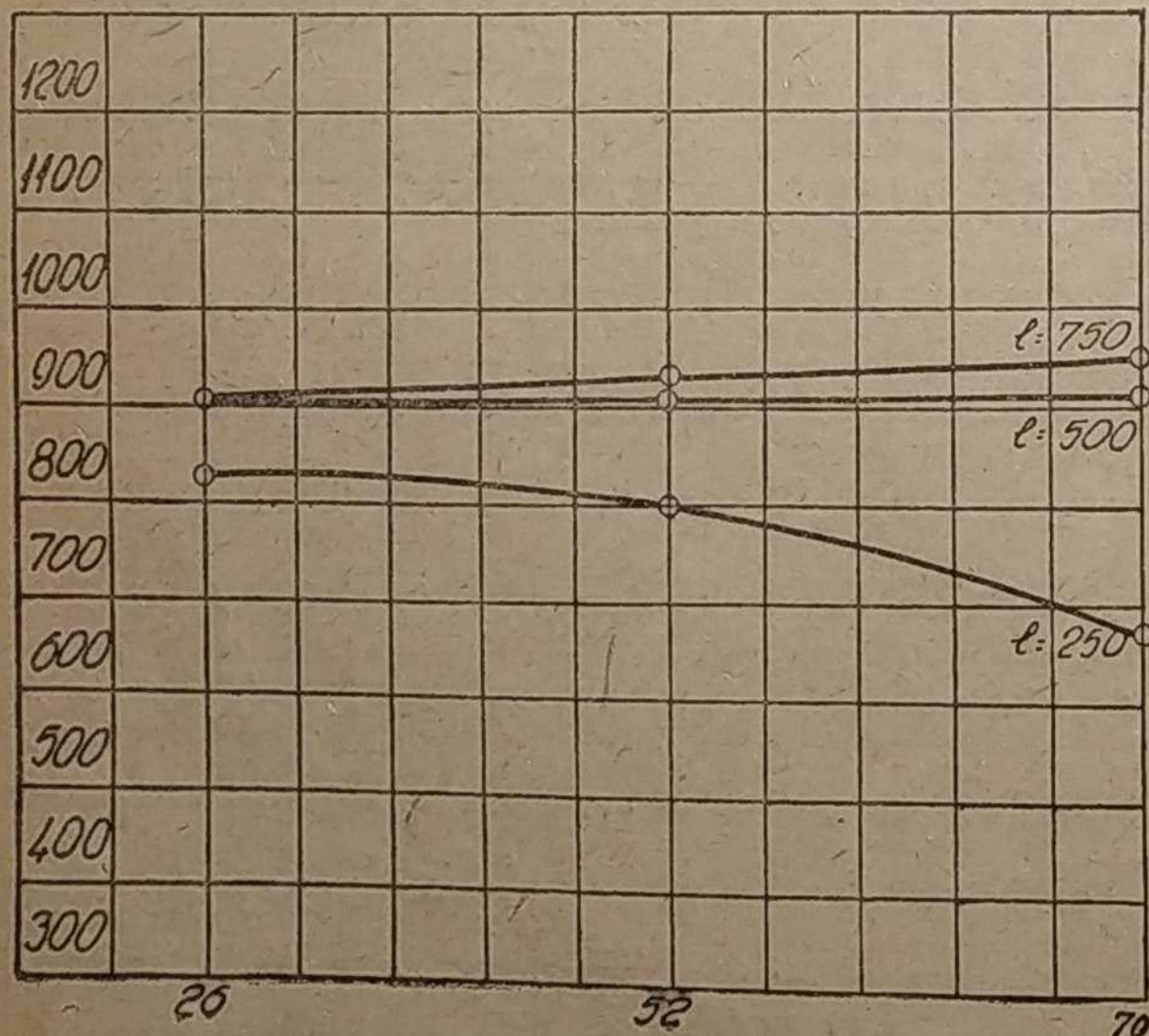


Рис. 20.

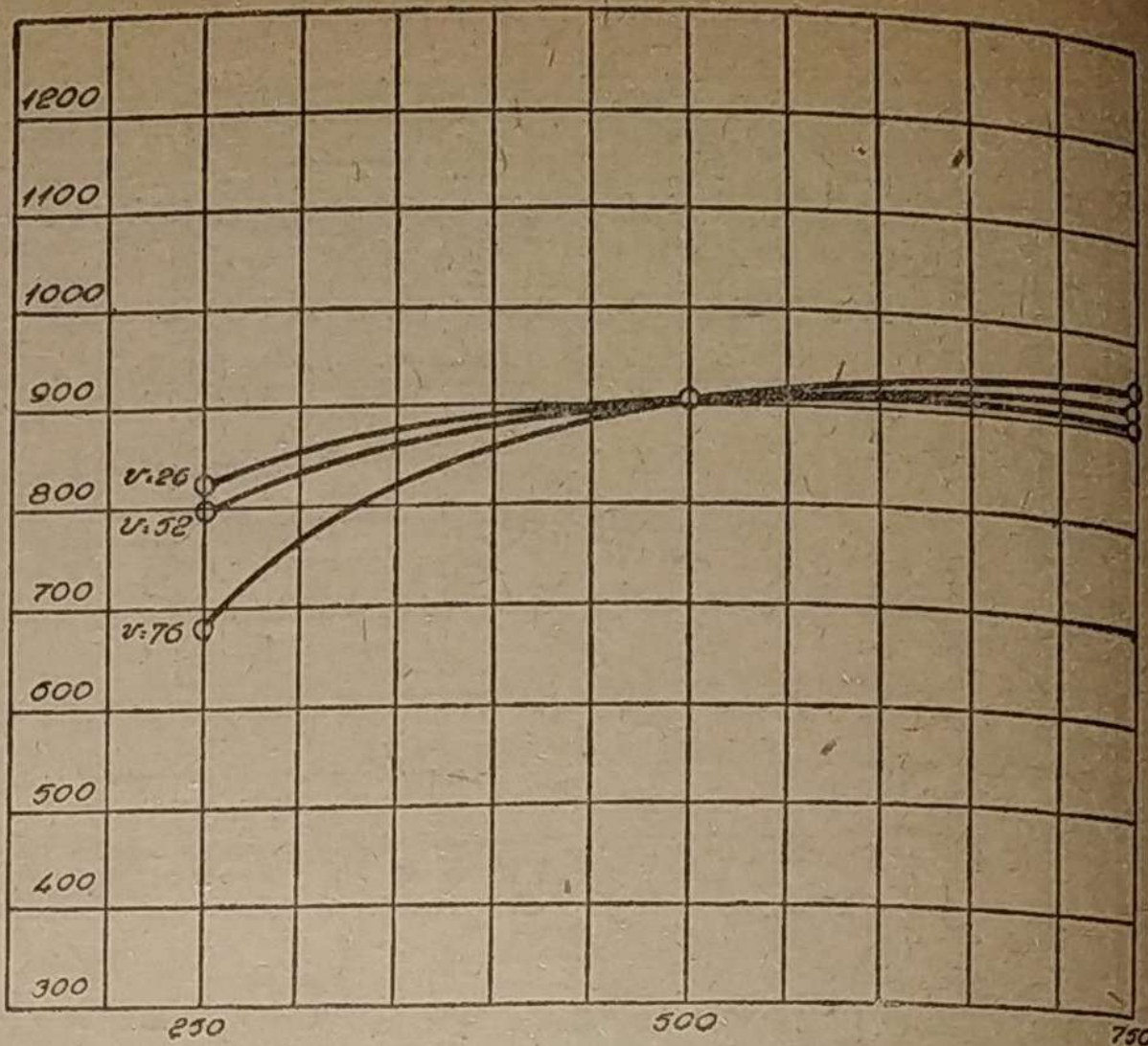


Рис. 22.

может быть рекомендована от 500 до 700 кг/м² или от 1 750 000 до 2 450 000 ккал/м² того же сечения.

5) Оптимальная высота активной зоны для сухой древесины $w_p = 10—20\%$ может быть рекомендована от 300 до 400 мм.

Опыты, проведенные по генерированию газа из древесины с влажностью от 43 до 54%, дали отрицательный результат, заключающийся в сильном падении теплотворной способности газа, а следовательно и понижении мощности двигателя, в неустойчивости режима генератора, т. е. в отпуске через 3—5 часов активной зоны на колосниковую решетку и в повышенном выделении смол.

Пути газификации древесины с повышенной влажностью в генераторах опрокинутого процесса следует наметить в предварительной их подсушке за счет физической теплоты генераторного и отработанных газов двигателя.

Опыты по газификации торфа

Опыты были проведены на торфе Шуваловских торфоразработок близ Ленинграда. Элементарный состав торфа нескольких испытанных партий мало колебался и в среднем составлял на сухую массу:

$C^e = 53,0\%$, $A^e = 5,50\%$, $Q_m = 5240$ ккал/кг, $H^e = 5,60\%$, $O^e + N^e = 35,90\%$.

Опыты были разбиты на следующие группы, примерно одной влажности: 1) $w_p = 13—14\%$, 2) $w_p = 19—22\%$, 3) $w_p = 38—48,4\%$.

Опыты по газификации этого торфа имели целью выяснить качество газа в зависимости от следующих параметров: 1) от форсировки генератора (от количества воздуха, подаваемого в час), 2) от высоты активной зоны, 3) от влажности газифицируемого топлива, 4) от размера газифицируемого топлива.

Генерирование проводилось на генераторе ВНИДИ-1. Продолжительность одного опыта 6—7 часов, а каждого установившегося режима (определенной форсировки генератора) — $1\frac{1}{2}$ часа. Разжиг генератора при всех испытаниях производился на древесном угле, т. е. генератор засыпался углем до уровня конца подводящей воздух трубы и после этого производилась засыпка исследуемого топлива. Данные экспериментального исследования обработаны по вышеизложенному методу.

Опыты по газификации торфа с влажностью 38—48,4%

На рис. 20 представлена зависимость качества полученного газа от форсировки генератора для топлива размером 35×65 мм. Размер топлива 35×65 мм устанавливался предварительным измельчением торфа и пропусканием его через грохоты указанных размеров. Нижняя кривая иллюстрирует теплотворную способность газа полученного при высоте активной зоны в 250 мм. Вторая кривая иллюстрирует теплопроизводительность газа при высоте активной зоны в 500 мм и третья — при высоте активной зоны в 750 мм.

При высоте активной зоны в 250 мм увеличение форсировки генератора с 26 до 76 м³/час уменьшает теплопроизводительность газа с 827 до 676 ккал/м³ (рис. 20).

При высоте активной зоны в 500 мм увеличение форсировки генератора с 26 до 76 м³/час не влияет на калорийность газа 900—905 ккал/м³ и при высоте активной зоны в 750 мм увеличение форсировки генератора с 26 до 76 м³/час, также не влияет на теплопроизводительность газа — 912—939 ккал/м³.

На рис. 22 представлена зависимость теплопроизводительности газа от высоты активной зоны — в 250 мм, в 500 мм и в 750 мм.

При форсировке генератора $v = 26$ м³/час, увеличение высоты активной зоны с 250 до 750 мм повышает теплопроизводительность

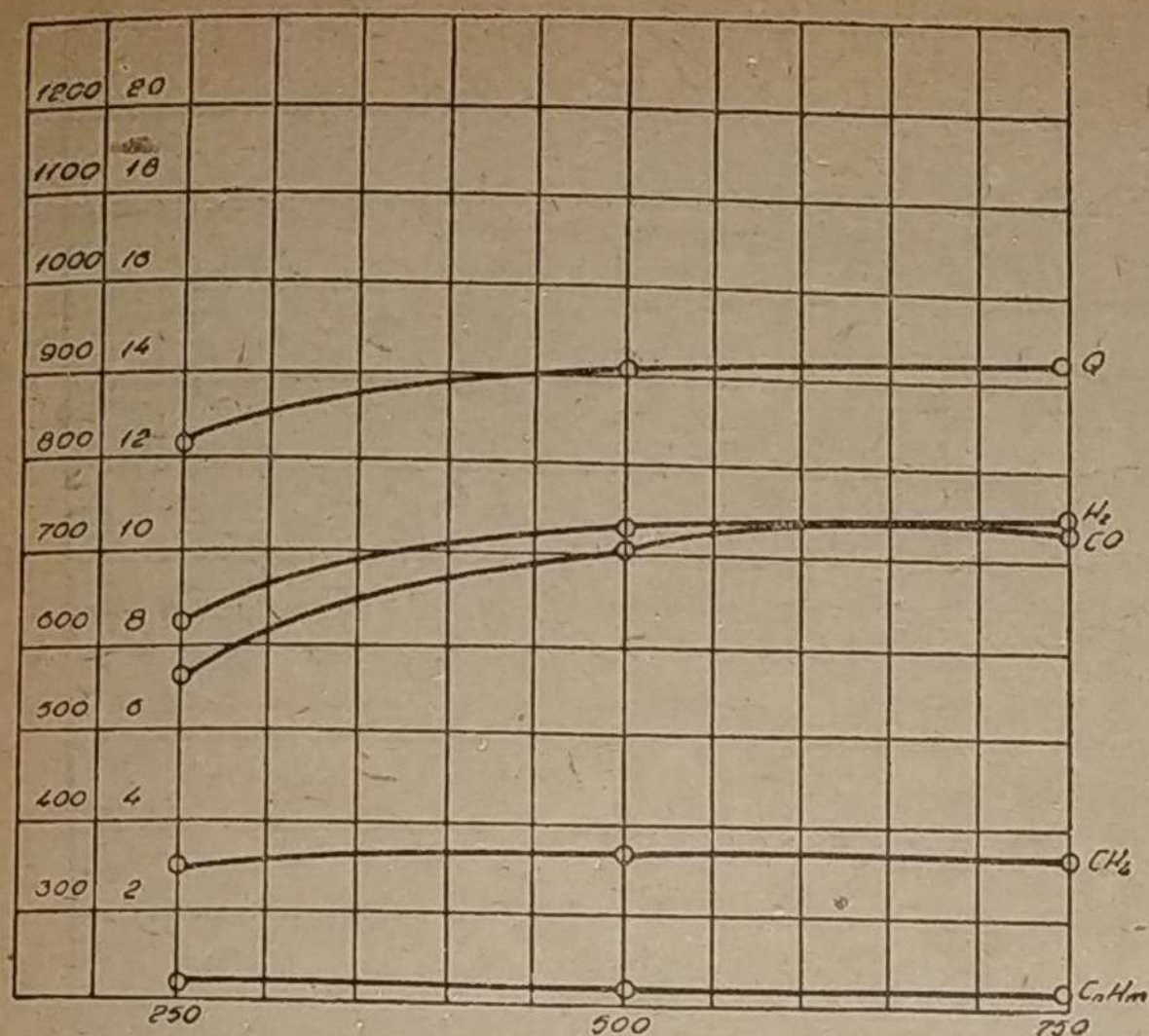


Рис. 23.

газа с 827 до 912 ккал/м³, а при форсировке генератора $v = 52$ м³/час воздуха теплопроизводительность возрастает с 794 до 924 ккал/м³ и при форсировке генератора $v = 76$ м³/час калорийность газа возрастает с 679 до 938 ккал/м³.

На рис. 23 представлены кривые горючих компонентов генераторного газа CO, H₂ и CH₄ в зависимости от высоты активной зоны, а также и его теплопроизводительность.

Опыты по газификации торфа влажностью от 19 до 22%

Торф этой влажности был исследован двух размеров: 17×50 мм и 75×125 мм при трех форсировках генератора, т. е. 1) $v = 26$ м³/час, $v = 52$ м³/час и $v = 76$ м³/час для каждого размера и трех активных зон в 250 мм, в 500 мм и в 750 мм.

На рис. 24 представлена зависимость качества полученного газа от форсировки генератора. Размер торфа 17×50 мм. Разжиг генератора производился на древесном угле, как и в предыдущих опытах.

При высоте активной зоны в 250 мм с увеличением форсировки генератора с 26 до 76 м³/час воздуха, теплотворная способность газа понижается с 1295 до 965 ккал/м³.

При высоте активной зоны в 500 мм с увеличением форсировки генератора с 26 до 76 м³/час теплотворная способность газа понижается с 1230 до 1177 ккал/м³. Аналогичное понижение калорийности газа наблюдается при увеличении форсировки генератора при высоте активной зоны в 750 мм.

Здесь следует заметить, что наблюдаемое понижение теплотворной способности газа может происходить не только за счет повышения форсировки генератора, но также и за счет образования шлака при форсировке генератора $v = 76$ м³/час.

Процесс образования генераторного газа, т. е. CO, H₂, CH₄, C₂H₄ и CO₂ зависит примерно от следующих факторов: 1) от скорости протекания процесса в генераторе, т. е. от форсировки генератора, 2) от температуры активной зоны в генераторе, 3) от высоты активной зоны генератора, 4) от рода, размера и влажности газифици-

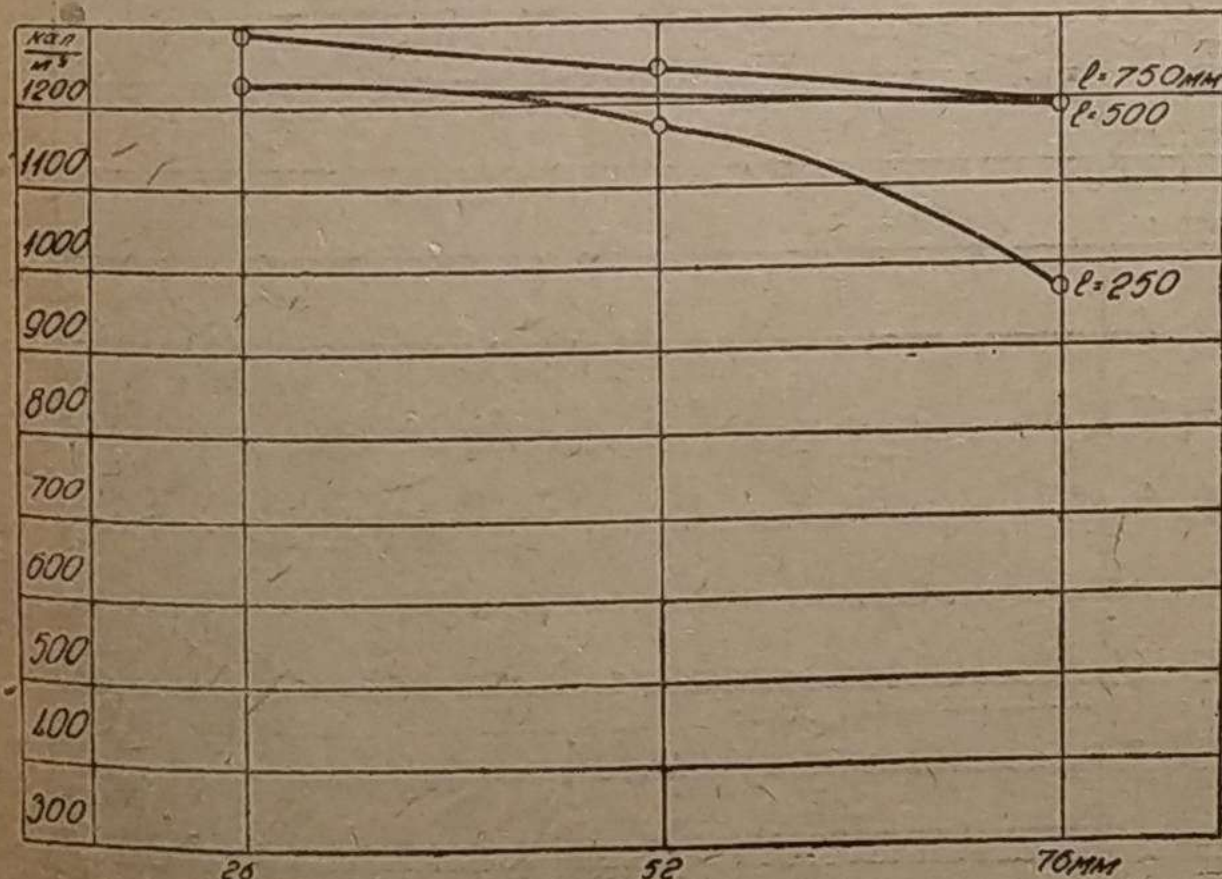


Рис. 24.

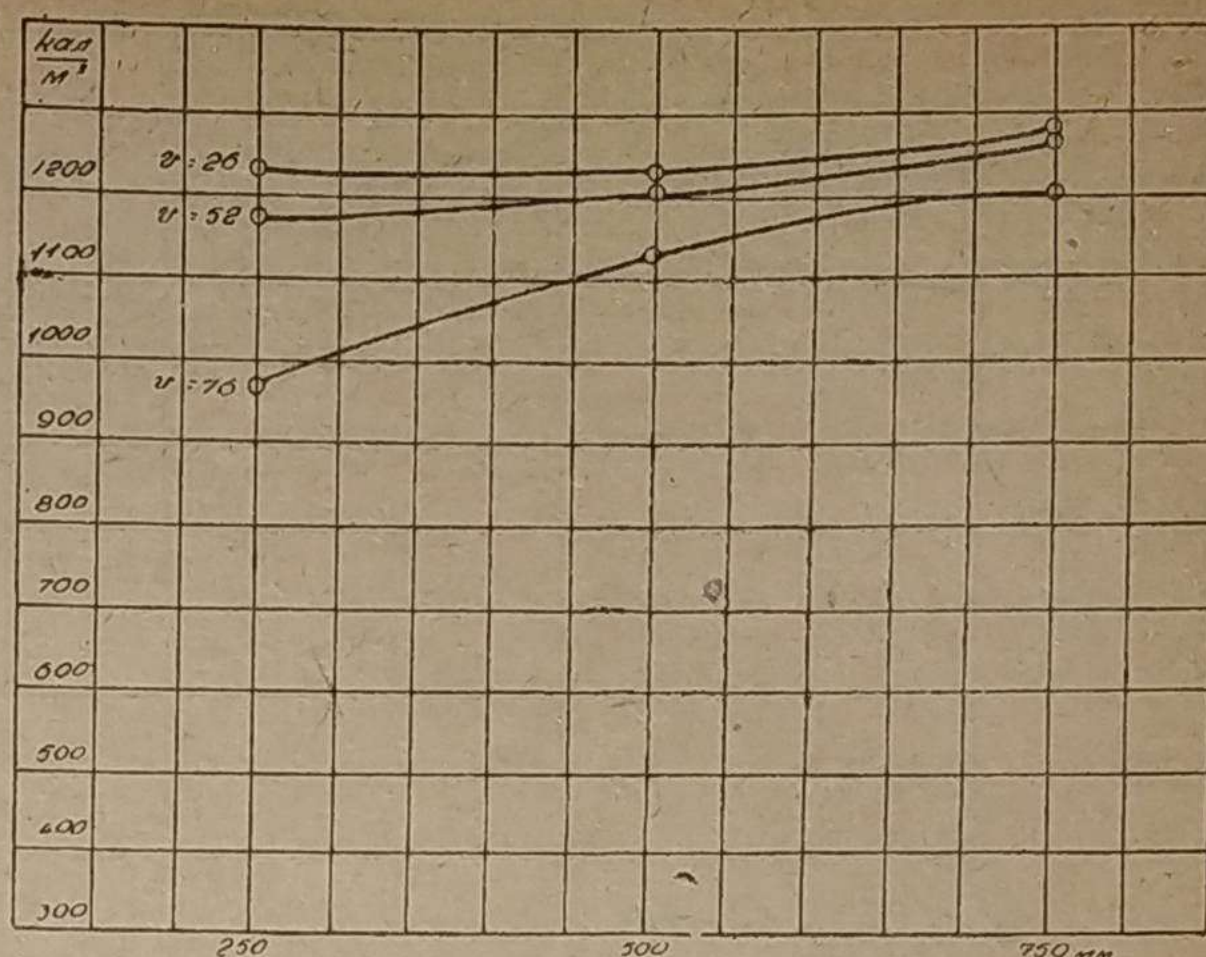


Рис. 25.

руемого топлива и 5) от скорости образования шлака и еще ряда факторов.

На рис. 25 представлена зависимость качества газа от высоты активной зоны (топливо 17×50 мм). Наивыгоднейшая калорийность

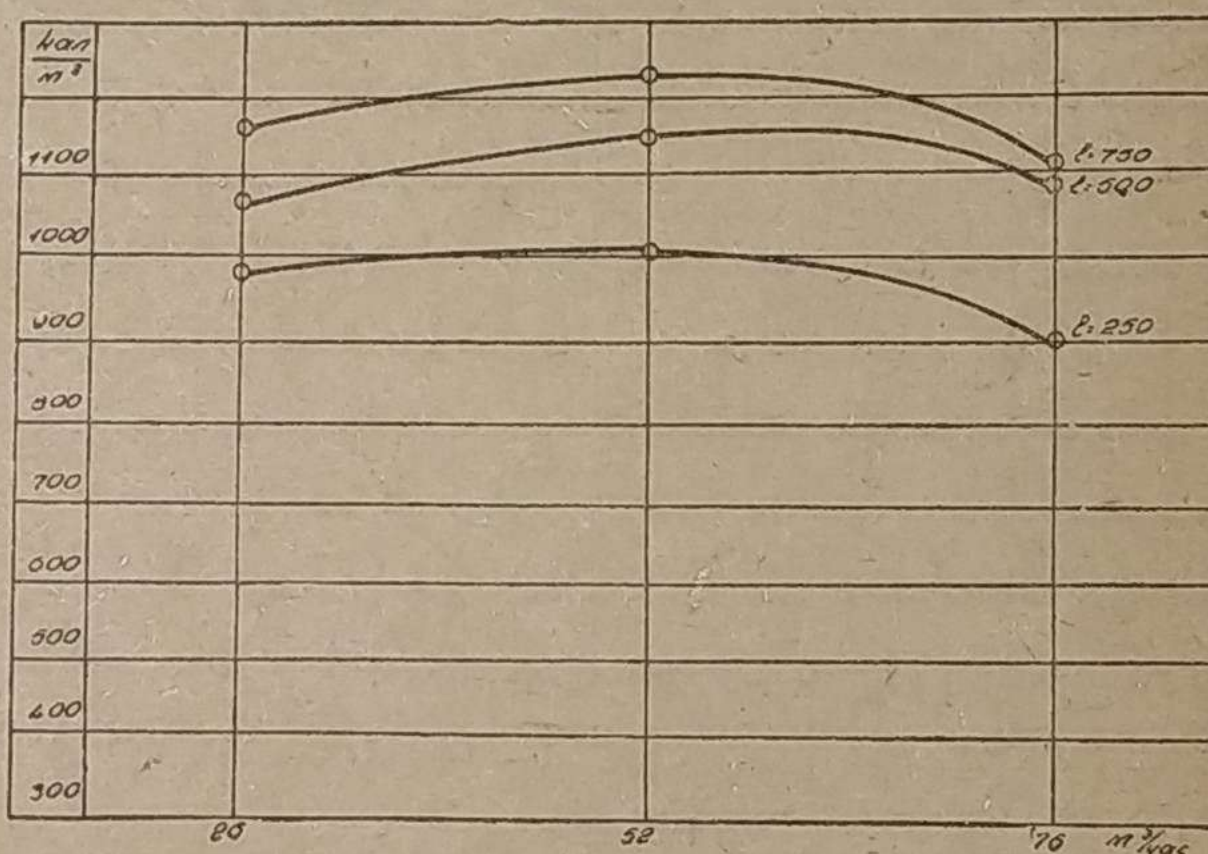


Рис. 26.

газа получается для всех высот активных зон, т. е. в 250 мм, в 500 мм и в 750 мм при форсировке генератора равной 26 м³/час воздуха.

Высокая калорийность газа в среднем 1200 ккал/м³ получена также при всех указанных выше высотах активной зоны при форсиров-

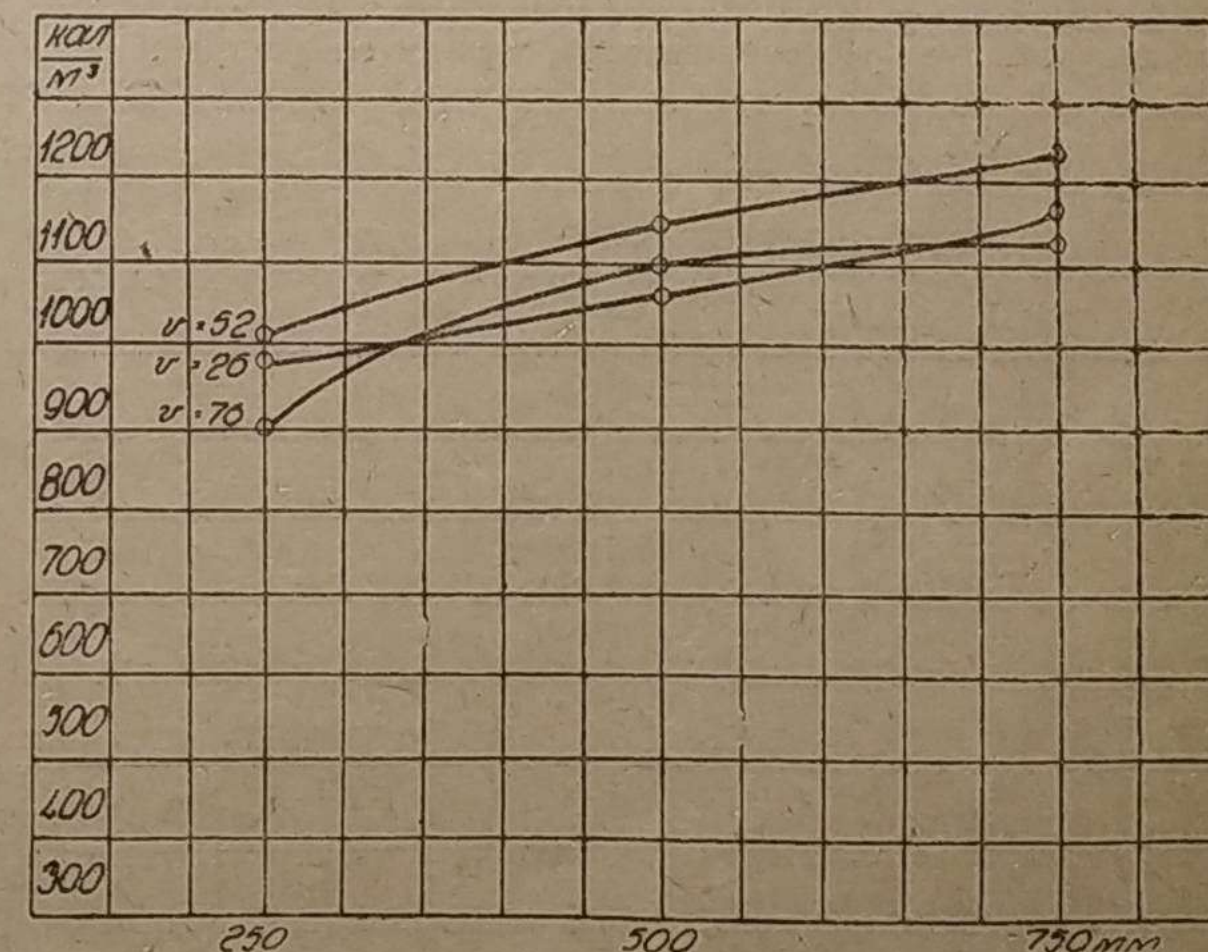


Рис. 27.

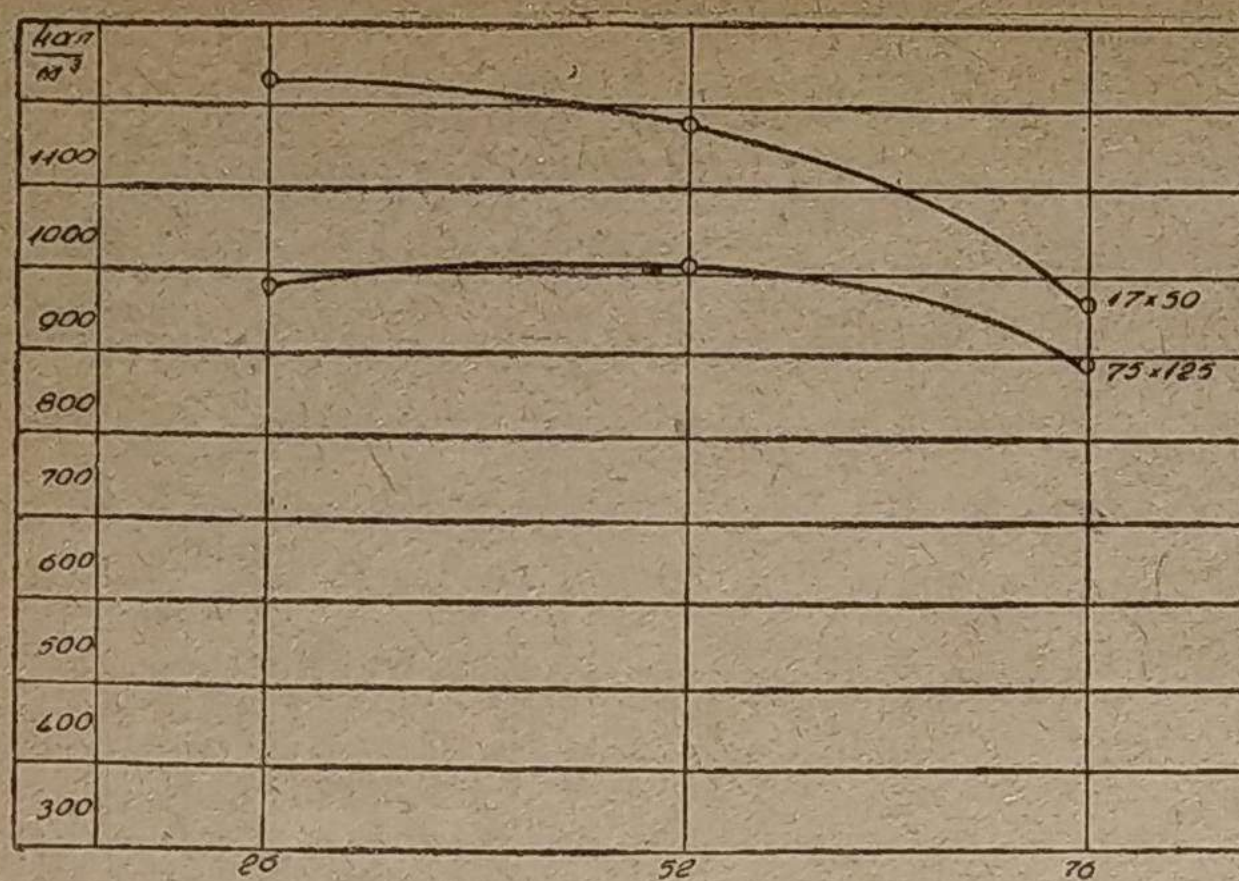


Рис. 28.

ке генератора равной $v = 52$ м³/час воздуха. И наиболее низкая калорийность газа получена при форсировке генератора равной $v = 76$ м³/час воздуха. Причину для последнего случая следует искать в шлакообразовании и опускании активной зоны.

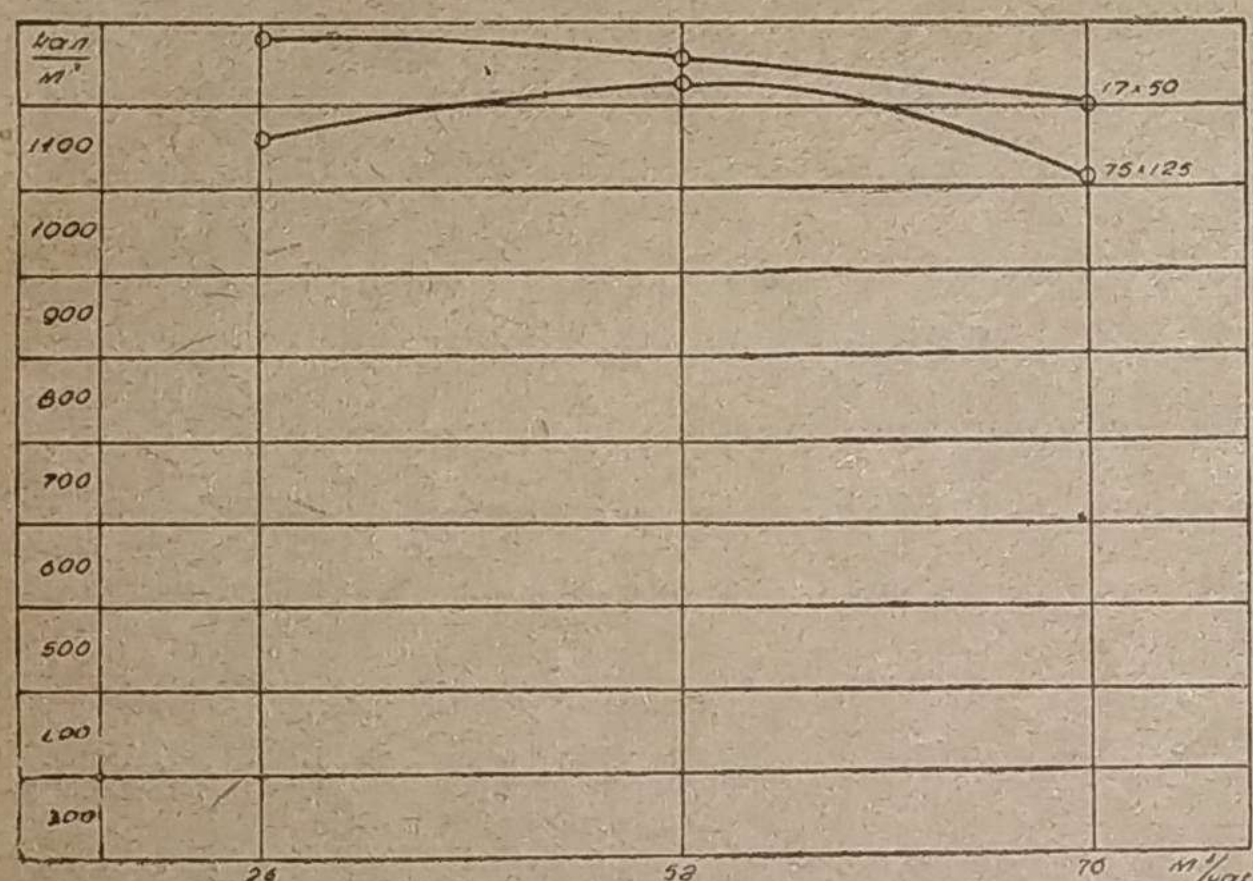


Рис. 29.

Газификация торфа размером 75×125 мм, влажностью 16–19%, имела своей целью выяснить влияние кусков топлива на тепло-творную способность газа

На рис. 26 представлена зависимость теплопроизводительности газа от форсировки генератора (расход воздуха в час). Из приведенных кривых мы видим, что с увеличением форсировки генератора с 26 м³/час воздуха до 52 м³/час калорийность газа во всех случаях возрастает, а при увеличении форсировки генератора с 52 до

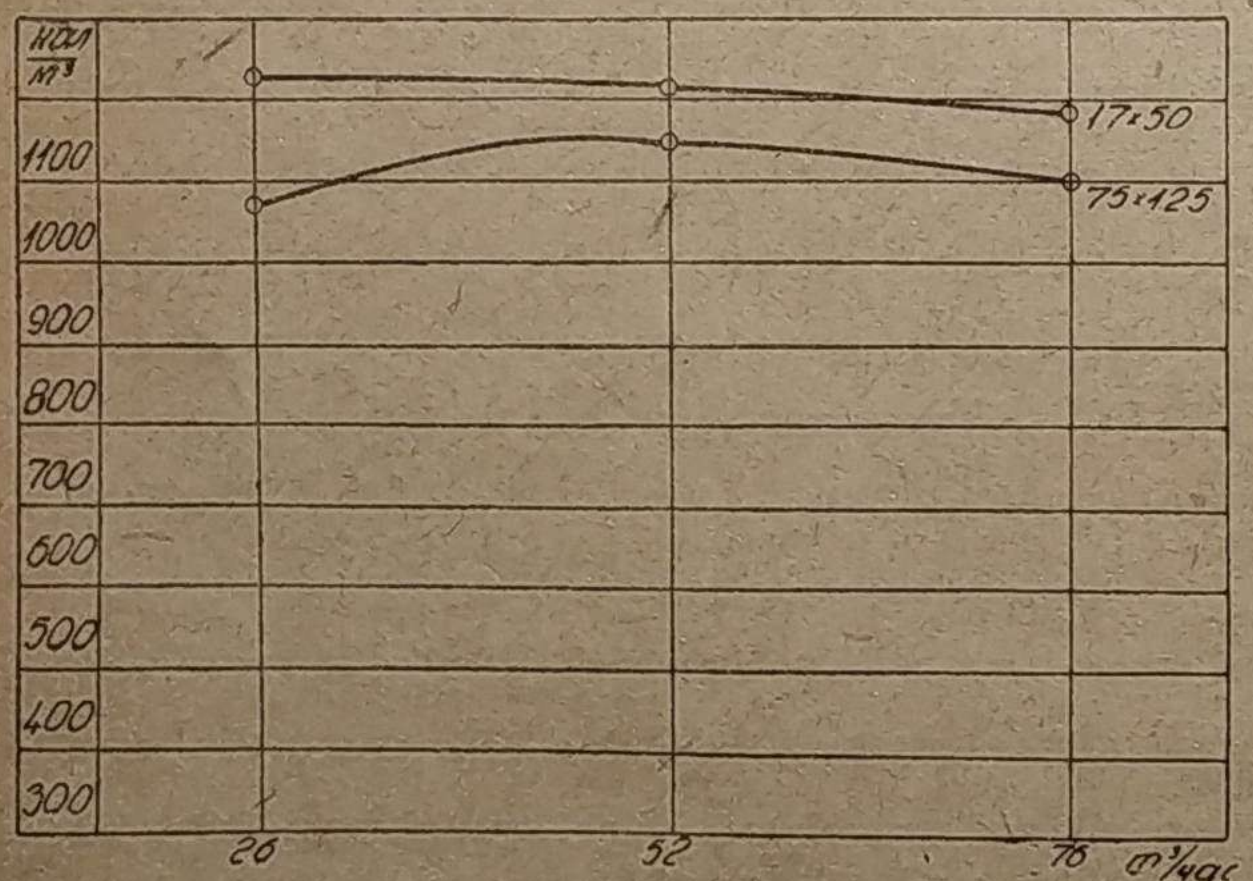


Рис. 30.

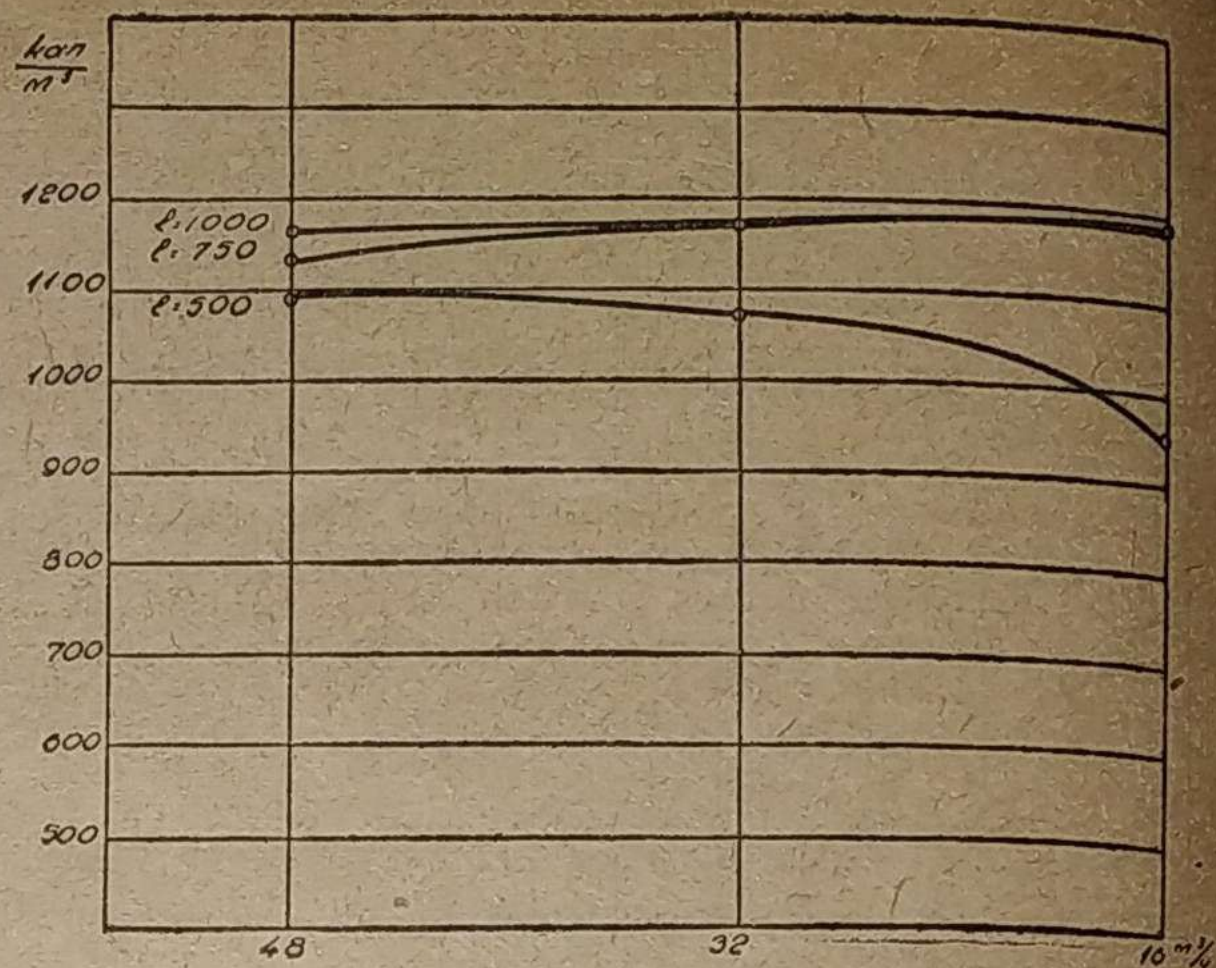


Рис. 31.

76 м³/час калорийность газа падает, аналогично предыдущему исследованию с размером торфа 17×50 мм.

На рис. 27 представлена зависимость качества газа от высоты активной зоны. Из приведенных кривых видно, что наиболее выгодная калорийность газа при форсировке генератора $v = 52$ м³/час для всех трех активных зон.

На рис. 28, 29 и 30 представлены сравнительные кривые тепло-творной способности генераторного газа, для торфа одинаковой влажности, но различного размера, т. е. размер 17×50 и 75×125 мм.

На рис. 28 кривые иллюстрируют теплопроизводительность газа при высоте активной зоны в 250 мм, а на рис. 29—при высоте активной зоны в 500 и на рис. 30—в 750 мм.

Опыты по газификации лесосечных отходов

Элементарный анализ на сухую массу лесосечных отходов в среднем составил: $C^c = 50,88\%$, $H^c = 5,74\%$, $Q^c = 4866$ кал/кг.

Влажность генерируемого топлива на рабочую массу лежала в пределах от $w_p = 13 - 16\%$. Размер топлива $25 \times 25 \times 100$ мм.

Опыты по газификации этого топлива имели своей целью выяснить качество газа в зависимости от форсировки генератора и от высоты активной зоны.

Генерирование проводилось на опытной установке ВНИДИ-1. Продолжительность каждого опыта 6–7 часов, а каждого установившегося режима—1½ часа.

Разжиг генератора производился на древесном угле.

На рис. 31 представлена зависимость качества газа от форсировки генератора.

Кривая газа при высоте активной зоны в 500 мм иллюстрирует, что при увеличении форсировки генератора с $v = 26$ до $v = 76$ м³/час, калорийность газа падает с 1090 до 950 кал/м³.

Кривая газа при высоте активной зоны в 750 мм иллюстрирует повышение теплопроизводительности газа для указанных форсиро-

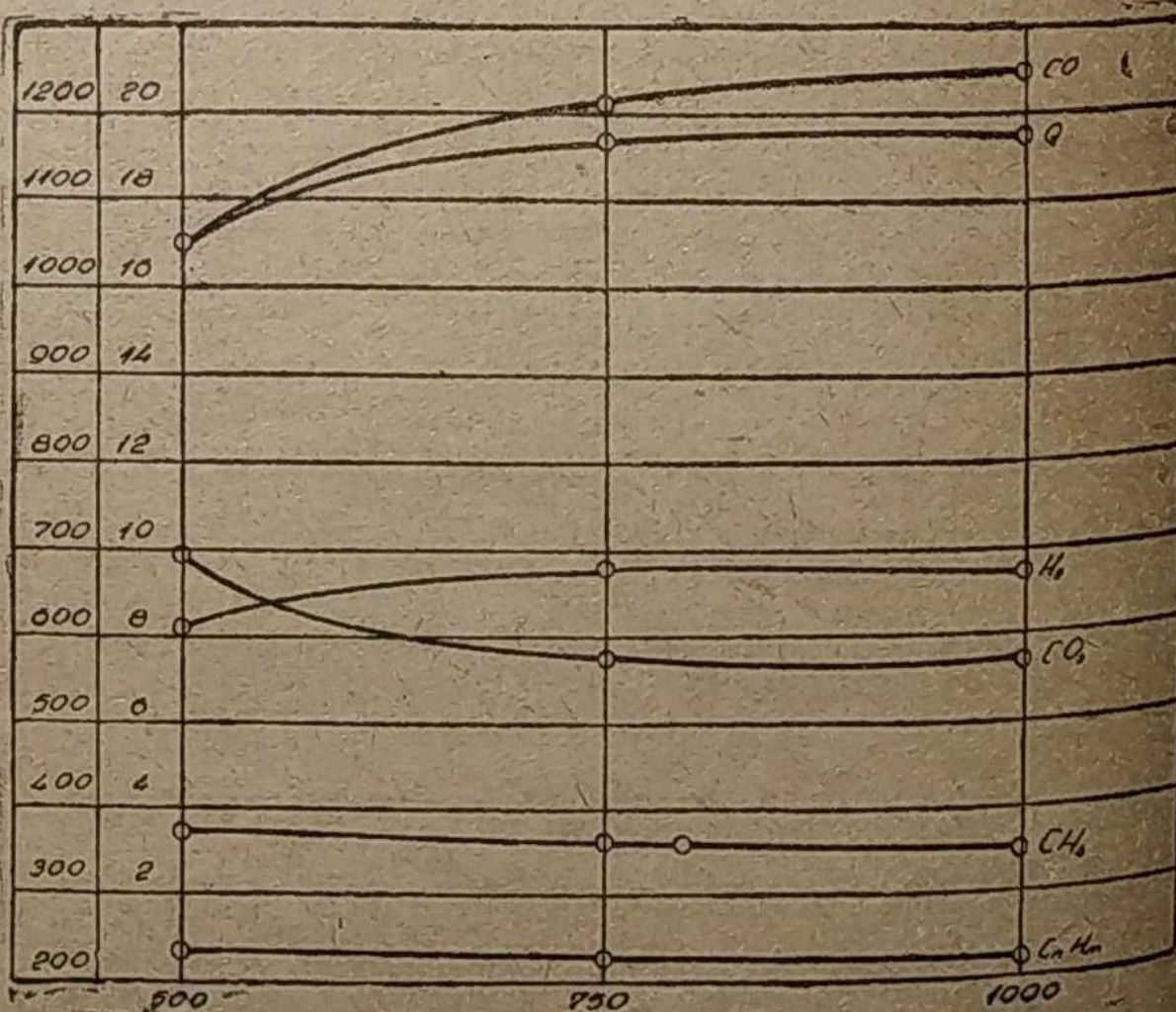


Рис. 32.

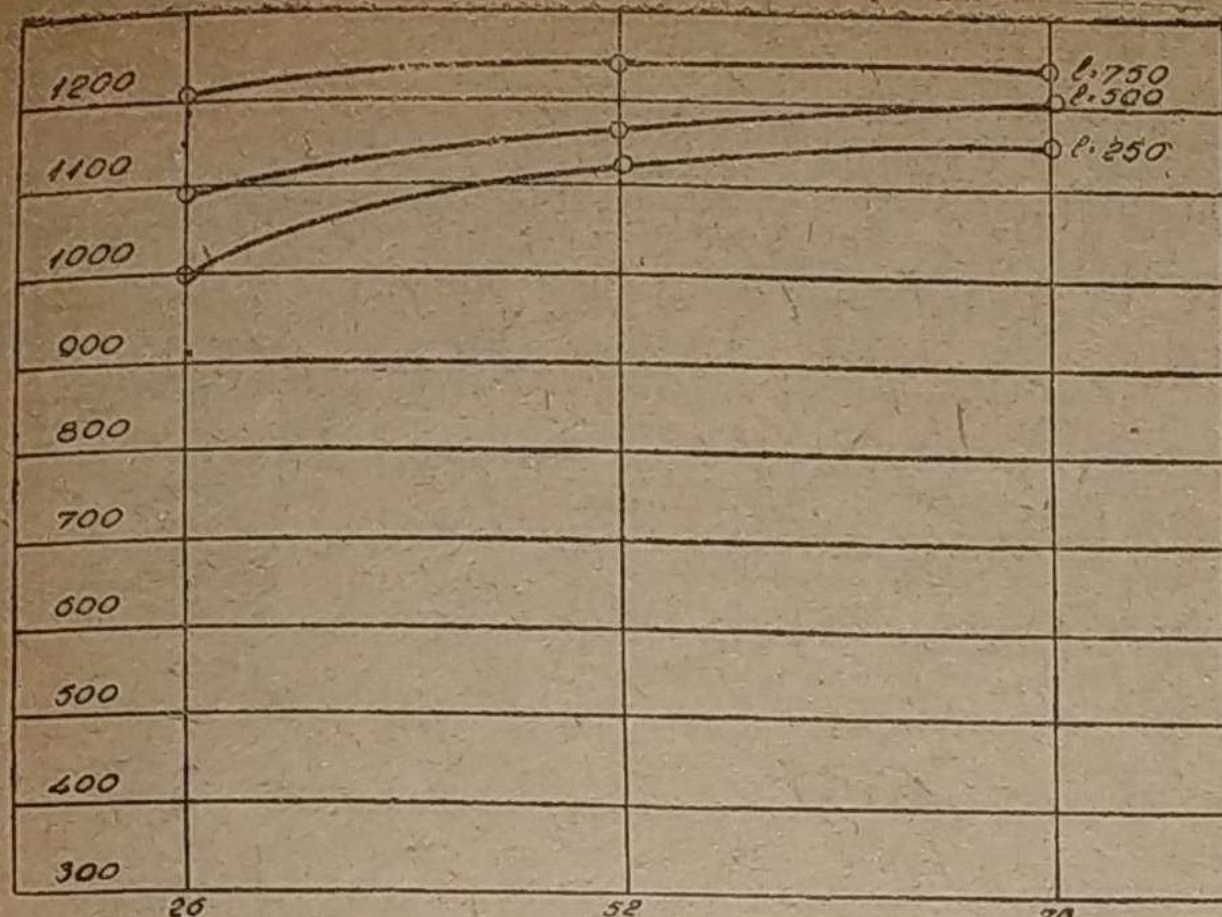


Рис. 33.

вок с 1135 до 1177 кал/м³, и кривая газа при высоте активной зоны в 1000 мм иллюстрирует также незначительное возрастание калорийности газа с 1160 до 1180 кал/м³.

На рис. 32 представлена зависимость теплопроизводительности газа и его компонентов от высоты активной зоны в 500, в 750 мм и в 1000 мм.

Из приведенных экспериментальных данных по газификации лесосечных отходов можно сделать следующий вывод: при газификации лесосечных отходов данной влажности $w_p = 13-16\%$ высота активной зоны для трех форсировок: $v = 26$ м³/час, $v = 52$ м³/час и $v = 76$ м³/час может быть рекомендована 750 мм.

Опыты по газификации еловых шишек

Элементарный анализ на рабочую массу составил:

$C^p = 39,18\%$, $H^p = 3,7\%$, $Q_{H^p} = 3278$ кал/кг.

Влажность генерируемого топлива лежала в пределах от 26 до 32%.

Опыты по газификации этого рода топлива имели своей целью выяснить качество газа в зависимости от форсировки генератора (расход воздуха подаваемый в час) в м³/час и от высоты активной зоны.

Генерирование проводилось на генераторе ВНИДИ-1.

Продолжительность одного опыта 6—7 часов, а каждого установленного режима (определенной форсировки генератора) — 1½ часа.

Разжиг генератора производился на древесных углях по вышеизложенному методу.

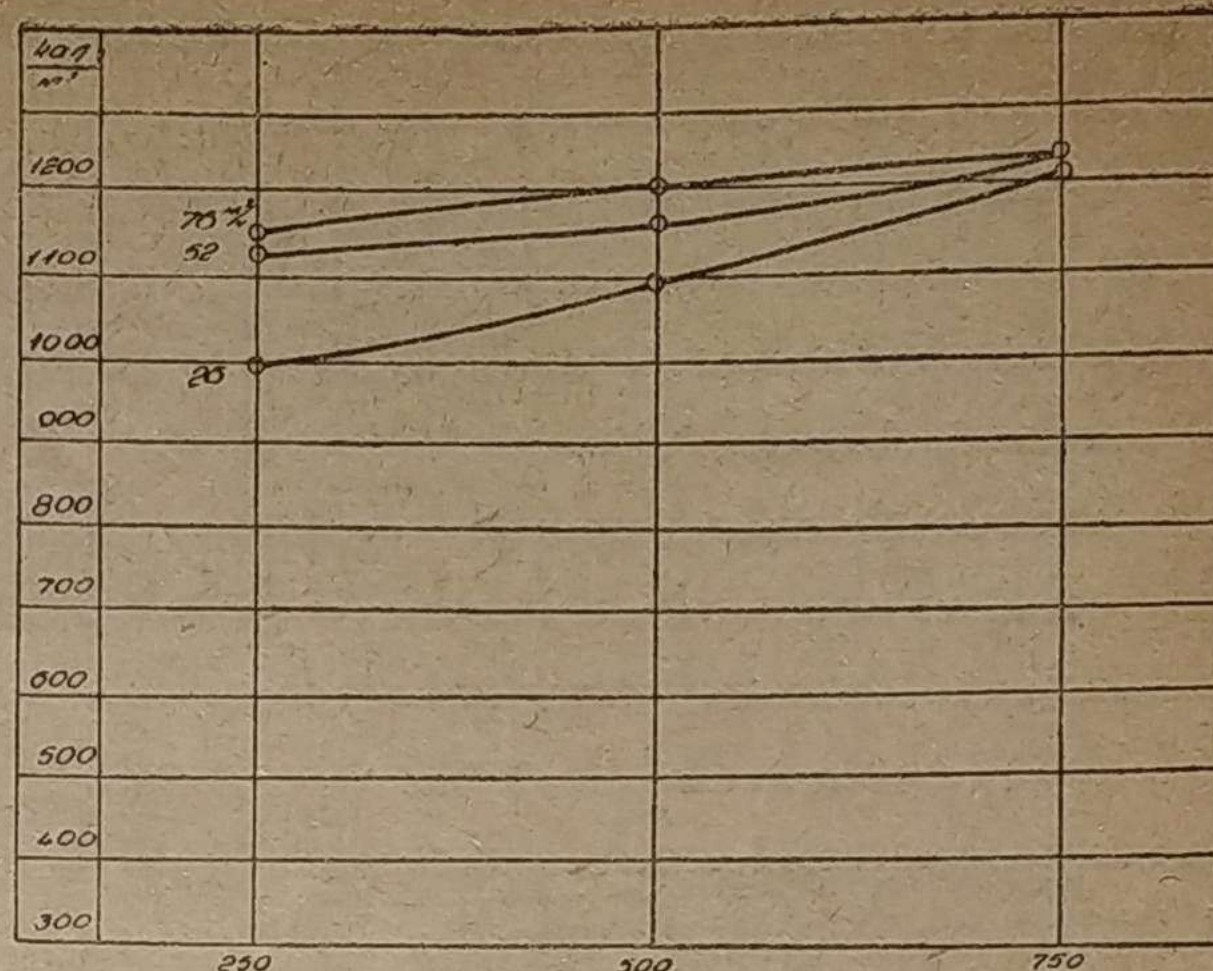


Рис. 34.

На рис. 33 представлена зависимость качества газа от форсировки генератора.

При высоте активной зоны в 250 мм увеличение форсировки генератора с 26 до 76 м³/час увеличивает калорийность газа с 996 до 1155 кал/м³, при высоте активной зоны в 500 мм, теплопроизводительность газа увеличивается с 1090 до 1205 кал/м³, при увеличении форсировки генератора с 26 до 76 м³/час.

Незначительное возрастание калорийности газа наблюдается также и при высоте активной зоны в 750 мм. Из приведенных кривых мы видим, что влияние форсировки генератора при высоте активной зоны в 250 и 500 мм повышает калорийность в первом случае на 160 кал/м³, во втором — на 215 кал/м³.

На рис. 34 представлена зависимость теплопроизводительности газа от высоты активной зоны в 250, в 500 и в 750 мм.

При $v = 26$ м³/час увеличение высоты активной зоны с 250 до 750 мм вызывает увеличение теплопроизводительности с 996 до 1207 кал/м³, а при форсировке генератора $v = 52$ м³/час воздуха, теплопроизводительность газа возрастает с 1120 до 1235 кал/м³ и при форсировке генератора $v = 76$ м³/час, калорийность газа возрастает с 1150 до 1236 кал/м³.

Из приведенных экспериментальных данных можно сделать следующий вывод.

При газификации еловых шишек влажностью $v = 26-32\%$ высота активной зоны может быть рекомендована в 500 мм.

Ленинград

Новые германские газогенераторы

В Германии в последнее время уделяют чрезвычайно много внимания использованию получающихся в результате сгорания твердого топлива газов для нужд автомобильного транспорта.

Этот интерес объясняется, главным образом оборонными соображениями (Германия, как известно, не имеет собственных ресурсов жидкого топлива), и реализуется в довольно значительном количестве новых конструкций и усовершенствований газогенераторных двигателей.

Германские конструкторы ориентируются больше всего на древесный уголь, как топливо для газогенераторных автомобилей, тенденции применять древесный уголь характерны также и для других стран Европы. Так, например, самые последние конструкции газогенераторов «Пулкс» и «Мальбай» (Франция), а также «Супрагаз» (Бельгия) рассчитаны на применение древесного угля.

Изображенный схематически на рис. 1 газогенератор «Ганза» представляет интерес прежде всего оригинально разработанной конструкцией очистителя.

Газ проходит сначала через систему охлаждающих трубок, в которых содержащиеся в газе пары воды, охлаж-

даются до точки росы, и он освобождается от механических примесей. Затем, газ проходит по всей длине верхних полостей, состоящих из поглощающих влагу материалов и сообщающихся с атмосферным воздухом. Влага испаряется за счет тепла, заимствован-

ного от газа. Благодаря этому осушительному процессу, температура подающегося в мотор газа устанавливается в 20—30° Ц.

Представляет также интерес способ подвода и перемешивания воздуха, необходимого для горения с парами во-

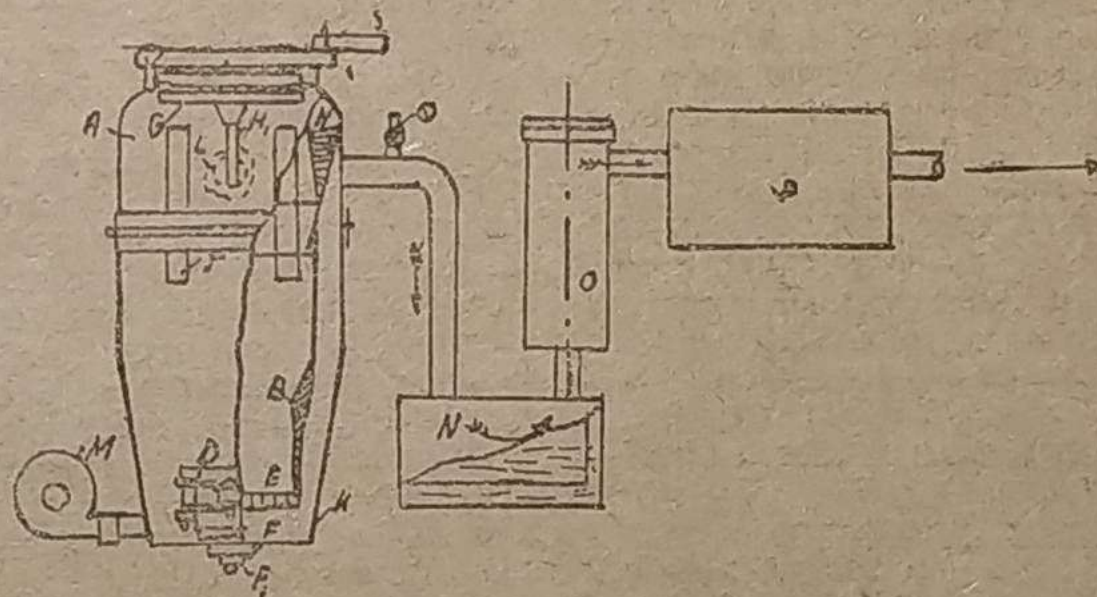


Рис. 1.

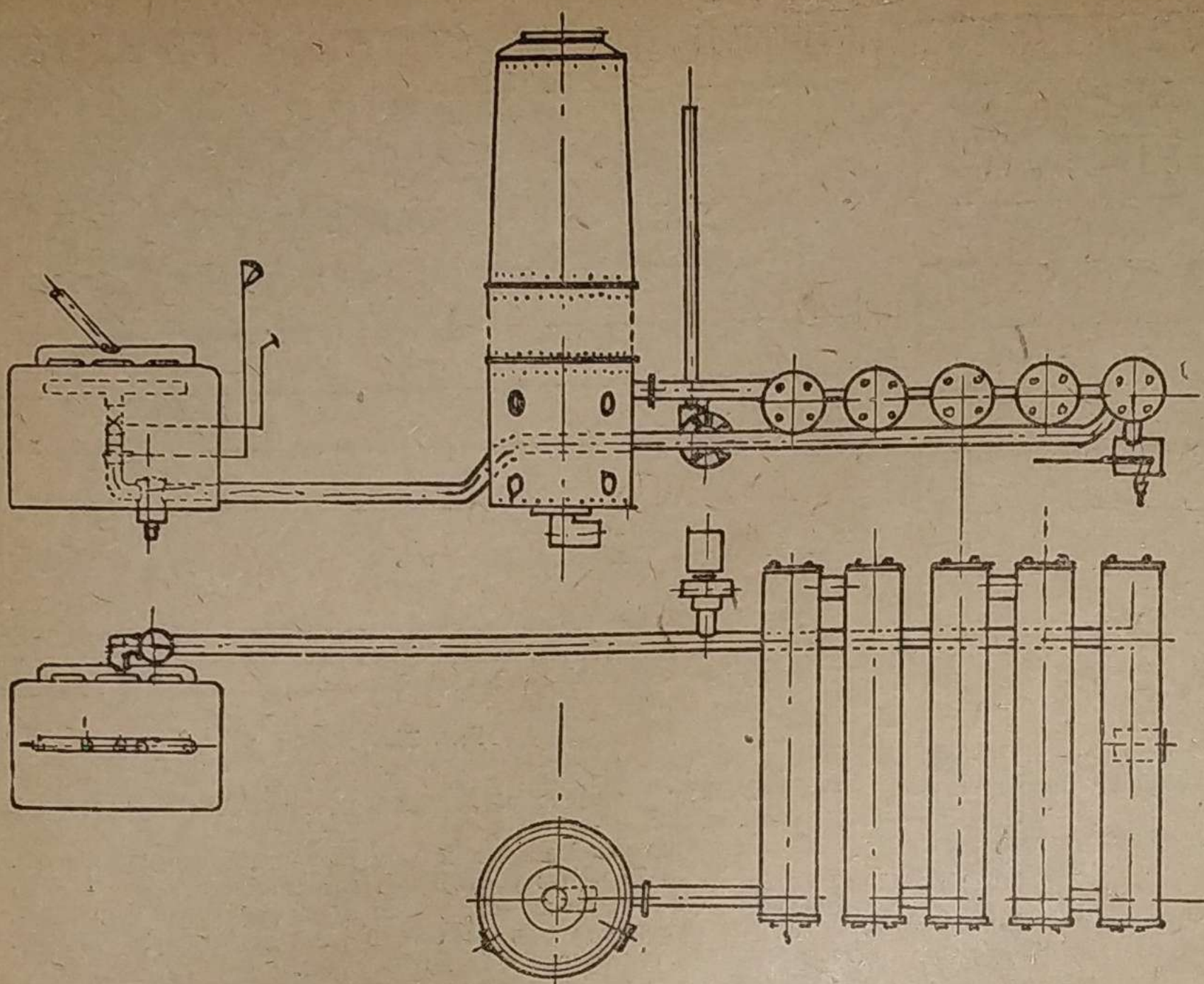


Рис. 2.

ды. Воздух подогревается сначала до 90°C и в этом состоянии насыщается паром, имеющим ту же температуру. Эта смесь подводится к зоне горения в генераторе.

Обслуживание генератора «Ганза» очень просто. В генератор сначала закладывается через завалочное отверстие C древесный уголь, который должен быть мелкозернист (не больше 5 см по «диаметру» кусков). После этого в испарительную камеру H вводят воду. Испарительная камера снабжена перепускным клапаном и вмещает одно-два ведра воды. Затем открывается нижняя заслонка D и нижняя партия древесного угля опрыскивается бензином (для разжига). После того, как в зольник F налита до уровня 2 см вода, закрывается заслонка D , открывается спускной клапан Q и приводится в действие (от батареи) вентилятор M , управляемый из кабинки водителя. Через 4 мин. генератор выдает годный для трогания с места газ. Спускной клапан Q после этого закрывается, выключается вентилятор и подающая форсунка устанавливается посредством рычага на рулевом колесе в нужном положении.

Если машина работает ежедневно, то разжиг в начале рабочего дня почти не отнимает времени, потому что древесный уголь тлеет в течение всей ночи. Весь генератор удобно располагается в кабине шофера, а все дополнительные устройства (очиститель, скруббер и пр.) — под кузовом машины.

Благодаря наличию трехходового крана в системе подачи, машину можно быстро перевести на обыкновенный бензиновый режим.

Среди газогенераторов, не отличающихся особой новизной конструкции, но хорошо уже зарекомендовавших себя с точки зрения эксплуатации на автомобиле, выделяется газогенератор

фирмы «Менк» (рис. 2). Генерация газа осуществляется в шахте, расположенной в нижней части газогенератора. Шахта сделана из огнеупорной стали, которая не восприимчива к толчкам и сотрясениям даже при белом калении. Необходимый для горения воздух подводится через переставляемую форсунку, приспособленную для различных изменений нагрузки. Особое внимание уделено при конструировании коническому выполнению верхней части генератора, в результате чего дрова заваливаются постоянно и равномерно, не провисая в проходе.

После пробега машины с газогенератором «Менк» в 17 тыс. км был осмотрен мотор. Никаких повреждений, которые можно было бы отнести за счет древесного газа, в моторе не обнаружено. На 100 км пробега 55-сильный мотор с газогенератором «Менк» потребляет меньше 80 кг дров. Бензиновая машина в тех же условиях и такой же мощности — 35—38 л бензина.

Западно-германский вагонный завод сделал удачную попытку применения газогенератора для автотрассы.

Генератор фирмы «Имберт» был подвергнут с этой целью радикальным изменениям. Во-первых, вместо тяжелого, объемистого очистителя цилиндрической формы устроен небольшой циклонный фильтр, усиленный для большей надежности вторым тонким фильтром.

Для понижения температуры газа, стоящей в очистителе на уровне $145\text{--}155^{\circ}\text{C}$, и улучшения объемного к. п. д. мотора, газ подводят через систему охлаждающих шлангов, расположенных в плоскости, перпендикулярной встречному ветру и снабженных охлаждающими ребрами. Этим достигается понижение температуры на $30\text{--}40^{\circ}\text{C}$. Нововведением является также включение газорезервуара на 360 л, через который газ

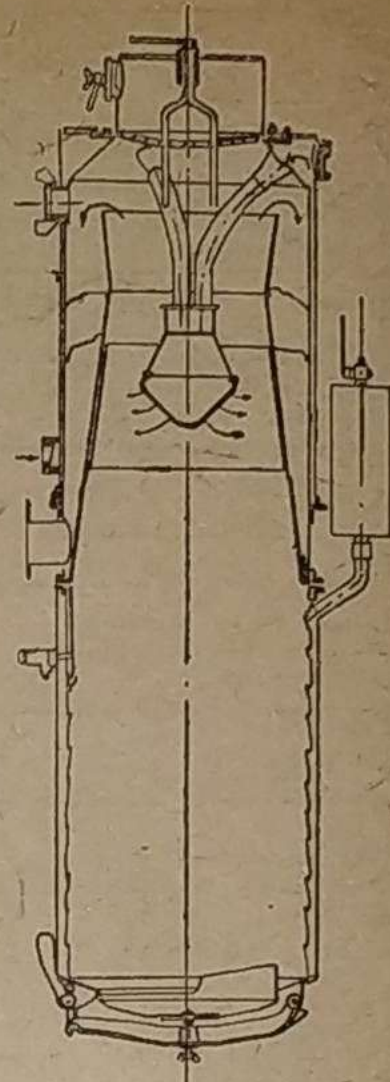


Рис. 3.

обязательно должен пройти по пути к мотору. Резервуар работает в известной мере, как воздушный колпак, с помощью которого можно самым простым образом выравнивать неизбежные малые колебания нагрузки.

Мотор «Геншель», представляющий собой обыкновенный автомобильный двигатель, развивает при работе на газе от 75 до 85 НР. Скорость машины до 55 км/час. Пробные ездки дали вполне удовлетворительные результаты.

На рис. 3 представлен разрез нового, недавно запатентованного газогенератора фирмы «Кромаг». Для удешевления и упрощения конструкции устроен в помещении шахты многоструйный мунштук с круглыми и щелевыми отверстиями, через которые осуществляется равномерное и полное распределение воздуха, необходимого для горения, по всему объему шахты. Такая конструкция обеспечивает хорошую изоляцию генератора от внешних условий, энергичный предварительный подогрев воздуха и длинный восстановительный пояс, благодаря чему получается совершенно очищенный от смол газ с большой теплопроизводительностью. Этим также объясняются хорошие маневренные способности, которые показал этот генератор в эксплуатации.

Газогенератор «Кромаг» имеет двойную топочную рубашку. В качестве материала выбран специальный сплав хромоникелевой стали. Рубашка фиксируется только на верхнем фланце и в зоне горения не соприкасается с другими металлами, почему и исключена возможность коробления от тепловых напряжений.

Генератор охлаждается крайне медленно и не требует поэтому разжига даже после длительной стоянки.

Ю. Клейнерман.

Таблица 5
Распределение веса полезных нагрузок

Наименование	«МАК»		«ГМС»	
	кг	%	кг	%
На передние колеса	690	22,3	840	23,5
На задние колеса	2395	77,7	2730	76,5
Общая величина нагрузки	3085	100	3570	100

Несколько больший процент полезной нагрузки, приходящий на переднюю ось (22—23%) по сравнению с современными грузовыми автомобилями большого тоннажа (10—13%), объясняется расположением центра тяжести автобусов при более длинной базе.

Удельное давление автомобиля на дорогу характеризует воздействие колес на покрытие дороги, и является отношением веса, приходящегося на колесо к площади отпечатка шины. Оно находится в прямой зависимости от веса автомобиля и в обратной от профиля резины. Определение удельного давления у автобусов производилось в статическом состоянии с полной нагрузкой. Полная нагрузка была взята как худший случай воздействия на покрытие дороги.

Удельное давление на дорогу, замеряемое в статическом состоянии, несколько отличается от действительного при движении автомобиля. В этом случае возникают дополнительные динамические удары колеса о дорогу. Для сравнительной оценки

Таблица 6
Удельные давления на дорогу

Наименование	«МАК»		«ГМС»	
	Передние колеса	Задние колеса	Передние колеса	Задние колеса
Размер покрышек дм	10,50×22	10,50×22	10,50×22	10,50×22
Давление в шинах атм	3,0	4,0	4,0	5,0
Вес, приходящийся на 1 колесо, кг	2195	4037,5	2170	3900
Площадь отпечатка одного колеса	540,5	1019,0	418,4	757,8
Удельное давление кг/см ²	4,05	3,97	5,18	5,15

вполне достаточно замера удельного давления в статическом состоянии.

Приведенная табл. 6 дает значения удельных давлений раздельно для передних и задних колес автобусов.

Примечание. Двойной скат заднего колеса принимался за одно колесо.

Давление в шинах автобуса «МАК» было меньше нормального, этим объясняется меньшая величина удельного давления на дорогу. Надо полагать, что при условии одинаковых давлений в шинах у обоих автобусов, величина удельного давления будет одинаковой вследствие почти равных нагрузок, приходящихся на оси и установки шин одного размера.

Окончание в следующем номере

Тракторный двигатель на природном газе

Опыт Днепропетровского металлургического института

Доц. М. П. БЕЛИКОВ и инж. М. Е. КАЦНЕЛЬСОН

Ряд южных районов Днепропетровской области: Приазовский, Нововасильевский, Генический и Бердянский обладают богатыми запасами природных горючих газов. Химический состав газа, по данным Союзгаза, приведен в табл. 1.

Состав природного газа Приазовских месторождений
По данным Союзгаза

Скважина	Состав в %			
	CH ₄	N ₂	He	Ar
с. Нововасильевка, скв. № 23	85,8	14,2	0,012	0,062
Коммуна им. Шевченко, скв. № 4	91,3	8,7	0,008	0,025
Царицын хутор, арт. «Колодезь»	93,0	7,0	—	—
с. Нововасильевка, скв. № 22	93,0	6,2	0,012	0,079
Георгиевка, скв. № 29	92,7	(CO ₂ =0,7) 7,3	0,008	0,023

Проба газа, взятого из скважины № 4 была подвергнута исследованию в лаборатории аналитической химии Днепропетровского металлургического института и показала следующий анализ: метана (CH₄) — 96%; азота (N₂) — 4%; непредельных углеводородов нет; углекислоты (CO₂) — нет; окиси углерода (CO) — нет; кислорода (O₂) — нет. Низшая теплотворная способность метана H_н — 8580 кал/м³*, что дает низшую теплотворную способность природного газа.

При содержании в нем метана:

96%	8240 кал/м ³	92%	7890 кал/м ³
95%	8150 »	91%	7810 »
94%	8070 »	90%	7720 »
93%	7980 »		

* «Нормы расхода энергии в черной металлургии», Энергоиздат, 1933 г., стр. 124, табл. 120.

В дальнейших расчетах принят нижний предел теплотворной способности газа — 8000 кал/м³, что соответствует содержанию метана в газе — 93,2%.

Газ выходит из скважин либо вместе с грязью, либо свободным от механически увлеченной воды и грязи; температура газа — 10—12°C. При закрытой скважине давление газа составляет на разных скважинах от 4 до 8 атм. Таким образом, природные газы Приазовья — прекрасное горючее, использование которого в двигателях, для автогенной сварки и для химических производств открывает перспективы для хозяйственного оживления перечисленных выше глубинных районов области.

Дебет каждой из действующих скважин глубиной 90—110 м составляет около 1000 м³ газа в сутки. Таким образом, Приазовское месторождение газа не может считаться, на основании опыта эксплуатации имеющихся неглубоких скважин, мощным. Для более полного освещения вопросов мощности и условий залегания газоносных пластов ведутся в настоящее время работы по бурению трех глубоких скважин (до 500 м); результаты этого бурения могут в корне изменить представление о ценности Приазовского месторождения газов.

Областные организации поручили НИСу Днепропетровского металлургического института провести работу по переводу трактора ХТЗ — СТЗ на отопление природным газом, чтобы освободиться в газоносных районах от дорогого и дефицитного привозного жидкого топлива. Новизна дела потребовала экспериментальной разработки поставленного вопроса, при чем все опыты делались из расчета отопления тракторов природным газом, заключенным в баллоны под давлением 150—200 атм.

Хотя по заданию имелся в виду перевод трактора на отопление природным газом, но отсутствие в первое время для испытания трактора природного газа в сжатом до 150 атм виде, вызвало для ускорения работы и опробования аппаратуры, целесообразность испытания трактора и на коксовальном газе. В виду этого, объем работы значительно расширился и попутно был выяснен вопрос о применении коксовального газа для аналогичных целей.

Сравнение теплотворных способностей газозоудных смесей для различных горючих

Трактор предназначен для работы на керосине. Примем, что элементарный состав горючей части керосина определяется: C = 85,32%, H = 14,24%; нижний предел теплотворной способностью керосина H_н — 10000 кал/кг.

Теоретическое количество воздуха, необходимое для горения 1 кг керосина:

$$L_t = 3,33(2,67C + 8H) = 3,33(2,67 \cdot 0,8532 + 8 \cdot 0,1424) = 11,365 \text{ нм}^3/\text{кг}.$$

При избытке воздуха $\alpha = 1,2$, объем воздуха (или объем горючей смеси, что в данном случае почти то же самое), составит:

$$\alpha L_t = 11,365 \cdot 1,2 = 13,638 \text{ нм}^3/\text{кг}.$$

Теплотворная способность заряда для керосина:

$$E = \frac{H_n}{0,001 + \alpha L_t} = \frac{10000}{0,001 + 13,638} = 733,4 \text{ кал/нм}^3.$$

Теплотворная способность заряда определяет мощность, которую способен развить двигатель при определенных размерах цилиндра и определенном числе оборотов. Поэтому эта величина является характерной при перемене сорта топлива и по ней можно судить об ожидаемом изменении мощности.

В табл. 2 приведены основные данные и вычисленные теплотворные способности заряда (т. е. теплотворные способности 1 нм³ газовой смеси) для тех видов горючего, с которыми производились испытания тракторов ХТЗ—СТЗ: для керосина, коксового газа и природного газа Приазовья.

Для возможности сравнить результаты, все подсчеты произведены для одного и того же коэффициента избытка воздуха, принятого — 1,2. Все значения отнесены к 1 нм³ (0,760°). При определении необходимого количества воздуха принято во внимание содержание влаги в воздухе, равное 0,9% по объему.

Сравнение теплотворных способностей заряда при 1,2 показывает, что при всех равных условиях (одинаковый термический к. п. д., одинаковый коэффициент подачи, коэффициент избытка воздуха и т. п.), мощность двигателя должна составлять для коксового газа — 89,8%, а для природного газа — 92,8% от мощности двигателя при работе его на керосине.

Таким образом, следует предполагать, что мощность двигателя при работе его на коксовальном и на природном газе будет практически почти одинаковой, несмотря на то, что теплотворная способность коксового газа в два раза меньше теплотворной способности природного газа.

Приведенные теоретические соотношения ожидаемых мощностей при работе одного и того же двигателя на разных горючих могут в действительных условиях, изменяться только в пользу газообразных горючих, так как:

- 1) для газообразных горючих можно принять меньший коэффициент избытка воздуха, чем для керосина;
- 2) термический к. п. д. при работе на газе должен быть выше вследствие лучшего перемешивания газа с воздухом и лучших условий сгорания (большая полнота сгорания);
- 3) при работе на газе не требуется впрыскивать воду в цилиндры.

Если принять для газообразных горючих коэффициент избытка воздуха $\alpha = 1,0$ и $\alpha = 1,1$, то получим теплотворные способности 1 нм³ газовой смеси:

	$\alpha = 1,1$	$\alpha = 1,0$
Коксовальный газ	700	758
Природный газ	736	805

Сравнение этих теплотворных способностей заряда с теплотворной способностью заряда для керосина при $\alpha = 1,2$ показывает, что уже при $\alpha = 1,1$, природный газ сравнивается с керосином, а при $\alpha = 1,0$ дает более богатую газозовоздушную смесь и следовательно может обеспечить увеличение мощности двигателя на:

$$\frac{805 - 733,4}{733,4} \cdot 100 = 9,8\%.$$

На основании приведенных соображений можно считать, что мощность двигателя при переводе его с керосина на природный газ должна сохраниться, что и было подтверждено при испытаниях двигателя трактора ХТЗ в лаборатории Днепропетровского металлургического института.

Необходимые переделки в двигателе

Двигатель трактора ХТЗ—СТЗ имеет следующую характеристику¹:

Двигатель работает по четырехтактному циклу.

Нормальная мощность на коленчатом валу — 32,5 л. с.

Мощность на приводном шкиве — 30,0 л. с.

Нормальное число оборотов — 1050 об/мин.

Число цилиндров — 4.

Диаметр цилиндров — 115 мм.

Ход поршня — 152 мм.

Карбюратор системы «Энсайн» с впрыском воды в цилиндры.

Расход керосина на 1 л. с. в час при нормальной работе двигателя — 315 г/л. с. в час.

Расход воды для впрыска в цилиндры 160 г/л. с. в час.

Зажигание — от магнето высокого напряжения с ускорителем.

Величина вредного пространства — 0,32 от величины рабочего объема цилиндра, что соответствует степени сжатия, равно 4,13.

При работе на коксовальном газе или на природном газе можно допустить более высокие степени сжатия (до 5,5—6,0), чем имеет двигатель трактора ХТЗ—СТЗ (4,13). Увеличение степени сжатия дало бы улучшение термического к. п. д.; однако, ввиду необходимости изменений в конструкции двигателя, от уменьшения вредного пространства можно отказаться.

При переходе на работу газом не требуется никаких переделок или изменений в клапанном распределении и в каналах, подводящих горючее к клапанной коробке.

Таким образом изменения в конструкции двигателя должны заключаться в замене подвода жидкого горючего в карбюратор на подвод газообразного горючего; при этом необходимо предусмотреть возможно хорошее перемешивание газа с воздухом и свободное регулирование количества поступающего газа и воздуха.

При конструктивном выполнении подвода газообразного горючего преследовалась цель получить возможно простое решение, не требующее замены деталей двигателя и допускающее быстрый переход с жидкого горючего на газообразное и наоборот.

Были рассмотрены и испытаны три варианта:

1) подвод газа в карбюратор через специальный газовый жиклер, который вставляется в карбюратор на место нормального жиклера;

2) подвод газа к смесительной коробке, установленной на воздухопроводе (перед карбюратором, который прекращался в часть всасывающего канала);

3) подвод газа во всасывающую трубу через отверстия для впрыскивания воды.

Все три варианта показали вполне удовлетворительные результаты. Первый вариант имеет однако некоторые преимущества по сравнению со вторым и третьим: а) при подводе газа через газовый жиклер двигатель легче запускается и легче регулируется; б) выполнение такого подвода конструктивно проще; в) сохраняется возможность, в случае надобности, впрыскивать воду в цилиндры; г) переход на керосин осуществляется легко,

¹ «Трактор ХТЗ—СТЗ» под редакцией гл. инж. ХТЗ П. А. Альбова, 1934 г.

Таблица 2

Горючее	Нижний предел теплотворной способности H_n кал/нм ³	$\alpha = 1,2$				$\alpha = 1,4$			
		Теоретическое количество воздуха, необходимое для горения L_t нм ³ /нм ³	Необходимое количество воздуха при $\alpha = 1,2$ αL_t нм ³	Теплотворная способность заряда (1 нм ³ газозовоздушной смеси) E кал/нм ³	Коэффициент сравнения	Теоретическое количество воздуха, необходимое для горения L_t нм ³ /нм ³	Необходимое количество воздуха при $\alpha = 1,4$ αL_t нм ³	Теплотворная способность заряда (1 нм ³ газозовоздушной смеси) E кал/нм ³	Коэффициент сравнения
Керосин	10000 кал/кг	11,365 нм ³ /кг	13,638 нм ³ /кг	733,4	1	11,365	15,91	629	1
Коксовальный газ	3590	3,730	4,476	657,4	0,898	3,730	5,22	578	0,92
Природный газ Приазовского района (метан)	8000	8,965	10,759	680,3	0,928	8,966	12,55	590	0,94

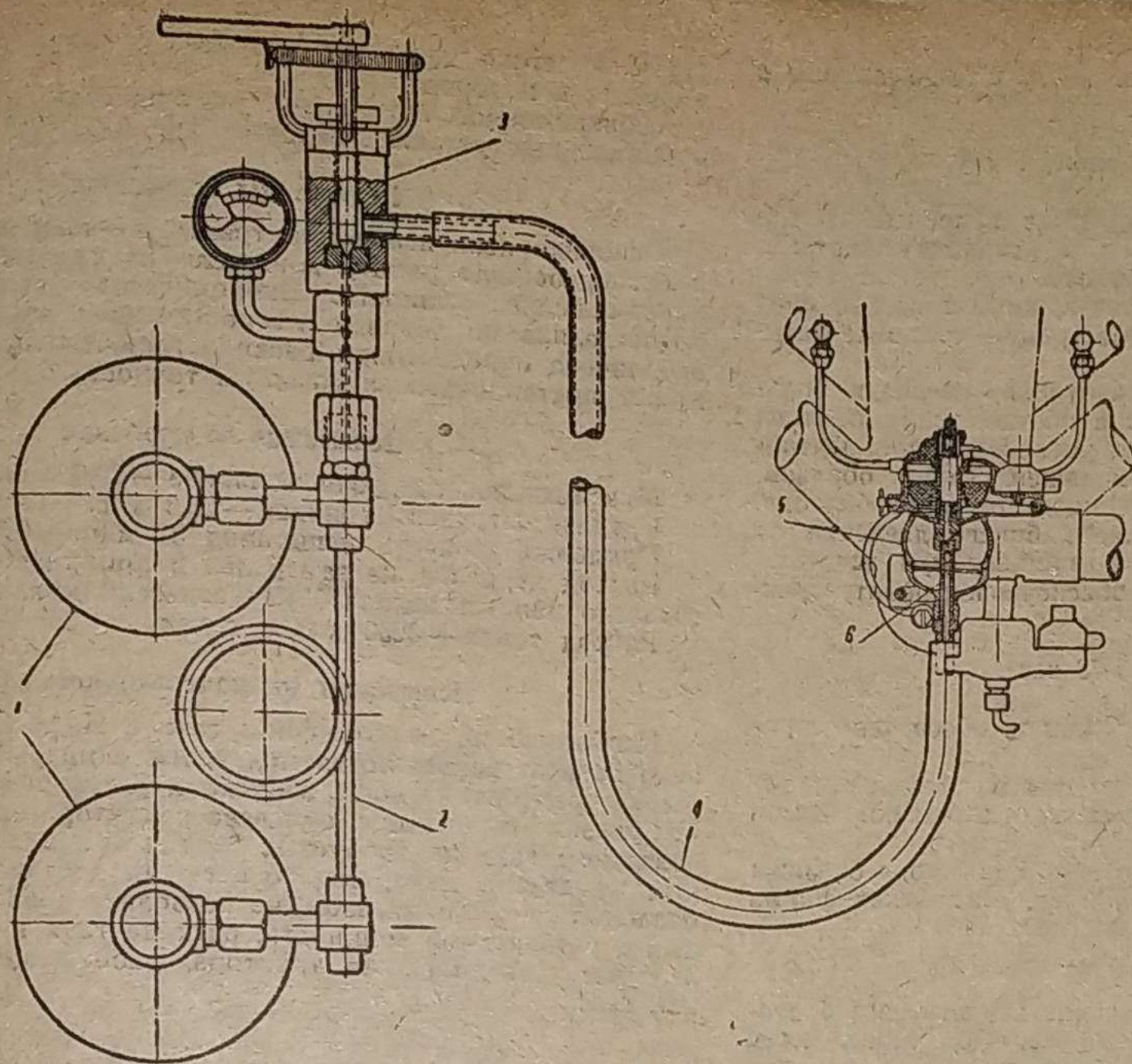


Рис. 1

1 — баллоны, 2 — соединительная трубка, 3 — редуктор, 4 — резиновый шланг, 5 — карбюратор, 6 — газовый жиклер

для чего требуется только заменить газовый жиклер на нормальный.

Вследствие этого, в качестве окончательного решения был выбран первый вариант.

Редуктор

Питание топливом принято по следующей схеме (рис. 1): баллон — редуктор — газовый жиклер.

Роль редуктора — понизить давление газа от давления в баллоне до давления, близкого к атмосферному (дросселирование).

Были опробованы редукторы нормальной конструкции ВАН и немецкий редуктор Draeger'a; оказалось, что эти редукторы, предназначенные для сварочных работ, имеют недостаточную производительность и не позволяют использовать весь газ из баллона, давая при малых давлениях газа понижение мощности двигателя. Для устранения этого недостатка был сконструирован редуктор, работающий по принципу игольчатого клапана, отличающийся простотой устройства и изготовления. Этот редуктор при испытаниях показал вполне удовлетворительные результаты работ.

При дросселировании совершенных газов температура газа не меняется. Большинство газов не вполне следует законам совершенных газов, поэтому наблюдаются некоторые отклонения от этих законов: при дросселировании температура несколько понижается. Опыты Томсона и Жоула¹, над дросселированием газов показали, что понижение температуры может быть определено из следующего выражения:

$$\Delta T = a(p_2 - p_1) \left(\frac{273}{T_2} \right)^2,$$

где: $a = 0,271$ для воздуха,

$a = 0,333$ для кислорода,

$a = 1,35$ для углекислоты.

Водород представляет исключение и при дросселировании водорода наблюдается не понижение температуры, а повышение; для водорода в приведенной формуле a имеет небольшое отрицательное значение.

Насколько нам известно, опытов над дросселированием метана и над дросселированием такой смеси газов, как коксовый газ, никогда не производилось, поэтому было весьма интересно определить поведение этих газов при дросселировании, учитывая большой перепад давлений в одном редукторе — с 150 атм до атмосферного давления.

При дросселировании в редукторе природного газа Приазовья наблюдалось значительное понижение температуры расширяющегося газа; в среднем, при падении давления на 1 атм температура природного газа понижается на $\frac{1}{4}^{\circ}\text{C}$. Значительное понижение температуры при больших перепадах давлений (от давлений 80 атм), вызывает обледенение редуктора по наружной поверхности, замерзание влаги газа и закупорку отверстий

редуктора. Следовательно, при сжатии газа и наполнении сжатым газом баллонов должно быть предусмотрено осушение газа. Кроме того, имея в виду возможное несовершенство отделения влаги, желателен обогрев редуктора, например при помощи выхлопных газов.

При испытаниях трактора пользовались влажным газом, в том виде, в каком газ выходит из скважины. Поэтому имела возможность определить влияние обогрева редуктора на работу последнего. Первоначально обогрев редуктора производился при помощи электрического сопротивления, затем был устроен обогрев редуктора выхлопными газами, которые подводились к редуктору по трубке $\frac{3}{4}$ " от глушителя. В обоих случаях закупорка замерзающей влагой отверстий в редукторе устранялась и достигалась непрерывностью подачи горючего к двигателю.

В силу этого, конструкция редуктора предусмотрена в двух вариантах: первый вариант без обогрева, предназначенный для совершенно сухого газа и второй вариант — с обогревом выхлопными газами. Применение второго варианта предпочтительнее, так как всегда возможно несовершенное осушение газа.

При дросселировании в редукторе коксового газа понижения температуры не наблюдалось даже при больших перепадах давлений (от 150 атм). Очевидно, что повышение температуры дросселируемого водорода, содержание которого в коксовом газе составляет в среднем 47%, компенсировало понижение температуры при дросселировании других составных частей коксового газа (CH_4 , CO , N_2 и др.). Поэтому применение коксового газа в сжатом виде для отопления стационарных двигателей не требует ни обогрева редуктора, ни предварительной осушки газа.

Можно также бороться с замерзанием влаги в газе и с вызываемой этим закупоркой отверстий путем двойного последовательного дросселирования и устройства промежуточного подогрева расширяющегося газа. Сложность устройства и сложность управления двигателем заставляют отказаться от этого пути и предпочесть предварительную осушку сжатого природного газа при наполнении баллонов.

Баллоны и их установка на тракторе

Газ для испытаний набирался в стальные баллоны, емкостью 40 л под давлением 150 атм.

Вес одного такого баллона 64—68 кг, что дает удельный мертвый вес:

$$\frac{66}{40 \cdot 150} = \frac{66}{6} = 11 \text{ кг/л нм}^3 \text{ газа.}$$

Запаса газа в одном баллоне хватает при полной нагрузке трактора только на

$$\frac{6}{30 \cdot 0,35} \cdot 60 = 35 \text{ мин.,}$$

где: 30 — полная мощность двигателя на шкиве в л. с.,
0,35 — расход природного газа в нм³/л. с.-час.

¹ Опыты проводились для давлений от 1 до 4,5 атм.

При нагрузке двигателя трактора в 20 л. с. запаса газа в одном баллоне хватает на

$$\frac{6}{20 \cdot 0,35} \cdot 60 = 51 \text{ мин.}$$

Можно таким образом ориентироваться на непрерывную работу трактора от одного баллона газа в условиях пахоты в течение 40 мин. Это вызовет необходимость при установке на тракторе двух баллонов, менять их через каждые 1 час. 20 мин., при установке трех — через каждые 2 часа, при установке четырех — через каждые 2 час. 40 мин.

Малая емкость существующего стандартного баллона и большой мертвый вес выдвигают требование об изменении баллона с таким расчетом, чтобы запас газа был увеличен вдвое, а относительный вес баллона был вдвое уменьшен. Таким образом, требуется баллон емкостью 80 л при том же весе баллона. Было бы также желательно повышение рабочего давления от 150 до 200 атм. Баллон емкостью 80 л вмещает при давлении 200 атм — $80 \cdot 200 = 16 \text{ нм}^3$ газа, что обеспечивает работу трактора на

$$40 \frac{16}{6} = 107 \text{ мин. или } 1,78 \text{ часа.}$$

Установка на тракторе двух таких баллонов обеспечивает работу трактора на $1,78 \cdot 2 = 3,56$ часа.

Такой баллон должен быть тонкостенным и должен изготавливаться из специальных сталей с повышенными механическими свойствами.

В литературе имеются указания, что подобного рода баллоны уже изготавливаются за границей; например, английская фирма Армстронг изготавливает баллоны из стали, состава

$$\text{Ni} = 2,5; \text{Chr} = 0,52; \text{Mb} = 0,38; \text{C} = 0,33.$$

Емкость баллона 48 л, рабочее давление 200 атм, вес баллона 52 кг. Это дает удельный мертвый вес — $5,4 \text{ кг/нм}^3$ газа, т. е. в два раза меньше против наших баллонов.

По другим источникам, баллоны для газа на давление 200 атм изготавливаются из легированной стали состава:

$$\text{C} = 0,33; \text{Chr} = 2,5\%; \text{Mb} = 0,58\%.$$

Мертвый вес баллона на 1 нм^3 газа в этом случае составляет 5 кг/нм^3 газа. Толщина стенки указанных баллонов доходит до 4,5 вместо 9,5 мм в наших стандартных кислородных баллонах заводов Труболасти.

Прокатка тонкостенных труб для изготовления баллонов не встречает препятствий, что было доказано экспериментальными работами НИСа института.

При испытании трактора в лабораторных условиях и в полевых условиях на пахоте устанавливалось на трактор по два баллона; баллоны располагались на площадке, слева от сиденья для тракториста, горизонтально, один над другим. Соединение баллонов между собой и присоединение к ним редуктора производилось при помощи особой трубки со штуцерами, рассчитанной на давление до 200 атм. Для эластичности соединительная трубка выполнена в виде компенсатора, воспринимающего относительные смещения баллонов при движении трактора. Соединение редуктора с газовым жиклером (карбюратором) осуществлялось при помощи резиновой шланги диаметром $\frac{1}{2}$ ".

Организация работ по испытанию

Получение сжатого газа. Для сжатия газа был использован найденный на заводе им. Ленина старый компрессор, производительностью в $160 \text{ м}^3/\text{час}$, вертикального типа, с двумя ступенями сжатия, рассчитанный на давление до 225 атм. Сначала с помощью этого компрессора наполнили партию баллонов коксовальным газом под давлением 150 атм, для чего компрессор был установлен на заводе им. Ленина и присоединен к газопроводу коксовального газа. После наполнения партии баллонов коксовальным газом компрессор был переброшен в Приазовский район в хутор «Коммуна Шевченко» и установлен возле скважины № 4. Компрессор приводился в движение через ременную передачу от трактора ЧТЗ. Ввиду того, что дебет скважины № 4 значительно меньше производительности компрессора; во избежание создания вакуума в скважине применялось дросселирование газа во всасывающей трубе. Партия баллонов, наполненных природным газом под давлением 150 атм., была доставлена грузовой машиной из Приазовского района в Днепропетровск.

Испытания проводились с трактором ХТЗ, проработавшим в Днепропетровской МТС три сезона и сильно изношенным. Для испытания под нагрузкой трактор был установлен в машинной лаборатории Днепропетровского металлургического института и соединен двойной ременной передачей с динамомашинной постоянной тока, мощностью 40 квт, 500 вольт. Для создания нагрузки применялся жидкостный реостат. Нагрузка замерялась проверенными приборами распределительного щита лаборатории.

Испытания трактора проводились на керосине и на сжатых газах — коксовальном и природном. При переводе трактора на работу сжатым газом преследовалась цель свести до минимума необходимые переделки в двигателе и сделать возможным бы-

стрый и легкий переход трактора с жидкого топлива на газ, обратное и наоборот.

Окончательное испытание трактора было проведено в поле в нормальных условиях пахоты.

Результаты испытания

Основная цель испытания трактора — получить непрерывную и бесперебойную работу двигателя на сжатом газе и достичь максимальной мощности. Экономическая сторона испытаний представляла по заданию второстепенное значение и поэтому ограничена определением расхода горючего на л. с. в час и не может претендовать на большую точность.

Испытание на керосине

Максимальная нагрузка на шкиве — 29,0 л. с.

Средняя нагрузка на шкиве — 25,2 л. с.

Продолжительность испытания 31 мин. — 0,515 часа.

Расход керосина не замерялся и принимается 325 г/л. с.-час, согласно данным завода ХТЗ (отнесено к л. с.-час на шкиве).

Расход тепла — 3250 кал/л. с.-час.

Испытания на коксовальном газе

Испытание на коксовальном газе с $H_u = 3600 \text{ кал/нм}^3$ доказало полную возможность получения непрерывной работы двигателя трактора, легкость запуска и регулирования. Кроме того, как указано было выше, обогрева редуктора при работе на коксовальном газе не требуется. Небольшое количество проведенных испытаний, вследствие отсутствия достаточного количества баллонов со сжатым газом, не позволяет привести средних данных о развиваемой мощности, расходе газа и расходе тепла на л. с.-час для двигателя трактора, работающего на коксовальном газе.

Таблица 3

Сравнение работы трактора на газе и на керосине

№ п/п		Г а з	Керосин	Примечание
1	Тяговое усилие на крюке	895	935	При работе на газе потеря усилия составляет 4,28%
2	Коэффициент использования времени	0,745	0,8	Коэффициент использования времени меньше на 5,5%
3	Суточная производительность одного трактора	7,08 га	7,6 га	
4	Суточный расход мощности	374 л. с.-сут.	403 л. с./сут.	
5	Суточный расход горючего	149,8 нм ³	130 кг	
6	Расход горючего на 1 л. с.-час	0,4 нм ³ /л. с.-час	0,322 кг л. с.-час	
7	Расход горючего на 1 га	21,12 нм ³ /га	17,10 кг/га	
8	Расход тепла на 1 л. с.-час	3250 кал. л. с.-час	3250 кал/л. с.-час	Расход тепла при работе на газе принят условно таким же, как и при работе на керосине
9	Расход тепла на 1 га	1Н · 10 ³ кал/га	1Н · 10 ³ кал/га	
10	Стоимость 1000 калорий	2,5 коп.	7,4 коп.	
11	Стоимость 1 л. с.-часа	8,06 коп.	23,8 коп.	
12	Стоимость един. горючего у трактора	20,14 коп./нм ³	74 коп./кг	
13	Стоимость горючего на 1 га пахоты	4 р. 27 к.	12 р. 60 к.	

Испытания на природном газе

- а) Максимальная нагрузка на шкиве — 28,9 л. с.
Средняя нагрузка на шкиве — 24,5 л. с.
Продолжительность испытания — 0,266 часа.
Израсходовано газа — 2,64 м³.
Расход газа на 1 л. с.-час — 0,406 м³/л. с.-час.
Расход тепла на 1 л. с.-час — 3250 кал/л. с.-час.
- б) Максимальная нагрузка на шкиве — 29,2 л. с.
Средняя нагрузка на шкиве — 24,1 л. с.
Продолжительность испытания — 0,416 часа.
Израсходовано газа — 3,48 м³.
Расход газа на 1 л. с.-час — 0,348 м³/л. с.-час.
Расход тепла на 1 л. с.-час — 2780 кал/л. с.-час.
- в) Максимальная нагрузка на шкиве — 28,5 л. с.
Средняя нагрузка на шкиве — 26,4 л. с.
Продолжительность испытания — 0,333 часа.
Израсходовано газа — 2,52 м³.
Расход газа на 1 л. с.-час — 0,286 м³/л. с.-час.
Расход тепла на 1 л. с.-час — 2290 кал/л. с.-час.

Испытания трактора в поле

При испытаниях в поле трактор нагружался трехлемешным плугом с глубиной вспашки 20 см; работал на второй скорости. При работе на газе как в лаборатории, так и при полевых испытаниях мотор показал вполне удовлетворительные свойства: легко запускается, дает правильную вспашку, работает четко и без перебоев, не дает запаха, имеет бесцветный выхлоп без хопоти, легко регулируется.

Из приведенных испытаний одного и того же трактора в совершенно одинаковых условиях видно, что мощность трактора при переводе его на природный газ полностью сохраняется, таким образом, экспериментально подтверждаются теоретические соображения, высказанные в начале настоящей работы. Расход тепла на 1 л. с.-час при работе двигателя на природном газе значительно уменьшается по сравнению с работой на керосине, что должно быть объяснено более совершенным сгоранием

газообразного горючего. Средний расход тепла на 1 л. с.-час, полученный при испытаниях, составляет: 2775 кал/л. с.-час, что эквивалентно расходу газа на 1 л. с.-час, равному 0,347 м³/л. с.-час ($\approx 0,35$ м³/л. с.-час).

По сравнению с работой на керосине уменьшение расхода тепла на 1 л. с.-час. равно:

$$100 \cdot \frac{3250 - 2775}{3250} = 14,6\%.$$

Экономичность перевода тракторов ХТЗ—СТЗ на газ

Кафедрой тепловой механики под руководством профессора К. Э. Рериха с участием авторов этой статьи, был разработан проект компрессорной станции для сжатия природного газа Приазовского района Днепропетровской области.

Запроектированная компрессорная станция для сжатия природного газа предусматривает установку компрессора зав. «Борец» типа МВГ-220, производительностью 180 м³/час на наибольшее рабочее давление 220 атм.

Компрессорная станция будет строиться на базе 5 газовых скважин со средним дебетом 1000 м³/сутки каждая и может обслужить работу 27 тракторов.

Экономическое обоснование проекта дало сравнительные цифры работы тракторного парка на природном газе и на керосине, которые приведены в табл. 3.

Из табл. 3 видно, что стоимость горючего при работе трактора на газе обходится:

$$\frac{12 \text{ р. } 60 \text{ к.}}{4 \text{ р. } 27 \text{ к.}} = 2,95,$$

т. е. почти в три раза меньше, чем при работе на керосине, при условии, если термические к. п. д. двигателя на керосине и на газе — одинаковы.

Улучшение термического к. п. д. при работе трактора на газе дает еще большую эффективность.

Днепропетровск.

Испытательная станция двигателей для авторемонтных предприятий

Инж. И. Г. ЗОТОВ

Опыт авторемонтных заводов показал, что при принимаемых обычно допусках износа на отдельные детали (в обезличенном методе), а особенно при отсутствии строго разработанных норм на износ (в индивидуальном методе), качество монтажа зависит преимущественно от степени точности пригонки сопряженных деталей. Качество же монтажа в авторемонтном производстве современного типа (почти полное отсутствие вновь изготовленных деталей) — это главный показатель качества продукции. Отсюда — наличие испытательной станции на авторемонтном заводе — обязательное условие для всякого авторемонтного производства.

Испытательная станция для двигателей составляет неотъемлемую часть сборного цеха и предназначена для проведения производственных испытаний и выявления дефектов, а следовательно и контроля качества испытываемых двигателей.

По расположению испытательная станция должна примыкать к линии сборки агрегатов, а с внешней стороны — граничить с двором завода. Подобное расположение выгодно потому, что с дворовым соединением со сборочным цехом сокращает транспортировку двигателей, а граница с двором упрощает отвод выхлопных газов и удовлетворяет требованиям пожарной безопасности.

Испытательная станция выполняет функции чисто производственные и функции технического контроля.

Основные требования, предъявляемые к отремонтированному двигателю, сводятся к следующим техническим условиям: показание нормальной мощности, нормального расходования топлива и спокойная работа без стуков и шумов. При данном материале трущихся поверхностей, величина механического к. п. д. зависит также и от состояния последних. Как бы хорошо не были выполнены трущиеся сочленения, все же к. п. д. собранных двигателей низок и двигатель требует приработки. Приработке сочленений двигателя, ликвидируя недостаток производственного процесса изготовления и сборки, — это производственная операция, вынесенная с линии сборки в испытательную станцию по производственным и экономическим соображениям.

Функция технического контроля заключается в испытании двигателя на ходу. Испытание сопровождается таким образом в

основном, цель нормальных производственных испытаний сводится к следующему:

- 1) приработка возвратно движущихся и вращающихся частей двигателя;
- 2) проверка плотности масляных и водяных соединений;
- 3) прослушивание двигателя на различных режимах работы;
- 4) регулировка карбюратора и механизмов зажигания;
- 5) выявление гарантийной мощности двигателя к гибкости его в отношении числа оборотов;
- 6) выявление потребления топлива двигателем.

Режим испытания

Строго установленного режима для испытания двигателя в авторемонтном производстве не существует, но необходимо отметить, что чем сложнее двигатель и чем больше его мощность, тем требуется большее время на испытание. С другой стороны, хотя более продолжительное испытание и дает лучший контроль, а следовательно и лучшее качество, но превышать известные нормы не следует, так как с увеличением времени испытания возрастает его стоимость и задерживается выход испытанного двигателя на главную линию сборки со всеми последствиями такой задержки (например, увеличение оборотного фонда двигателей и др.). Кроме того следует всегда иметь в виду, что при ремонте двигателей, как правило, не вносятся никаких конструктивных изменений, и испытание двигателей по режиму, принятому в лабораториях — в авторемонтных мастерских совершенно нецелесообразно. Нередко встречаются на практике чрезвычайно длительные сроки испытания (до 20—25 часов). В этом случае следует прямо сказать, что такой режим является прямым последствием плохой сборки и пригонки (обработки деталей), что не является функцией испытательной станции. Ликвидация небрежной обработки и сборки за счет приработки (обработки) на испытательной станции — это одна из вредных тенденций на многих авторемонтных предприятиях. Такая тенденция должна быть искоренена за счет повышения качества сборки и обработки, а иногда и организации сборочного процесса. Опытные данные зарубежных заводов