

Павловский Николай Петрович

**Автомобильно-тракторные
газогенераторные установки**

**Москва
«Книга по Требованию»**

УДК 82-3
ББК 84-4
Н63

Н63 **Николай Петрович П.**
Автомобильно-тракторные газогенераторные установки / Павловский Николай Петрович –
М.: Книга по Требованию, 2024. – 262 с.

ISBN 978-5-521-27036-1

ISBN 978-5-521-27036-1

© Издание на русском языке, оформление
«YOYO Media», 2024
© Издание на русском языке, оцифровка,
«Книга по Требованию», 2024

Эта книга является репринтом оригинала, который мы создали специально для Вас, используя запатентованные технологии производства репринтных книг и печати по требованию.

Сначала мы отсканировали каждую страницу оригинала этой редкой книги на профессиональном оборудовании. Затем с помощью специально разработанных программ мы произвели очистку изображения от пятен, клякс, перегибов и попытались отбелить и выровнять каждую страницу книги. К сожалению, некоторые страницы нельзя вернуть в изначальное состояние, и если их было трудно читать в оригинале, то даже при цифровой реставрации их невозможно улучшить.

Разумеется, автоматизированная программная обработка репринтных книг — не самое лучшее решение для восстановления текста в его первоизданном виде, однако, наша цель — вернуть читателю точную копию книги, которой может быть несколько веков.

Поэтому мы предупреждаем о возможных погрешностях восстановленного репринтного издания. В издании могут отсутствовать одна или несколько страниц текста, могут встретиться невыводимые пятна и кляксы, надписи на полях или подчеркивания в тексте, нечитаемые фрагменты текста или загибы страниц. Покупать или не покупать подобные издания — решать Вам, мы же делаем все возможное, чтобы редкие и ценные книги, еще недавно утраченные и несправедливо забытые, вновь стали доступными для всех читателей.

Глава I

КРАТКИЙ ОЧЕРК ИСТОРИИ АВТОМОБИЛЬНО-ТРАКТОРНЫХ ГАЗОГЕНЕРАТОРНЫХ УСТАНОВОК

ГАЗОГЕНЕРАТОРОСТРОЕНИЕ ЗА ГРАНИЦЕЙ

Идея получения горючего газа путем сжигания твердого топлива при ограниченном доступе воздуха возникла в начале девятнадцатого столетия.

Создание и усовершенствование стационарных установок шло достаточно быстро и к двадцатому столетию их конструктивное оформление достигло серьезных успехов. Современные промышленные установки типа «Дельвиг-Флейнар», «Пинч», «Дейтц» и др. завоевали себе признание высоким качеством работы и чистым высококалорийным газом.

Первая газогенераторная автомобильная установка, смонтированная на грузовом автомобиле, появилась в 1905 г. в Шотландии, но техническое ее качество было крайне низким.

Дальнейшее конструирование авто-тракторных газогенераторных установок получило сильный толчок в период империалистической войны, когда страны, импортировавшие жидкое топливо, оказались в весьма стесненном положении и вынуждены были искать замены жидкого топлива суррогатами.

Первой страной, в большом количестве строившей и эксплуатировавшей газогенераторные транспортные установки, является Франция, где уже в 1916 г. между Парижем и Руаном ходил газогенераторный автобус, в 1917 г. был пущен в эксплуатацию газогенераторный грузовик и к 1920 г. были оборудованы газогенераторными установками несколько тракторов и танк.

С 1922 г. Франция широко организует газогенераторостроение и проводит ряд конкурсных испытаний автомобилей и тракторов с газогенераторными установками. Эти испытания способствовали улучшению конструкции газогенераторных установок и газовых двигателей и изучению их работы.

В 1924 г. газогенераторные грузовики участвовали в маневрах французской армии. После этого автомобили, тракторы и танки, работающие на твердом топливе, стали широко внедряться в армии.

Французские газогенераторные установки — «Автогаз», «Рено», «Панар-Левассор», «Гоэн-Пулен», «Берлие» — пользуются мировой известностью.

Интерес к газогенераторостроению проявляли и другие страны. Бельгия, например, вместе с Францией принимала участие в ряде первых конкурсных испытаний. В Австрии в 1923—24 гг. были испытаны на лесозаготовительных работах французские газогенераторные установки. Тогда же фирма «Кромаг» приступила к изготовлению газогенераторов по типу французских «Сагам» («Кромаг-Сагам»).

В Германии развитие газогенераторостроения для транспортных машин началось с 1920 г. Первые установки были выпущены фирмой «Пинч». В дальнейшем после ряда усовершенствований и экспериментальных исследований к строительству газогенераторных установок приступил еще ряд фирм, из которых наибольшую известность сейчас имеют «Имберт», «Дейтц», «Менк».

В настоящее время газогенераторостроение в Германии приняло большие размеры и близко связано с интересами военного ведомства.

Италия также является страной с сильно развитым газогенераторостроением. Оно пользуется поддержкой правительства и обеспечивается специальными декретами, появление которых относится к периоду войны Италии с Абиссинией. Подробных сведений об итальянских новейших установках не имеется.

Из остальных стран следует отметить Швецию, где получили известность газогенераторы «Абоген», и Финляндию (газогенераторы «Сандвикенс OTSO»).

В ряде стран для быстреешего внедрения газогенераторных машин их владельцам предоставляются льготы, например, уменьшается налоговое обложение, дается рассрочка при покупке, снижаются цены на машину в целом и т. д., что, несомненно, содействует распространению газогенераторов.

ГАЗОГЕНЕРАТОРОСТРОЕНИЕ В СССР

Началом газогенераторостроения в СССР можно считать 1921 г., когда проф. В. С. Наумов создал первую советскую автомобильную газогенераторную установку У-1 для угольного топлива. Совершенствуя ее, проф. Наумов сконструировал в 1928 г. установку У-2 (испытывалась на машине «Фиат»), в 1929 г. — установки У-3 и У-4 для трактора «Коммунар», премированные на конкурсе, организованном обществом «Автодор» в 1931 г., а в 1934—35 гг. — установки У-5 и У-6 для автомобилей ГАЗ-АА. Установки У-5, У-6 участвовали не только в пробегах, но и в производственной работе на лесовывозке в лесопунктах ленинградских трестов.

Большое значение для развития советского газогенераторостроения имели работы С. И. Декаленкова, который в 1918—1923 г. использовал брошенные интервентами на севере тракторные двигатели и приспособил их для нескольких стационарных силовых установок; для питания этих установок С. И. Декаленков построил дровесные газогенераторы своей конструкции.

Первые транспортные установки Декаленкова «Пионер» Д-1 — Д-5 были лишь экспериментальными образцами. Затем Декаленков

дал полупромышленные типы установок «Пионер» Д-6 для автомобилей ГАЗ-АА, «Пионер» Д-7 для трактора «Коммунар», «Пионер» Д-8, Д-8а, Д-10, ДГ-13 для автомобиля ЗИС-5 и «Пионер» Д-9 и ДГ-11 для трактора «Сталинец-60».

Все установки С. И. Декаленкова работают на древесных чурках.

По автомобильным газогенераторам с 1926 г. ведет работу проф. В. П. Карпов, который наряду с лабораторными и теоретическими исследованиями дал конструкции угольных установок для автомобилей ГАЗ-АА и Я-5.

Всесоюзный научно-исследовательский институт сельскохозяйственной механики (ВИСХОМ) спроектировал в 1930—31 г. установки СЖ-2 (конструктор инж. Семенов-Жуков) для тракторов СТЗ и В-3 (конструктор инж. Введенский) для трактора «Коммунар».

В 1932 г. Центральный научно-исследовательский институт механизации и энергетики лесной промышленности (ЦНИИМЭ) испытывал работавший на дровах газогенератор, сконструированный проф. Н. С. Ветчинкиным; затем ЦНИИМЭ разработал конструкцию древесного газогенератора «Востан» для трактора «Сталинец-60», угольного газогенератора ЦНИИМЭ-5 для легкового автомобиля ГАЗ-А и ЦНИИМЭ-6 для автомобиля ЗИС-5.

В 1932—34 гг. коллективом о-ва «Автодор» был создан ряд древесных газогенераторных установок «Автодор» для тракторов и автомобилей.

Ленинградский индустриальный институт (конструктор инж. В. М. Володин) дал в 1935 г. угольную газогенераторную установку ВМВ для автомобилей ГАЗ-АА, конструкция которой легла в основу установки НАТИ-угольная.

Ленинградская лесотехническая академия им. С. М. Кирова (кафедра тяговых машин) в 1935 г. создала установку ЛТА для автомобиля ГАЗ-АА на древесной щепе, в 1936 г. угольную и древеснощепную установки ЛТА для тракторов СТЗ-ХТЗ, в 1937 г. угольную и древеснощепную установки ЛТА для автомобилей ЗИС-5 и в 1938 г. щепную и угольную для трактора ЧТЗ-60.

Газогенераторстрой (конструктор инж. А. А. Введенский) дал в 1934 г. древесную установку В-4 для автомобиля ЗИС-5 и в 1935 г. установку В-5 для автомобиля ГАЗ-АА.

Крупнейшим научным учреждением в СССР в области авто-тракторостроения является Научный авто-тракторный институт (НАТИ). Он ведет большую работу по созданию собственных конструкций газогенераторных установок.

За период с 1930 г. НАТИ разработал установки: НАТИ-1 для автомобиля, НАТИ-2 для тракторов СТЗ и ХТЗ, НАТИ-3 для тракторов СТЗ, ХТЗ и речных катеров, НАТИ-4, НАТИ-5 для трактора «Коммунар», НАТИ-6 для речных катеров, НАТИ-9 для тракторов СТЗ и ХТЗ, НАТИ-10 для автомобиля ЗИС-5, НАТИ-11 и НАТИ Г-14 для автомобиля ГАЗ-АА; НАТИ Г-13 и Г-25 для тракторов ЧТЗ, НАТИ Г-19 для тракторов СТЗ-НАТИ ИТА, НАТИ Г-21 для автомобиля ГАЗ-АА, НАТИ Г-23 для автомобиля ЗИС-5 и др.

В 1936 г. к проектированию и изготовлению газогенераторных установок приступили Горьковский автомобильный завод им. Молотова и Московский автомобильный завод им. Сталина, выпустившие специальные газогенераторные автомобили под маркой ГАЗ-42, ЗИС-13, ЗИС-21.

Трест Лесосудомашстрой (конструктор инж. И. П. Шетинин) спроектировал установку ЛС-1-3 для трактора «Сталинец-60».

Центральный научно-исследовательский институт лесосплава дал проект автомобильной установки конструкции Кузнецова.

В конструировании газогенераторных установок судового типа принимали участие Центральный научно-исследовательский институт водного транспорта, Центральный научно-исследовательский институт лесосплава, трест Лесосудомашстрой, НАТИ, ряд отдельных конструкторов (Наумов, Декаленков и т. д.).

В заключение необходимо отметить, что ряд научно-исследовательских институтов, кроме проектирования, занимался исследованием собственных и импортных установок, исследованием процесса газификации и т. д. (НАТИ, Всесоюзный научно-исследовательский дизельный институт, ВИСХОМ и др.).

Эти работы, а равно работы по отдельным теоретическим вопросам и по описанию конструкций авто-тракторных газогенераторных установок (проф. В. Ю. Гиттис, проф. В. П. Карпов, Е. А. Флоров, И. С. Мезин, А. А. Введенский и др.) содействовали развитию отечественного газогенераторостроения.

Однако до 1935 г. газогенераторные установки выпускались лишь единицами.

Перелом в развитии газогенераторостроения в Советском Союзе наметился лишь после постановления ЦК ВКП(б) и СНК СССР от 19 января 1935 г. «О недостатках в работе Народного комиссариата лесной промышленности в области лесозаготовок и лесосплава и о мерах к ее улучшению».

В этом постановлении был признан необходимым скорейший перевод тракторов и автомобилей, работающих на лесных работах, с жидкого топлива на древесное, для чего Наркомтяжпрому было поручено оборудовать тракторы ЧТЗ и грузовые автомобили, отпускаемые Наркомлесу, газогенераторными установками, организовав в соответствии с этим с I квартала 1935 г. производство газогенераторов и деталей, необходимых для переоборудования двигателей.

Постановление Совета народных комиссаров Союза ССР от 28 февраля 1938 г. «О производстве газогенераторных автомобилей, тракторов и других видов транспортных машин» дает неудовлетворительную оценку производству и внедрению газогенераторных машин в народное хозяйство, а также обязывает Наркоммаш изготовить в 1938 г. 4500, в 1939 г. — 25 000 и в 1940 г. — 55 000 газогенераторных тракторов и автомобилей.

В постановлении от 15 ноября 1938 г. «Об улучшении работы лесозаготовительной промышленности СССР» Совнарком Союза ССР и ЦК ВКП(б) признали важнейшей задачей в области механизации лесозаготовок перевод в 1939 г. авто-тракторного парка лесной про-

мышленности в основном на древесное топливо и обязали перевести в течение 1939 г. полностью на древесное топливо по Наркомлесу СССР 2300 тракторов ЧТЗ-60 и 1000 автомашин ЗИС, по Главлестяжпрому — 200 тракторов и 400 автомашин, по ЦОЛЕС НКПС — 120 тракторов и 400 автомашин.

То же постановление обязало лесозаготовительные предприятия организовать на всех газогенераторных базах топливно-заготовительные пункты для заготовки древесного топлива в летний период и обеспечить к 1 сентября 1939 г. не менее чем десяти-месячные запасы топлива естественной сушки, а также построить сушилки простейшего типа.

Наркоммашу было предложено не позднее 1 марта 1939 г. изготовить и испытать совместно с Наркомлесом СССР тракторный газогенератор, работающий на древесном угле.

Указания партии и правительства о переводе авто-тракторного парка лесной промышленности с жидкого на древесное топливо послужили стимулом к созданию высококачественных конструкций, разработанных крупнейшими научными учреждениями и заводами Союза.

Глава II

ТОПЛИВО

В автомобильно-тракторных газогенераторных установках используется весьма разнообразное топливо.

В газогенераторах могут применяться каменные угли, торф, древесина и древесный уголь, солома, отбросы хлопкового производства, подсолнечная шелуха и др.

Самыми распространенными, а для газогенераторных установок, эксплуатируемых в лесной промышленности, единственными видами топлива являются древесина в виде древесных чурок, щепы, брикетов из древесных отходов и древесный уголь в виде угля и брикетов из угольной мелочи.

ДРЕВЕСНОЕ ТОПЛИВО

Состав

Твердое топливо состоит из горючей (органической) части и негорючей части (балласта).

Горючая часть топлива состоит из органических соединений, включающих углерод, водород, кислород, азот и серу.

Негорючая часть содержит в себе минеральные соединения (золу) и воду.

Углерод, водород, кислород и азот входят в состав каждого топлива, наличие же в топливе воды, серы и золы зависит как от вида топлива, так и от ряда других причин.

Можно считать, что в среднем органическая масса древесины содержит 49,5% углерода, 6,3% водорода и 44,2% кислорода вместе с азотом.

Процентное содержание углерода, водорода, кислорода и азота в различных породах древесины (в абсолютно-сухом состоянии) приведено в табл. 1.

Кроме указанных элементов, образующих органические вещества, в состав древесины входят и минеральные вещества: поташ, сода, известь, магнезия и др., дающие при сгорании золу. Содержание золы в древесине колеблется от 0,2 до 1,7% и зависит от породы дерева, возраста дерева, условий и места произрастания. Кроме того, содержание золы неодинаково в отдельных частях дерева: наибольшее ее количество находится в коре и ветвях.

По Д. И. Менделееву, в среднем абсолютно-сухая древесина содержит 50% углерода, 6% водорода, 43,4% кислорода с азотом

Таблица 1

Древесные породы	С	Н	О	N
Береза	48,88	6,06	44,67	0,10
Бук	49,06	6,11	44,17	0,09
Дуб	50,16	6,02	43,45	
Ясень	49,18	6,27	43,98	
Ель	50,31	6,20	43,08	0,04
Пихта	50,36	5,92	43,39	0,05

и 0,6% золы. Эти данные почти полностью совпадают с данными табл. 1.

Углерод, водород и кислород, находящиеся в составе древесины, образуют сложные органические вещества: целлюлозу, лигнин, дубильные вещества, смолы и т. д. Целлюлоза и лигнин являются главнейшими горючими веществами древесины.

Элементарный состав целлюлозы (по данным Гесса) и лигнина (по данным Фукса) приведен в табл. 2 (в процентах).

Таблица 2

Органические вещества	С	О	Н
Лигнин	64,4	29,7	5,9
Целлюлоза	44,34	49,28	6,38

В хвойных породах количество лигнина достигает 29%, целлюлозы — 54%, а в лиственных породах содержание лигнина доходит до 26% и целлюлозы — до 45%.

Смолы находятся как в коре, так и в самой древесине. В зависимости от породы дерева процентное содержание их может изменяться; по данным Швальбе и Беккера, в сосне содержится смол 3,45%, в ели — 2,30%, в березе — 1,78% и в буке — 0,70%.

Теплотворная способность

Качество топлива определяется количеством тепла, выделяющимся при его сгорании. По Менделееву, один килограмм углерода — главного элемента топлива — при полном сгорании выделяет 8137 кал. Один килограмм свободного водорода (Н), находящегося в органическом соединении с углеродом и другими элементами, выделяет при сгорании 34 180 кал. Связанный водород, находящийся в соединении с кислородом в виде воды (H_2O), при сгорании топлива не выделяет тепла. Количество связанного водорода в топливе в 8 раз меньше по весу количества кислорода

и определяется отношением $\frac{O}{8}$, где О — вес кислорода топлива в кг.

Вода, имеющаяся в составе топлива, при сгорании последнего требует для своего испарения определенного количества тепла, выделяемого другими элементами; поэтому связанный водород понижает теплотворную способность топлива.

Азот (N) в горении не участвует, выделяясь из органических соединений в свободном состоянии.

Один килограмм серы (S) при сгорании в SO_2 выделяет 2181 кал. Примеси серы в топливе не желательны, так как они разрушающе действуют на металлические поверхности топок. В составе древесины сера отсутствует.

Минеральные вещества, содержащиеся в топливе, при его сгорании образуют золу.

Теплотворная способность топлива определяется с учетом его состава и того количества тепла, которое выделяют при полном сгорании его элементы. Все тепло, выделенное 1 кг топлива при горении в свободном состоянии, будет его теплотворной способностью. Различают высшую и низшую теплотворные способности топлива. Высшая теплотворная способность определяется при условии образования воды в результате сгорания входящего в его состав водорода. Низшая теплотворная способность определяется при условии превращения в пар воды, содержащейся в топливе и образовавшейся при сгорании водорода.

То количество тепла, которое расходуется на превращение воды в пар, теряется бесполезно, и поэтому низшая, или рабочая, теплотворная способность топлива всегда соответственно меньше высшей теплотворной способности. При определении низшей теплотворной способности топлива количество тепла, расходуемого на превращение 1 кг воды в пар, принимается равным 600 кал, а количество воды, образующейся при сгорании 1 кг топлива, равным $9H$. Полагая, что топливо содержит в себе углерода $C\%$, водорода $H\%$, кислорода $O\%$ и серы $S\%$ и что при полном сгорании углерод вы-

деляет $\frac{C \cdot 8137}{100}$ кал, свободный водород — $\left(H - \frac{O}{8}\right) \frac{34180}{100}$ кал

и сера — $\frac{S \cdot 2181}{100}$ кал, можно определить теплотворную спо-

способность данного вида топлива.

Для определения теплотворной способности топлива существует ряд формул: Дюлонга, Общества германских инженеров, Д. И. Менделеева и др.

Формулы Дюлонга:

$$H_{\text{выш.}} = \frac{8137 C + 34180 \left(H - \frac{O}{8}\right) + 2181 S}{100} \quad (\text{общая});$$

$$H_{\text{выш.}} = \frac{8137 C + 34180 \left(H - \frac{O}{8}\right)}{100} \quad (\text{для древесины});$$

$$H_{\text{раб.}} = \frac{8137 C + 28\,905 \left(H - \frac{O}{8} \right) + 2181 S - 600 W}{100} \quad (\text{общая});$$

$$H_{\text{раб.}} = \frac{8137 C + 28\,905 \left(H - \frac{O}{8} \right) - 600 W}{100} \quad (\text{для древесины});$$

где C, H, O, S, W — содержание углерода, водорода, кислорода, серы и влаги в топливе.

Формулы Общества германских инженеров:

$$H_{\text{раб.}} = \frac{8100 C + 29\,000 \left(H - \frac{O}{8} \right) + 2500 S - 600 W}{100} \quad (\text{общая});$$

$$H_{\text{раб.}} = \frac{8100 C + 29\,000 \left(H - \frac{O}{8} \right) - 600 W}{100} \quad (\text{для древесины}).$$

Приведенные формулы не дают точного определения теплотворной способности топлива, так как они выведены с учетом свободного состояния элементов, участвующих в горении. Поскольку элементы топлива находятся между собою в химическом соединении и часть тепла, выделяемого при сгорании, затрачивается на разрушение этого соединения, вычисление по этим формулам дает результаты, отличающиеся от действительного значения теплотворной способности.

В СССР определение теплотворной способности топлива производится по формулам Д. И. Менделеева:

$$H_{\text{высш.}} = 81 C + 300 H - 26 (O - S) \quad (\text{общая});$$

$$H_{\text{высш.}} = 81 C + 300 H - 26 O \quad (\text{для древесины});$$

$$H_{\text{раб.}} = 81 C + 300 H - 26 (O - S) - 6 (9 H + W) \quad (\text{общая});$$

$$H_{\text{раб.}} = 81 C + 246 H - 26 O - 6 W \quad (\text{для древесины}).$$

Формулы Менделеева дают более точное определение величины теплотворной способности топлива по сравнению с формулами Дюлонга и Общества германских инженеров, хотя и здесь в некоторых случаях неточность вычисления может достигать 5—10%.

Кроме приведенных формул, для определения теплотворной способности топлива существует и ряд других (Коновалова, Гуталея), однако все они также не дают точных результатов. Поэтому в тех случаях, когда необходимо иметь более точную величину теплотворной способности топлива, следует определять ее сжиганием топлива в калориметрах.

На теплотворную способность древесины наряду с влажностью оказывают влияние такие факторы, как порода дерева, его возраст, условия местопроизрастания и т. д.

Так, например, в одной и той же породе древесины с повышением возраста дерева увеличивается содержание углерода и уменьшается содержание водорода и кислорода. Кроме того, в зависимости от возраста дерева изменяется и его зольность.

Влияние большинства этих факторов на теплотворную способность, однако, еще не в полной мере изучено.

В табл. 3 приводятся величины теплотворной способности древесины отдельных пород, определенные различными исследователями.

Таблица 3

Породы дерева	Теплотворная способность абс.-сухой древесины ($H_{высп.}$) в кал/кг				
	по Мюллеру Степанову	по Киршу	по Астафьеву	по Фишеру	по Маржецкому
Береза	4 907	4 919	4 800	4 802	4 831
Дуб	—	4 857	4 717	4 734	—
Бук	—	—	—	4 799	—
Сосна	4 907	5 064	4 884	4 890	4 922
Ель	4 857	—	4 706	—	5 088
Осина	4 953	4 779	4 740	—	4 792

Расхождения в величинах вызваны тем, что при их определении не учитывались все вышеуказанные факторы, влияющие на теплотворную способность.

Определение теплотворной способности древесины можно производить и для единицы ее объема, т. е. с учетом удельного веса древесины, который неодинаков для различных пород. Если теплотворную способность древесины умножить на ее удельный вес, то получается удельная теплотворная способность древесины, характеризующая отдельные породы с точки зрения получаемого количества тепла при сжигании единицы объема. Удельная теплотворная способность древесины приводится в табл. 4.

Таблица 4

Породы дерева	Теплотворная способность, отнесенная к единице веса абс.-сухой древесины кал./кг	Удельный вес абс.-сухой древесины	Удельная теплотворная способность в кал
Дуб	4 857	0,64	3 108
Береза	4 919	0,57	2 804
Сосна	5 064	0,42	2 127
Ель	4 857	0,38	1 846
Осина	4 779	0,37	1 768