

Г. Г. Токарев

Газогенераторные автомобили

**Москва
«Книга по Требованию»**

УДК 621
ББК 34.4
Г11

Г11 **Г. Г. Токарев**
Газогенераторные автомобили / Г. Г. Токарев – М.: Книга по Требованию,
2014. – 206 с.

ISBN 978-5-458-46962-3

Книга содержит необходимые сведения по топливам для газогенераторных автомобилей и основам процесса газификации топлив.

ISBN 978-5-458-46962-3

© Издание на русском языке, оформление
«YOYO Media», 2014

© Издание на русском языке, оцифровка,
«Книга по Требованию», 2014

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 первозданном 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.



Серия Книжный Ренессанс

www.samizday.ru/reprint

ГАЗОГЕНЕРАТОРНОЕ ТОПЛИВО

КЛАССИФИКАЦИЯ ТОПЛИВ

В транспортных газогенераторных установках могут быть использованы различные твердые топлива, растительные или ископаемые (древесина, торф, бурые и каменные угли), а также производные от этих топлив (древесный уголь, древесноугольные брикеты, торфяной кокс, торфобрикеты, полукокс и т. д.).

Не все сорта перечисленных топлив пригодны для транспортных газогенераторов, а только те из них, которые обладают соответствующими качествами и отвечают техническим требованиям, предъявляемым к автомобильному твердому топливу.

Различного вида сельскохозяйственные отходы, например солома, гуза-пая, лузга и т. п., также могут быть использованы как генераторное топливо. Однако, будучи по своим качествам низкосортным топливом, они в меньшей степени пригодны для автомобильных газогенераторов.

Любой вид твердого топлива, предназначенного для газогенераторных автомобилей, должен иметь:

- 1) определенный размер кусков;
- 2) определенную влажность;
- 3) минимальное количество вредных примесей и, в частности, золы; температура плавления золы не должна выходить за определенные пределы;
- 4) определенное количество летучих;
- 5) высокую реакционную способность;
- 6) достаточную механическую прочность, чтобы топливо не рассыпалось при транспортировке, хранении, а также при газификации в газогенераторе;
- 7) высокую удельную теплотворность;
- 8) невысокую стоимость, включая стоимость разделки топлива до необходимых размеров.

Первые семь показателей влияют на гибкость и устойчивость процесса газификации газогенераторного автомобиля, надежность работы газогенератора и периодичность его догрузки.

Последний показатель определяет экономичность применения того или иного топлива.

Соответственно указанным показателям, топлива можно ориентировочно распределить на следующие четыре класса:

1) топлива хорошего качества — древесная чурка, древесный уголь, древесноугольные брикеты;

2) топлива вполне удовлетворительного качества — торфяной кокс, малозольный торф, полукокс;

3) топлива удовлетворительного качества — многозольный торф, бурый уголь, антрацит;

4) топлива неудовлетворительного качества — саксаул, гуза-пая, солома, лузга и прочие сельскохозяйственные отходы.

Характеристика газогенераторных топлив первых трех классов приведена в табл. 1.

Таблица 1

Топливо	Размер кусков в мм	Содержание в % по весу не более				Температура плавления золы в °С не менее	Насыпной вес в кг/м³	Теплотворность в ккал/кг (насыпного объема)
		влаги $W_{абс}$	зола A^c	летучих V^2	серы S^c			
Древесные чурки	Длина 40—70, толщина и ширина 30—60	22	0,4—1	75—80	—	1400	220—360	1100
Древесный уголь	6—20 и 21—40	12	3	8—12 и 13—25	—	1400	120—220	1100
Древесно-угольные брикеты	Диаметр 20, высота 15	12	3	8—12	—	1400	500—650	3700
Торфяной кокс	10—25	5—8	6	10—20	0,1	1200	350—400	2100
Малозольный торф	50—60	30	4	60—75	0,1	1200	360—380	1150
Многозольный торф	50—60	30	8	60—75	0,1	1200	360—380	1100
Полукоксы	10—40	9	8—11	9	1,0	1100	400—450	2900
Каменноугольный бурый уголь	50—60	15—30	8—10	25—40	1,0	1250	750	3400
Карагандинский и сулюктинский антрацит	6—13 и 13—25	3—8,5	7—10	5—7	1—1,5	1250	900—1000	6400

В зависимости от содержания в топливах летучих V^2 и золы A^c их разделяют на следующие группы:

1) битуминозные (смолистые) малозольные (A^c до 4%) и многозольные (A^c более 4%);

2) небитуминозные (тощие или бессмольные) малозольные (A^c до 4%) и многозольные (A^c более 4%).

На основе указанной классификации топлива производится выбор типа газогенератора для работы на том или ином виде топлива (см. табл. 13 стр. 27).

Ниже приведены характеристики и способы заготовки различных видов топлив.

ХАРАКТЕРИСТИКА ТОПЛИВ И СПОСОБЫ ИХ ЗАГОТОВКИ

Древесные чурки

Древесина является наиболее распространенным видом местного твердого топлива.

Общая площадь лесов в СССР достигает 900 млн. га; запас древесины на этой площади эквивалентен 18 млрд. т условного топлива теплотворностью 7000 ккал/кг.

Древесина состоит из органической (горючей) массы и балласта¹.

В состав органической массы входят углерод С, водород Н, кислород О и азот N. К балласту топлива относятся зола A^c и гигроскопическая влага W^p .

Соотношение между отдельными компонентами органической массы древесины почти не зависит от породы и в среднем составляет (в % по весу):

Углерода	50
Водорода	6
Кислорода	43
Азота	1

Низшая теплотворность органической массы равна примерно 4400 ккал/кг. Зольность сухой древесины в зависимости от породы изменяется от 0,4 до 1%. Зольность в сучьях и корнях превышает указанное значение (табл. 2).

Таблица 2

Порода	Содержание золы в %	
	в стволе	в сучьях
Сосна	0,24	1,72
Береза	0,35	2,42
Осина	0,75	2,35

В корнях содержание золы достигает 5%.

Влажность древесины изменяется в широких пределах. В свежесрубленной древесине содержание влаги достигает 80—110%. Влажность воздушно-сухой древесины составляет 20—25%.

¹ Горючая масса отличается от органической наличием серы, которая в древесине отсутствует.

Эти цифры характеризуют абсолютную влажность, которая определяется в процентах как отношение веса влаги к весу абсолютно сухой древесины.

Относительная влажность $W_{отн}$ (или влажность рабочего топлива W^p) представляет собой отношение веса влаги к весу сырой древесины в процентах.

Допустим, что вес влажной древесины A г, вес древесины после удаления из нее гигроскопической влаги (путем высушивания) B г, тогда абсолютная влажность (в $\%$)

$$W_{абс} = \frac{A-B}{B} 100, \quad (1)$$

а относительная влажность

$$W_{отн} = \frac{A-B}{A} 100. \quad (2)$$

Пересчет абсолютной влажности в относительную и обратно производится по формулам

$$W_{отн} = \frac{W_{абс}}{100 + W_{абс}} 100; \quad (3)$$

$$W_{абс} = \frac{W_{отн}}{100 - W_{отн}} 100. \quad (4)$$

Количество влаги, содержащейся в древесине, влияет на теплотворность рабочего топлива. Чем выше влажность древесины, тем ниже ее теплотворность (табл. 3).

Таблица 3

Абсолютная влажность $W_{абс}$ в $\%$	20	30	40	50	60	70	80
Теплотворность в ккал/кг	3800	3500	3200	2950	2750	2550	2400

При сухой перегонке древесины, т. е. при нагревании ее без доступа воздуха, она дает ряд продуктов. В табл. 4 показан процентный состав (по весу) продуктов сухой перегонки, выделяющихся из различных пород древесины.

Взятая для опытов древесина содержала 7—9% влаги, в результате же сухой перегонки выделилось от 22 до 27% воды. Следовательно, в процессе сухой перегонки образовалось значительное количество химической влаги. Поэтому при газификации даже абсолютно сухой древесины в газогенераторе все же происходят реакции образования водяного газа.

Образующиеся в процессе сухой перегонки древесины побочные продукты (смола, уксусная кислота) вредны для двигателя.

Древесина является прекрасным топливом для транспортных газогенераторов. Газификация древесины не представляет каких-либо затруднений.

Незначительная зольность древесины и высокая температура плавления золы (более 1400°) не вызывают осложнений при газификации древесины, а высокая реакционная способность древесного угля, который образуется из древесины в процессе сухой перегонки, способствует образованию горючего газа в относительно небольшом по высоте слое топлива.

Таблица 4

Продукты сухой перегонки	Порода древесины			
	Сосна	Ель	Береза	Бук
Уголь	37,83	37,81	31,80	34,97
Газы:				
CO ₂	10,13	10,30	9,96	10,90
C ₂ H ₄	0,23	0,20	0,19	0,20
CO	3,74	3,78	3,32	4,22
CH ₄	0,59	0,62	0,54	0,47
Метиловый спирт	0,88	0,96	1,60	2,07
Ацетон	0,18	0,20	0,19	0,20
Метилацетат	0,01	0,02	0,02	0,03
Уксусная кислота	3,50	3,19	7,08	6,04
Смола	11,79	8,08	7,93	8,11
Прочие органические вещества	8,03	7,75	8,15	5,89
Вода	22,27	25,70	27,81	26,58
Потери	0,82	1,39	1,41	0,32
Итого	100,00	100,00	100,00	100,00

Важно только, чтобы древесина, употребляемая как газогенераторное топливо в виде чурок определенного размера, имела влажность W_{abc} не более 22% и давала прочный древесный уголь.

Последнему условию удовлетворяет древесина твердых пород (береза, бук, граб, ясень, клен, вяз, ильм, лиственница). Мягкие породы дерева (ель, осина, ольха, липа, кедр, пихта) дают уголь более слабый, который крошится при транспортировке и при использовании в газогенераторных автомобилях. В этом случае повышается сопротивление слоя топлива проходу газа и требуется более частая чистка зольника газогенератора.

Относительная прочность древесных углей может быть выражена следующими цифрами: береза — 1,00, сосна — 0,58, осина — 0,46, ель — 0,43, пихта — 0,39.

Древесина, предназначенная для газификации в автомобильных газогенераторах, должна быть разделана на чурки, т. е. на куски любой формы: по длине от 4 до 7 см, по ширине и толщине от 3 до 6 см. При большем размере чурок затрудняется осадка топлива в бункере (происходит зависание топлива). Разделка древесины на чурки меньших размеров связана с большой затратой времени и увеличивает их стоимость.

В соответствии с ГОСТ 2720-44 «Топливо древесное для газогенераторных автомашин и тракторов» для заготовки чурок может быть использована как ствольная часть дерева, так и сучья толщиной не менее 3 см. Чурки мягких пород можно применять только в смеси с чурками твердых пород (50 % мягких пород и 50 % твердых пород). Сосновые чурки должны применяться без примеси мягких пород.

В чурках допускаются все пороки древесины (сучковатость, трещины и т. п.) за исключением ситовой, трухлявой и белой гнили.

Сырье заготавливается в виде длинных (2 м и более) или коротких (от 0,5 до 1,75 м) дров.

Длинные дрова (долготье) сначала распиливают на плашки, которые потом разделяют на чурки. Короткие дрова обычно раскалывают на тонкие поленья, которые потом распиливают на чурки.

Разделка сырья на чурки должна производиться, как правило, механизированным путем, т. е. с применением механических пил и колунов или пыльно-кольных агрегатов.

Для распиловки бревен применяют балансирные пилы с электроприводом, производительность которых за смену (8-часовой рабочий день) составляет около 8 м³ (плотных).

Для расколки плашек на чурки применяют механизированные колуны самых разнообразных конструкций (Сибирского научно-исследовательского института лесного хозяйства и лесозащиты, Центрального-научно-исследовательского института механизации и энергетики лесной промышленности и др.). Ротационный колун СИБНИИЛХЭ имеет производительность 30 м³ (плотных) за смену. Для расколки круглых дров на поленья служат цепные колуны ЦНИИМЭ, а также колуны Чусовского завода производительностью 80—100 м³ (плотных) за смену.

В настоящее время для разделки древесины на газогенераторное топливо применяют также пыльно-кольные агрегаты ЦНИИМЭ. Производительность этих агрегатов составляет 10 м³ (плотных) за смену.

Сушка древесины производится естественным или искусственным путем. Естественная сушка в бревнах занимает от 1½ до 2 лет. Сушка дров, сложенных в поленицы, длится от 2 до 4 мес. Чурки, заготовленные из свежесрубленной древесины, обычно сушат на эстакадах (деревянных настилах), на которые они насыпаются слоем в 0,3—0,5 м. Срок сушки чурок от 2 недель до 2 мес. весенне-летнего периода в зависимости от метеорологических условий. Если после естественной сушки влажность чурок превышает 20—22 %, то их подсушивают в специальных сушилках передвижного или стационарного типа.

Естественная сушка чурок может быть полностью заменена искусственной сушкой в сушилках. Но искусственная сушка связана с дополнительной затратой рабочей силы, расходом древесины на отопление сушилок (до 30 % веса чурок), значительными капиталовложениями и т. п., что значительно увеличивает себестоимость готового топлива.

Так, если себестоимость 1 т чурок естественной сушки принять за 100%, то себестоимость 1-т чурок искусственной сушки составит 180%.

Следовательно, искусственная сушка увеличивает себестоимость чурок почти в 2 раза.

Количество чурок измеряют в насыпных кубических метрах, или же по весу (в килограммах). Вес 1 м³ (насыпного) чурок воздушной сушки может быть принят следующим (в кг):

Граб, ясень	. 360
Береза, клен, бук, вяз, лиственница, ильм	. 320
Сосна	. 250
Ольха, осина, липа, кедр, пихта, ель	. 220

Объем чурок определяют посредством мерных ящиков или измерением пространства, занимаемого насыпанными чурками.

Древесный уголь

Выжигание угля из древесины не представляет больших затруднений и широко применяется для нужд металлургии и в лесохимической промышленности. Особенно целесообразно выжигать порубочные остатки лесосек, которые так или иначе должны быть уничтожены по законам лесной охраны.

Древесный уголь, обладая высокой реакционной способностью, является одним из лучших видов топлива для транспортных газогенераторов, обеспечивающим наиболее высокие эксплуатационные качества газогенераторных автомобилей. К недостаткам древесного угля следует отнести его малую прочность и большую гигроскопичность.

Древесный уголь может быть получен путем нагревания и разложения древесины без доступа воздуха (сухая перегонка в ретортах) или при ограниченном доступе воздуха (углежжение в ямах, печах, кострах).

Углежжение отличается от сухой перегонки более высокой температурой процесса за счет сгорания части древесины. При этом уголь получается более прочным, с большим содержанием углерода.

В табл. 5 приведены конечные температуры процесса выжигания угля и состав угля в зависимости от способа его получения.

Таблица 5

Способ выжигания	Конечная температура выжигания угля в °С	Количество летучих в угле в % по весу	Состав угля в % по весу (на горючую массу)			Выход угля в % по весу абсолютно сухой древесины
			С	Н	О+Н	
В ретортах	350—400	35—40	76,11	3,93	19,96	44
В стационарных печах	400—450	20—25	83,50	3,80	12,70	35
В кострах	600 и выше	6—9	92,20	2,60	5,20	30

Из таблицы видно, что с увеличением температуры выжигается выход угля уменьшается за счет уменьшения содержания летучих. Практически при углежжении влажной древесины, имеющей абсолютную влажность 30—35%, выход угля составляет 21—24% веса заложённого сырья. Таким образом, из 1 м³ древесины получается около 70—75 кг древесного угля теплотворностью около 7000 ккал/кг.

Уголь с меньшим содержанием летучих более легкий по весу, трудновоспламеняемый; при газификации он дает менее калорийный газ.

Сухая перегонка древесины в ретортах широко применяется в лесохимическом производстве для добычи смол, скипидара и древесного спирта. Древесный уголь в этом случае является побочным продуктом. Существуют самые разнообразные системы реторт, емкостью от 1½ до 400 м³. Длительность процесса перегонки в ретортах, включая загрузку и выгрузку, колеблется от 12 час. до 20 дней в зависимости от емкости реторты.

Углежжение в стационарных печах широко применяют в металлургической промышленности. При емкости печей от 50 до 200 м³ процесс углежжения (и охлаждения) длится от 100 до 200 час. в зависимости от объема, влажности и породы древесины.

Наиболее старым и примитивным способом является углежжение древесины в кострах или кучах. Костры устраивают объемом от 20 до 300 м³. Сложенную в костер древесину покрывают сверху угольной мелочью и землей и поджигают. Продолжительность углежжения в кострах составляет от 6—8 дней до нескольких недель в зависимости от объема костра (или кучи) и влажности древесины. Углежжение в кострах — очень трудоемкий процесс и должен производиться опытными углежогами. Поэтому стоимость такого угля выше стоимости печного угля.

В настоящее время получили распространение переносные углевыжигательные печи. Сырьем для этих печей служат порубочные остатки древесины. При емкости печей 2,5 м³ за 12 час. выжигается около 150 кг древесного угля. Стоимость угля, полученного в этих печах, значительно ниже чем стоимость угля, полученного в кострах.

Уголь, выжженный из сучьев, по своим качествам не хуже угля, выжженного из ствольной части древесины, но содержит большее количество золы.

Предназначенная для углежжения древесина должна быть предварительно отсортирована по породам, размерам и влажности. Примесей других пород при выжиге должно быть не более 5%.

Выжиг древесного угля для транспортных газогенераторов может быть осуществлен по любому способу, но наиболее качественный уголь дают ретортный и печной способы выжигания.

Химический состав печного древесного угля (в % по весу):

Углерода	. 80,0
Водорода	. 3,5
Кислорода и азота	. 14,5
Золы	2,0

В древесном угле для газогенераторных автомобилей не должно быть камней, земли, песка, щепы, опилок и других посторонних примесей, а также головней и недожога. По внешнему виду уголь должен быть плотным и иметь в изломе блестящий черный цвет.

В зависимости от породы исходной древесины древесный уголь в соответствии с ГОСТ 4635-49 «Уголь древесный для газогенераторных автомобилей и тракторов» распределяется на следующие три группы:

1-я группа — береза, бук, граб, ясень, клен, вяз, ильм, дуб и лиственница;

2-я группа — сосна;

3-я группа — осина, ольха, липа, кедр, ель и пихта.

По данным ЦНИИМЭ, механические свойства и насыпной вес древесного угля указанных групп характеризуются следующими показателями (табл. 6).

Таблица 6

Показатель	Группа		
	1-я	2-я	3-я
Сопротивление на сжатие вдоль волокон в кг/см^2	180—100	100—50	50—25
Сопротивление на истирание в барабане в %	70—60	60—50	50—40
Насыпной вес в кг/м^3	220—180	180—140	140—120

Для транспортных газогенераторов следует применять угли 1-й и 2-й групп. Угли 3-й группы могут быть использованы только в смеси с углями 1-й группы в количестве не более 50%. При этом насыпной вес смеси должен быть порядка 160—170 кг/м^3 .

По содержанию летучих древесный уголь делится на два класса (табл. 7).

Таблица 7

Компоненты	Класс угля	
	1-й	2-й
Летучие V^P в %	8—12	13—25
Влага W^P	12	12
Зола A^P	3	3
Мелочь	5	5

Примечание. Мелочью считается уголь размером для мелкого угля менее 6 мм, а для крупного — менее 20 мм.

Размер кусков древесного угля, применяемого для газогенераторов поперечного процесса газификации, должен быть в пределах 6—20 мм, для других типов газогенераторов — от 21 до 40 мм.

Древесный уголь должен быть расфасован в бумажные крафт-мешки. При хранении древесный уголь должен быть обязательно защищен от атмосферных осадков (дождя, воды, снега) и от пыли.

Если принять стоимость угля, полученного в стационарных печах, за 100%, то стоимость угля, полученного в переносных печах, составит 137%, а в кострах — 250%.

Особенно выгодно использование отходов металлургического древесного угля (размером менее 25 мм). Их стоимость составляет не более 20—25% стоимости крупного древесного угля, получаемого в стационарных печах.

Древесноугольная мелочь может быть с успехом использована для изготовления брикетов. Обладая всеми положительными качествами кускового древесного угля, брикеты лишены его недостатков, так как они не гигроскопичны и более прочны. Большой удельный вес брикетов обеспечивает длительную работу газогенераторного автомобиля на одной заправке бункера.

Древесноугольные брикеты, изготовленные посредством перемешивания со смолой (связующий элемент), прессования, сушки и прокатки древесноугольной массы, должны иметь следующие показатели.

Размеры брикета в мм:

диаметр	20—30
высота	15—20
Зольность в % не выше	5
Абсолютная влажность в % не выше	4—8
Содержание смолы в % не выше	0,6—0,8
Содержание летучих в %	12—15
Удельный вес в г/см ³	0,65—0,75
Гигроскопичность (по количеству влаги, поглощаемой брикетом при погружении в воду на 24 часа) в %	4—10
Механическая прочность: разрушающая нагрузка в кг/см ²	40—80

Торф

Торф, как и древесина, является наиболее распространенным топливом. Торф относится к наиболее молодым по геологическому возрасту ископаемым топливам. Он представляет собой продукт полураспада отмерших растений в условиях влажной безвоздушной среды. В естественном виде это весьма влажное и зольное топливо.

По составу горючей массы торф мало отличается от древесины. Состав горючей массы торфа следующий (в % по весу):

Углерода	58,5
Водорода	5,8
Кислорода	32,8
Азота	2,6
Серы	0,3

Средняя теплотворность горючей массы 5600 ккал/кг.